10 | MAYO | 2024

Respetada señora
LILIANA CONSTANZA MEJIA SANTOFIMIO
JUEZ QUINTA (05) ADMINISTRATIVA DE CALI
adm05cali@cendoj.ramajudicial.gov.co
of02admcali@cendoj.ramajudicial.gov.co
E. S. D.

En mi calidad de apoderado de los DEMANDANTES, atendiendo el traslado de las excepciones con fines probatorios (art. 370 del C.G.P.), me dirijo a su señoría con el propósito de dejar las manifestaciones y presentar las peticiones que se concretan a continuación.

TRASLADO DE LAS EXCEPCIONES

I. DESCONOCIMIENTO DOCUMENTAL
II. TRASLADO EXCEPCIONES DE MÉRITO
III. PRUEBAS ADICIONALES
IV. RATIFICACIÓN DOCUMENTAL

MEDIO DE CONTROL DE REPARACIÓN DIRECTA

DEMANDANTES:
DANIEL SANTIAGO ACEVEDO S.,
LUISA FERNANDA VELASCO H.,
LAURA ALEJANDRA ACEVEDO S.,
JUAN DANIEL JIMÉNEZ ACEVEDO,
JAMES ANDRÉS ZÚÑIGA CASTILLO y
OTRAS PERSONAS

DEMANDADAS:
MUNICIPIO DE YUMBO,
EMPRESA OFICIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE YUMBO S.A. E.S.P.,
GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.,
LIBERTY SEGUROS S.A.,
COSORCIO POZO PLATANARES 2018,
SEGUROS G. SURAMERICANA S.A. y
SEGUROS ALFA S.A.

RADICADO:
2023-00202

I. DESCONOCIMIENTO DE DOCUMENTOS PRESENTADOS (art. 272 del C.G.P.)

En los términos del artículo 272 del Código General del Proceso, en momento oportuno para hacerlo, estando expresamente facultado para ello, manifestamos al señor juez que el aquí DEMANDANTE DESCONOCE los siguientes documentos aportados por INDERVALLE en su contestación de la demanda y complemento que se encuentran en formato PDF (en archivos distintos) enviados digitalmente:

1.1. Documentos desconocidos:

1.1.1. Las condiciones generales presuntamente aplicables al contrato de seguro de responsabilidad civil extracontractual derivada de cumplimiento núm. 693853, suscrito entre LIBERTY SEGUROS S.A. y el COSORCIO POZO PLATANARES 2018, las cuales se encuentran identificadas en los acápites de "*CAPÍTULO IV MEDIOS DE PRUEBA*" de la contestación de la demanda presentada por LIBERTY SEGUROS S.A., denominadas como "*3. Póliza de Responsabilidad Civil Extracontractual Derivada de Cumplimiento No. 693853, anexo No. 0, 1, 2 y 3, (carátula y condicionado general)*", documento remitido en un archivo PDF independiente denominado "*Condicionado LIBERTY Poliza de Seguro de Responsabilidad Civil Extracontractual General Nov. 2016*. pdf" de 16 folios.

1.1.2. Las condiciones generales y particulares presuntamente aplicables al contrato de seguro de responsabilidad civil por daños a terceros núm. 0632312–5, suscrito entre SEGUROS GENERALES SURAMERICANA S.A. y GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., las cuales se encuentran identificadas en los acápites de "***MEDIOS DE PRUEBA***" Y "***DOCUMENTALES***" de la contestación de la demanda presentada por SEGUROS GENERALES SURAMERICANA S.A., denominadas como "*2. Condiciones generales particulares de la póliza No. 0632312–5 suscrita entre Seguros Generales Suramericana S.A. y Gases de Occidente S.A. E.S.P.*" y "*3. Condiciones particulares de la póliza No. 0632312–5 suscrita entre Seguros Generales Suramericana S.A. y Gases de Occidente S.A. E.S.P.*", documentos remitido en el mismo archivo PDF de la contestación (folios 30 a 54).

1.2. Razones del desconocimiento documental:

1.2.1. Porque, como queda evidenciado de su contenido, los aquí DEMANDANTES no suscribieron dichos documentos, como tampoco participaron ni conocieron de su suscripción.

1.2.2. Porque no le resulta posible a los aquí DEMANDANTES determinar que, en efecto, el documento que ahora se presenta con la contestación de la demanda es auténtico, inédito y/o inalterado, incluso que fuese aplicable o certifique debidamente lo que en él se contiene.

1.2.3. Porque las compañías DEMANDADAS que lo aportaron no tienen prueba *-porque ello nunca ocurrió-* de haber entregado efectivamente dichos documentos a los aquí DEMANDANTES antes de iniciado este proceso judicial y, por tanto, su existencia es desconocida por estos, y más aún, resulta sorpresiva.

II. TRASLADO EXCEPCIONES DE FONDO PROPUESTAS

No es propósito de este aparte hacer explicaciones amplias para enervar las excepciones presentadas, pero las mismas sí merecen una referencia muy breve cuyo argumento permite descartar su prosperidad al momento de dictar la sentencia, todo hecho a partir de las siguientes:

2.1. Premisas normativas:

2.1.1. Artículo 90 de la Constitución Política: *"El Estado responderá patrimonialmente por los daños antijurídicos que le sean imputables, causados por la acción o la omisión de las autoridades públicas. En el evento de ser condenado el Estado a la reparación patrimonial de uno de tales daños, que haya sido consecuencia de la conducta dolosa o gravemente culposa de un agente suyo, aquél deberá repetir contra éste".*

2.1.2. Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de apelación, mar. 30/2022, rad. 2012-00003-01(54770), C.P. Nicolás Yepes Corrales: *"En sentencia de unificación del 19 de abril de 2012, la Sección Tercera determinó que el artículo 90 de la Constitución Política no privilegió ningún título de imputación, por lo que es deber del juez encuadrar el régimen de responsabilidad aplicable al caso concreto, de acuerdo con lo que encuentre probado en el proceso (Consejo de Estado, Sección Tercera. Sentencia del 19 de abril de 2012. Rad.: 21515). En ese orden de ideas, cuando el daño se cause con ocasión de una actividad riesgosa, como es el uso de armas de fuego, la conducción de vehículos automotores o la conducción de energía eléctrica, es posible aplicar cualquiera de los dos títulos de imputación de acuerdo con la*

naturaleza y circunstancias que enmarcaron la causación del daño antijurídico cuya reparación se pretende. De hecho, el régimen de falla del servicio puede aplicarse cuando se encuentra probado que la demandada, por ejemplo, no realizó un mantenimiento adecuado o incumplió con la reparación de las redes eléctricas (Consejo de Estado, Sección Tercera. Sentencia del 13 de junio de 2016. Rad.: 36222); ***mientras que si la actuación defectuosa de la administración no fue la causa determinante del daño, se podría acudir a un régimen de responsabilidad objetiva, en el que la parte actora solo deberá demostrar que la actividad riesgosa desarrollada por la administración fue la que causó el daño que se reclama*** *(Consejo de Estado, Sección Tercera. Sentencia del 3 de diciembre de 2018. Rad.: 42992).*" (resaltado propio).

2.1.3. Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de apelación, jul. 26/2021, rad. 2011-00229-01(52998), C.P. Jaime Enrique Rodríguez Navas: *"Teniendo en cuenta los elementos generales por los que se configura la responsabilidad extracontractual del Estado, es necesario identificar el régimen de imputación en el que la prestación del servicio público de energía eléctrica se puede enmarcar, toda vez que en el caso concreto, es a partir de la actividad de distribución y conducción de energía eléctrica que presuntamente se generó el daño. En este orden de ideas, esta Corporación ha considerado que la conducción de energía eléctrica es una actividad peligrosa, por lo que el régimen de imputación es preponderantemente objetivo, dentro del título de imputación conocido como riesgo excepcional (Así lo ha reconocido en reiteradas ocasiones esta Judicatura, como en la sentencia de 24 de marzo de 2011, expediente 19067, donde estableció: 'la conducción de energía constituye una actividad que por sí misma es peligrosa y, por consiguiente, cualquier tipo de daño que se produzca a partir de la misma debe ser indemnizado con base en la teoría del riesgo excepcional'), fundado en la idea de que* ***aquella autoridad pública que en la ejecución de sus funciones cree un riesgo particular de daño, debe asumir las consecuencias, cuando el riesgo se materialice. Entonces, si dentro del ejercicio de sus funciones una entidad pública genera verdaderos peligros a terceros, como sucede con la producción, conducción y mantenimiento de energía eléctrica, dentro de la prestación del servicio público, y eventualmente ocasiona efectos negativos, esta se encuentra obligada a reparar los perjuicios que su actividad haya causado, sin importar si existió falla en el servicio o no****, pues lo que se cuestiona no es la diligencia de la administración, sino '****la concreción del peligro propio de la actividad riesgosa****' (Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Sentencia de 28 de noviembre de 2002, expediente 14063). De manera que 'al actor le bastará probar la existencia del daño y la relación de causalidad entre éste y el hecho de la administración, realizado en desarrollo de la actividad riesgosa' (Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Sentencia de 17 de junio de 1997, expediente 10024). Por lo que solo la administración se puede eximir de responsabilidad, si demuestra que el daño se debió a causas extrañas, tales como: fuerza mayor, culpa exclusiva de la víctima o hecho de un tercero, como ocurre en el tendido y uso de redes clandestinas (Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Sentencia de 23 de junio de 2010, expediente 19572)".* (resaltado propio)

2.2. Contrargumentos de las excepciones de mérito:

Resaltadas dichas normas, a partir de las mismas y basado en la contestación de la demanda procedemos a manifestar:

2.2.1. Frente a las excepciones propuestas por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.:

2.2.1.1. Respecto de la excepción denominada: "*1. INEXISTENCIA DE RESPONSABILIDAD A CARGO DE GASES DE OCCIDENTE S.A., POR LA FALTA DE ACREDITACIÓN DEL NEXO*

CAUSAL ENTRE LA SUPUESTA CONDUCTA DESPLEGADA POR MI REPRESENTADA Y EL DAÑO QUE PRETENDE SER INDEMNIZADO":

i. De forma muy general, la compañía aquí demandada GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. aduce que carece de responsabilidad por los hechos ocurridos el 20 de junio de 2019 (la deflagración que se presentó en la Notaría Segunda de Yumbo y que la consecuente muerte de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE) porque: (i) no existe un prueba que acredite que la causa de la deflagración es imputable a su actividad (acción y/u omisión); y (ii) no existe prueba de su actuar culposo. Sin embargo, estas afirmaciones desconocen el régimen de imputación de responsabilidad aplicable al presente caso.

ii. Como se expresó desde el escrito de demanda inicial, el siniestro del 20 de junio de 2019 ocurrió por la confluencia de las dos actividades peligrosas (esto es, el transporte de material inflamable como el gas natural por tuberías, por parte de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., y la ejecución de una obra constructiva con rompimiento de pavimento que afectará la tubería de gas, por parte de ESPY S.A. E.S.P. y el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018). En estos escenarios, según la jurisprudencia del Consejo de Estado[1], las entidades estatales se hacen responsables de manera objetiva (con presunción de culpa) bajo la teoría del riesgo excepcional. Pues, si bien se desarrolló una actividad lícita y necesaria para la vida en sociedad, el uso de un objeto, sustancia o instalación peligrosa ocasionó un daño que merece ser reparado[2]. En palabras del Consejo de Estado:

> *Frente a los presupuestos de procedencia del régimen objetivo de responsabilidad por riesgo, viene oportuno precisar que la aplicación de dicho régimen, conforme a la jurisprudencia de esta Corporación, supone "demostrar que la actividad riesgosa desarrollada por la administración fue la causa del daño que se reclama". Por tanto, "cuando se produce un daño relacionado con esa actividad lo que debe analizarse es si dicho daño constituyó la realización del riesgo por haberse desencadenado el potencial dañoso de la actividad, o si el resultado es ajeno al riesgo y la actividad peligrosa sólo fue causa pasiva en la producción del daño. En este último evento, no puede afirmarse que la actividad fue causa eficiente del daño" (Consejo de Estado, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de 30 de marzo de 2022, expediente 2012- 00003-01 (54770). Reitera tesis expuesta en la sentencia de 15 de agosto de 2002, expediente 14357). Así, la concreción del riesgo da lugar a la declaración de responsabilidad sólo en los eventos en que "se prueba la existencia de/daño y la*

[1] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 27 de julio de 2000, rad. 12099, C.P. Alier Eduardo Hernández Enríquez; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 29 de agosto de 2007, rad. 1994-04691-01, C.P. Ruth Stella Correa Palacio; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 8 de junio de 2011, rad. 1998-05110-01, C.P. Hernán Andrade Rincón; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia de 26 de marzo de 2008, rad. 16.530, C.P. Mauricio Fajardo Gómez.

[2] "*El daño causado ha sido la consecuencia de una actividad organizada (económica o no) potencialmente creadora de daños previsibles e inevitables (o al menos inevitables totalmente), actividad que aporta ventajas a su titular y que en cuanto tal está permitida por el ordenamiento, siempre que sean reparados los daños causados a los particulares, en el desarrollo de aquella*". Leguina Villa, Jesús, La responsabilidad civil de la administración pública, editorial Tecnos, 1983, Madrid, p. 146; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia de 29 de febrero de 2016, rad. 2000-03491-01, C.P. Danilo Rojas Betancourth; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sala Primera Especial de Decisión, sentencia de unificación de 10 de junio de 2021, rad. 2002-04584-02, C.P. María Adriana Marín.

relación de causalidad jurídica entre este y el hecho de la Administración, realizado en desarrollo de esa actividad peligrosa -régimen objetivo de responsabilidad- *(...). Este presupuesto de la responsabilidad debe estar debidamente acreditado en el proceso, porque la ley no ha establecido presunciones legales frente al nexo de causalidad" (Consejo de Estado, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de 28 de febrero de 2020, expediente 34750). En ese orden, "la entidad pública (...) se encuentra obligada a reparar los perjuicios que su actividad haya causado, sin importar si existió fa/la en el servicio o no, pues lo que se cuestiona no es la diligencia de la administración, sino 'la concreción del peligro propio de la actividad riesgosa'" (Consejo de Estado, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de 26 de julio de 2021, expediente 52998).*

Ahora, en punto a la atribución de responsabilidad bajo el régimen objetivo de riesgo excepcional, esta Sala ha considerado que el ejercicio de actividades peligrosas "no implica abandonar toda labor crítica para aceptar sin más que el agente encargado de la transmisión (...) deba responder por todo fenómeno (...). Así las cosas, la responsabilidad supone la inequívoca atribución de la autoría de un hecho que tenga la eficacia causal suficiente para generar el resultado (...). ***Entonces, para que la pretensión de responsabilidad extracontractual por actividad peligrosa pueda tener vocación de prosperidad, el demandante debe acreditar, además del daño cuyo restablecimiento persigue, que tal resultado tuvo por causa directa y adecuada aquella actividad'*** *" (Consejo de Estado, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de 30 de marzo de 2022, expediente 2012- 00003-01 (54770)).*[3] (resaltado propio)

iii. Por ejemplo, el Consejo de Estado recientemente resolvió en segunda instancia un caso donde se condenó a un hospital público con ocasión de la muerte de uno de sus auxiliares administrativos producto de la explosión de un tanque de gas propano sin mantenimiento que se encontraba en sus instalaciones. Para tal efecto, se demostró que la explosión fue iniciada como producto de la ruptura de una manguera que conducía el gas ocasionada por una retroexcavadora conducida por un contratista que efectuaba una obra al interior del centro médico. El Consejo de Estado imputó responsabilidad a la entidad pública conforme al **régimen objetivo dado el riesgo excepcional creado**[4]. Esta misma postura la empleó esta corporación respecto de otros casos que se sometieron bajo su conocimiento como consecuencia de los mismos hechos (la referida explosión del tanque de gas propano en el citado hospital público), donde falleció otra víctima[5] y donde resultó otra gravemente herida[6]. Asimismo, el Tribunal Administrativo de La Guajira precisó, en sentencia de segunda instancia hoy sometida a revisión por parte del

[3] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de revisión, ago. 2/2023, rad. 2019-00092-00 (64134), C.P. Jaime Enrique Rodríguez Navas.

[4] *"si el Hospital tenía pleno conocimiento de los riesgos que corrían sus trabajadores al tener en sus instalaciones un tanque de gas propano, tenía la carga de ser especialmente cuidadoso para evitar accidentes, como haberle hecho el correcto mantenimiento o retirarlo de las instalaciones del lugar"*. Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección B, sentencia de apelación, jul. 14/2023, rad. 2011-00062-01 (50358), C.P. Martín Bermúdez Muñoz.

[5] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, sentencia de apelación, jul. 25/2019, rad. 2011-00058-01(48968), C.P. Marta Nubia Velásquez Rico.

[6] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, sentencia de apelación, dic. 4/2020, rad. 2011-00347-01(54588), C.P. Marta Nubia Velásquez Rico.

Consejo de Estado[7], que la imputación jurídica del estado debía realizarse bajo el título de riesgo excepcional cuando los daños fueran causados por el transporte de hidrocarburos (específicamente de gas natural).

iv. En el mismo sentido, es públicamente conocido que la producción y conducción de energía eléctrica (servicio público similar a la conducción de gas natural) ha sido enjuiciada ampliamente por el Consejo de Estado como una actividad que, si bien tiene efectos positivos para el desarrollo del país, se transforma en un riesgo creado causante de daños a los particulares[8]. Esto supone la aplicación indiscutible del título de imputación de riesgo excepcional, dado que frente a los daños ocasionados por las redes de transmisión no se requiere indagar por el actuar culposo o doloso de la entidad pública o compañía privada que se beneficia de dicha actividad comercial. El mismo criterio de análisis (por riesgo excepcional) ha sido empleado cuando, por la construcción de una obra pública necesaria para la vida civil, resultan terceros lesionados (no trabajadores)[9].

v. En conclusión, dado que la mera actividad de transporte o conducción de gas natural (como sustancia peligrosa) y, por su parte, la ejecución de una obra de ingeniería son actividades donde la administración crea distintos escenarios de producción de riesgos (a costa del beneficio público o del público), los daños ocasionados por cada una de ellas deben ser indemnizados de manera objetiva (sin que el causante del daño, beneficiario de la actividad riesgosa, pueda excusar su responsabilidad en un actuar presuntamente diligente o prudente). Naturalmente, su confluencia (como ocurre en este caso, toda vez que la obra de ingeniería ocasionó una ruptura no corregida de las tuberías que conducían el gas) no supone que el título de imputación varíe. Por el contrario, la aplicación de la teoría del riesgo excepcional resulta aún más imperativa[10].

vi. Así las cosas, contrario a lo que pretende hacer ver la compañía demandada GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., el nexo causal entre su actividad de

[7] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Quinta, auto de selección para unificación, mar. 14/2019, rad. 2002-00438-01(AG)AREV, C.P. Alberto Yepes Barreiro.

[8] Véase al respecto, Consejo de Estado, Sala Plena de lo Contencioso Administrativo, Sala Primera Especial de Decisión, sentencia de unificación, jun. 10/2021, rad. 2002-04584-02(AG)REV-SU, C.P. María Adriana Marín.

[9] Al respecto revisar, Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 15 de febrero de 2012, rad. 1999-00016-01(20458), C.P. Enrique de Jesús Gil Botero; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 6 de junio de 2007, rad. 1989-04966-01(15781), C.P. Ramiro Saavedra Becerra; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 10 de septiembre de 1998, rad. 10.820, C.P. Ricardo Hoyos Duque; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 31 de mayo de 2001, rad. 12.920, C.P. Germán Rodríguez Villamizar.

[10] Incluso, en determinados casos (no mayoritarios) cuando una de las personas jurídicas que integran la parte pasiva es una compañía sometida al régimen del derecho privado (como lo es GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.) el Consejo de Estado ha decidido aplicar exclusivamente para dicha entidad la teoría general de la responsabilidad civil extracontractual (según los criterios de la jurisprudencia de la Corte Suprema de Justicia). Para el caso, dada la evidente actividad riesgosa que administra (como guardián y garante de ella) GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., resultaría aplicable el régimen de presunción de culpa que ya fue expresamente considerado por la Sala de Casación Civil como de régimen objetivo (Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Civil, sentencia SC2111-2021, jun. 2/2021, rad. 2011-00106-01. M.P. Luis Armando Tolosa Villabona). Al respecto, véase Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección B, sentencia de apelación, dic. 5/2016, rad. 2005-00996-01(38806), C.P. Danilo Rojas Betancourth.

conducción o transporte de gas (incluyendo las acciones u omisiones respecto de las tuberías cercanas a la Notaría Segunda de Yumbo antes de la ocurrencia del siniestro) y la deflagración del 20 de junio de 2019 se encuentra probado. Pues, la mera chispa de activación que se generó en la cocina de la citada Notaría no fue la causa (única y eficiente) del siniestro. La mera llama producida por una estufa no hubiera generado la deflagración instantánea del inmueble (situación contrafáctica que atenta contra las reglas de la sana crítica y la experiencia). Era necesaria y fundamental la presencia de gas natural en exceso al interior de las instalaciones para que una mera activación ocasionara el incendio instantáneo. Lo cual, por supuesto, depende exclusivamente de que existiera una provisión no contralada ni advertida de gas natural que solo puede explicarse por una fuga en las tuberías que administraba la compañía prestadora del servicio público y que bordeaban a la Notaría. No había ningún otro artefacto (como tanque o pipetas de gas propano o similares) al interior del inmueble que pueda explicar la presencia excesiva de gas en el aire, así como tampoco existía ninguna otra tubería de gas natural cercana que fuese operada por una compañía distinta a GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

vii. En este punto, toma especial relevancia las pruebas documentales que acompañaron la demanda inicial (Prueba 15, Prueba 16 y Prueba 17), relativas a los informes de investigación de la deflagración (suscritos por el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo y a Secretaría de Paz y Convivencia Ciudadana del Municipio de Yumbo), así como el reporte de emergencia e informe de atención de la emergencia de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., donde se precisó que la causa del siniestro se debía a la presencia de gas al interior de la Notaría producto de una fuga de gas natural subterránea con ocasión de una ruptura de una tubería de ¾ de pulgada PE P80 (administrada, operada y controlada por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.). Asimismo, en las pruebas documentales núm. 18, 23, 40, 41 y 42, y el dictamen pericial aportado por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 con todos sus anexos se acredita como: (i) existió una ruptura el día 15 de abril de 2019 de una tubería de que recorría la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar y que operada por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., con ocasión de las obras realizadas por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018; (ii) que el odorizador de la zona estaba apagado desde el 28 de mayo de 2019; (iii) que ocurrió la deflagración el 20 de junio de 2019 y que, posterior a ella, se encontró una ruptura en una tubería de gas natural de ¾ de pulgada PE P80 sobre la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar (la cual fue determinada como la fuente del gas que ocasionó el siniestro); (iv) incluso, existieron otras 38 afectaciones y rupturas de las redes de gas natural administradas por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., entre el año 2018 y la ocurrencia del siniestro. En pocas palabras, está más que probado el nexo causal entre la actividad de conducción de gas natural (dada la abertura de una tubería que era administrada por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.) y la deflagración que le ocasionó graves lesiones y posteriormente la muerte a la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE.

2.2.1.2. Respecto de la excepción denominada: "*2. INEXISTENCIA DE RESPONSABILIDAD DE GASES DE OCCIDENTE S.A., POR ENCONTRARSE CONFIGURADA LA CAUSAL EXIMENTE DE RESPONSABILIDAD "HECHO DE UN TERCERO"."*:

i. Al respecto, GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. argumenta que se acredita la causal eximente de responsabilidad de hecho de un tercero por cuanto el activador de la deflagración fue "*la chispa eléctrica de la estufa de gas ubicado en la cocina* (de la Notaría)" y la ejecución de las obras de excavación y remoción de losas que efectuaron la ESPY S.A. E.S.P. y el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 sobre la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar en el Municipio de Yumbo.

ii. Empero, claro está, como se argumento en el punto anterior de este escrito (2.2.1.1.) la mera presencia del activador (la chispa de la estufa) no es la causa principal, única y eficiente de la deflagración. Era fundamental y necesario que el inmueble tuviera su aire excesivamente contaminado de gas natural. De forma tal que cualquier ignición de llama resultaría en el incendio ocurrido el pasado 20 de junio de 2019. En otras palabras, la causa eficiente del siniestro no es otra que la presencia indebida de gas natural al interior de la Notaría. Circunstancia atribuible (como administradora y beneficiaria comercial de las tuberías de gas que bordeaban el inmueble) a la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. Además, la presencia del gas en el aire interior de la Notaría tiene tres motivos ya probados hasta este punto: : **(i)** la ruptura el día 15 de abril de 2019 de una tubería de ¾ de pulgada PE P80 que recorría la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar y que operada por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., con ocasión de las obras realizadas por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 contratadas por la ESPY S.A. E.S.P. y el MUNICIPIO DE YUMBO; **(ii)** la falta de funcionamiento odorizador de la zona desde el 28 de mayo de 2019; y **(iii)** la conducción de gas natural por parte de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. en las tuberías que bordeaban la Notaría y su falta de previsión, control y acción por parte de que buscará evitar las posibles fugas de gas de la citada tubería.

iii. Luego, como se indicó antes, la confluencia de las dos actividades peligrosas (esto es, el transporte de material inflamable como el gas natural por tuberías, por parte de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., y la ejecución de una obra constructiva con rompimiento de pavimento que afectará la tubería de gas, por parte de ESPY S.A. E.S.P. y el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018) son la causa eficiente del daño padecido por la víctima. GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. no puede excusar su responsabilidad en el hecho de la ESPY S.A. E.S.P. y el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018, así como estas no pueden excusar su responsabilidad en aquella (como se verá más adelante en este escrito), dado que ambas actividades peligrosas son, conjunta e inseparablemente, la causa del siniestro.

2.2.1.3. Respecto de la excepción denominada: "*3. CUMPLIMIENTO POR PARTE DE GASES DE OCCIDENTE S.A. DE SUS OBLIGACIONES, SIENDO DILIGENTE Y OBSERVANDO LOS REGLAMENTOS Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE GAS NATURAL EN DEBIDA FORMA, LO QUE EVIDENCIA QUE LAS ACTUACIONES DESPLEGADAS POR ESTA SOCIEDAD NO TUVIERON INCIDENCIA DE NINGÚN TIPO EN LA OCURRENCIA DEFLAGRACIÓN*":

i. Respecto a esta excepción solo cabe recordar lo ya expresado en el punto de este escrito, dado que el régimen de responsabilidad administrativa aplicable es de naturaleza objetiva (y GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. no puede excusar su responsabilidad alegando diligencia y prudencia en su actuar), así como lo

manifestado por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 en las excepciones de mérito denominadas "*II. GASES DE OCCIDENTE ACTUÓ DE MANERA NEGLIGENTE, INEXPERTA E IMPRUDENTE EN LA REPARACION DE LA ROTURA DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN DE GAS NATURAL DEL 15 DE ABRIL DE 2019*", "*III. LOS DEBERES DE MANTENIMIENTO, INSPECCION, VIGILANCIA, CUIDADO Y CONTROL DE LAS REDES DE GAS NATURAL ESPERADOS NORMATIVA Y LEGALMENTE DE GASES DE OCCIDENTE, NO FUERON REALIZADOS*" y "*IV. EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA DEFLAGRACIÓN SE REALIZARON VARIAS OBRAS POR LO QUE SE VUELVE MÁS FUERTE EL DEBER DE GASES DE OCCIDENTE DE REDUCIR RIESGOS PRODUCIDOS POR DAÑOS A LA RED DE GAS*" de su escrito de contestación que resulten probadas.

2.2.1.4. Respecto de la excepción denominada: "*4. OPOSICIÓN FRENTE A LOS PERJUICIOS MORALES DEPRECADOS POR EL EXTREMO ACTIVO*":

i. Este medio exceptivo resulta inocuo toda vez que los montos solicitados como daño moral por cada uno de los aquí DEMANDANTES responden a las reglas y topes fijados por la jurisprudencia reiterada del Consejo de Estado. Luego, acreditada la obligación indemnizatoria de las DEMANDADAS (incluyendo especialmente a la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.) deberá proferirse una sentencia condenatoria que reconozca el pago de dichas sumas.

2.2.1.5. Respecto de la excepción denominada: "*5. GENÉRICA Y OTRAS*":

i. Frente a las eventuales excepciones que presuntamente se presenten a favor de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. con ocasión del desarrollo del presente proceso, esta parte se pronunciará en la etapa procesal pertinente.

2.2.2. <u>Frente a las excepciones propuestas por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018</u>:

2.2.2.1. Respecto de la excepción denominada: "*I. FALTA DE LEGITIMACION EN LA CAUSA POR PASIVA DEL CONSORCIO POZO PLATANARES 2018*":

i. Naturalmente, el hecho de que el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 aduzca su falta de responsabilidad en el siniestro ocurrido el 20 de junio de 2019, ello no supone su falta de legitimación en la causa por pasiva. En todo caso, a continuación, demostraremos los motivos que implican la imputación de responsabilidad que le es exigible en este caso.

2.2.2.2. Respecto de la excepción denominada: "*I. LA RESPONSABILIDAD DE GASES DE OCCIDENTE PARA REPARAR DE MANERA DILIGENTE, PRUDENTE Y CON EXPERTICIA LA ROTURA DEL DIA 15 DE ABRIL DE 2019*":

i. Como se expresó anteriormente (véase puntos 2.2.1.1. y 2.2.1.2. de este escrito) el régimen de responsabilidad que surge para el presente caso es de naturaleza objetiva por la confluencia de dos actividades peligrosas como generadoras eficientes y fundamentales del daño padecido por la víctima. Estas son, el transporte de material inflamable como el gas natural por tuberías, por parte de

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. junto a la falta de corrección de fugas, y la ejecución de una obra constructiva con rompimiento de pavimento que afectará la tubería de gas, por parte de la ESPY S.A. E.S.P. y el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018. La perforación o rompimiento que realizó el día 15 de abril de 2019 el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 respecto de la tubería de ¾ de pulgada PE P80 que recorría la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar, operada por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., tras efectuar el levantamiento de las losas de concreto de la vía pública es una actividad riesgosa, como lo ha indicado la jurisprudencia del Consejo de Estado[11].

ii. Luego, para los fines de este caso, resulta inocuo e insuficiente que el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 pretenda excusar su responsabilidad aduciendo que informó oportunamente a la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. de la fuga de gas natural. Ese presunto y no probado actuar diligente no puede integrar, en ningún caso, causal eficiente de exoneración de la obligación indemnizatoria respecto de los aquí DEMANDANTES.

2.2.2.3. Respecto del grupo de excepciones denominadas: "*II. GASES DE OCCIDENTE ACTUÓ DE MANERA NEGLIGENTE, INEXPERTA E IMPRUDENTE EN LA REPARACION DE LA ROTURA DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN DE GAS NATURAL DEL 15 DE ABRIL DE 2019*", "*III. LOS DEBERES DE MANTENIMIENTO, INSPECCION, VIGILANCIA, CUIDADO Y CONTROL DE LAS REDES DE GAS NATURAL ESPERADOS NORMATIVA Y LEGALMENTE DE GASES DE OCCIDENTE, NO FUERON REALIZADOS*" y "*IX. RESPONSABILIDAD CONTRACTUAL DE GASES DE OCCIDENTE Y SU FALTA A LA OBLIGACION DE SEGURIDAD*":

i. Respecto de estas excepciones de mérito, dado que el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 se concentra en acreditar la culpa (o el actuar negligente, imprudente, con impericia y/o, si se quiere, culposo) de la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. en la deflagración ocurrida al interior de la Notaría Segunda de Yumbo, nos atenemos a lo que resulte probado y a las consideraciones del despacho. En todo caso, vale aclarar que, como se precisará en los argumentos contra los demás medios exceptivos propuestos, esto no supone una exoneración o rompimiento de la imputación de responsabilidad que le debe ser indilgada al CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 por la ocurrencia del siniestro.

2.2.2.4. Respecto del grupo de excepciones denominadas: "*IV. EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA DEFLAGRACIÓN SE REALIZARON VARIAS OBRAS POR LO QUE SE VUELVE MÁS FUERTE EL DEBER DE GASES DE OCCIDENTE DE REDUCIR RIESGOS PRODUCIDOS POR DAÑOS A LA RED DE GAS*" y "*V. EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA DEFLAGRACION SE REALIZARON VARIAS OBRAS POR LO QUE NO SE PUEDE ATRIBUIR LA FISURA DE LA RED POR DONDE ESCAPÓ EL GAS Y LA QUE CAUSÓ LA*

[11] Al respecto revisar, Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 15 de febrero de 2012, rad. 1999-00016-01(20458), C.P. Enrique de Jesús Gil Botero; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 6 de junio de 2007, rad. 1989-04966-01(15781), C.P. Ramiro Saavedra Becerra; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 10 de septiembre de 1998, rad. 10.820, C.P. Ricardo Hoyos Duque; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia del 31 de mayo de 2001, rad. 12.920, C.P. Germán Rodríguez Villamizar.

DEFLAGRACION DEL 20 DE JUNIO DE 2018 AL CONSORCIO POZO PLATANARES 2018":

i. En pocas palabras, el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 argumenta en los dos medios exceptivos señalados que: (i) existieron otras obras públicas cercanas a la Notaría Segunda de Yumbo que fueron ejecutadas por otros contratistas; (ii) que era previsible un posible daño de las tuberías de gas natural producto de esas obras civiles; (iii) el único operador de las redes de gas natural en el Municipio de Yumbo era la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.; (iv) la fisura de la tubería de ¾ de pulgada PE P80 que recorría la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar y que ocasionó la deflagración era distinta a aquella que sufrió la perforación o rompimiento el día 15 de abril de 2019 producto de las actividades desarrolladas por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018.

ii. Si bien la parte activa no desdice los argumentos (ii) y (iii) antes referidos por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 en su contestación de la demanda, ni tampoco desconoce que existieron otras obras de ingeniería civil en zonas cercanas a la Notaría Segunda de Yumbo antes de la ocurrencia del siniestro; lo cierto es que no existe prueba alguna (más allá del dicho afirmativo del mismo CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 y de la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.) de que en efecto la ruptura de tubería que ocasionó la deflagración fuera distinta a la ocasionada por el citado consorcio el día 15 de abril de 2019. De hecho, según las normas procesales (arts. 167 del Código General del Proceso y 1757 del Código Civil), era carga de las referidas compañías aportar alguna prueba que acreditase lo manifestado, lo cual no ocurrió. Por lo contrario, lo que sí es cierto —*y funge como un indicio importante*— es que la tubería de gas natural subterránea rota e inserta bajo la vía pública (Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar) se encontraba justo en la zona donde realizó las labores constructivas el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 y no cualquier otro contratista de la ESPY S.A. E.S.P. o del MUNICIPIO DE YUMBO.

2.2.2.5. Respecto del grupo de excepciones denominadas: *"VI. NO EXISTE NEXO CAUSAL ENTRE EL CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 Y LOS PERJUICIOS PRETENDIDOS"*, *"VII. AUSENCIA DE RESPONSABILIDAD DEL CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 EN LA DEFLAGRACION DEL 20 DE JUNIO DE 2019"* y *"VIII. TEORIA DE LA CAUSALIDAD ADECUADA: HECHO DE UN TERCERO QUE GENERA EL DAÑO (GDO)"*:

i. Respecto a este medio exceptivo solo vale la pena reiterar lo ya expresado hasta este punto frente al régimen de responsabilidad aplicable y la causa eficiente demostrada del siniestro que es atribuible a la confluencia de dos actividades peligrosas, como lo fueron el transporte de material inflamable como el gas natural por tuberías por parte de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. junto a la falta de corrección de fugas, y la ejecución de una obra constructiva con rompimiento de pavimento que afectará la tubería de gas, por parte de la ESPY S.A. E.S.P. y el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018. Véase los apartados 2.2.1.1., 2.2.1.2., 2.2.2.2., 2.2.2.3. y 2.2.2.4. de este escrito.

2.2.2.6. Respecto de la excepción denominada: *"X. HECHO DE UN TERCERO: CULPA DEL USUARIO DE LA RED DE GAS NATURAL (NOTARÍA)"*:

i. Para esta excepción de mérito el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 alega un posible rompimiento de la causalidad ya esgrimida toda vez que afirma que existía presuntamente una inadecuada instalación de la red interna de gas al interior de la Notaría Segunda de Yumbo. Sin embargo, no existe alguno de esta afirmación al interior del proceso (siendo su carga procesal, conforme con los arts. 167 del Código General del Proceso y 1757 del Código Civil). La mera prueba documental aportada contentiva de una respuesta dada por el Departamento Administrativo de Planeación e Informática del Municipio de Yumbo a una petición realizada por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 donde se afirma que no se habían concedido licencias urbanísticas para el respectivo predio no acredita que un imperfecto interno de la red sea la causa eficiente del siniestro. Lo que sí ha quedado demostrado, por las distintas pruebas aportadas por las partes[12], es que la deflagración se produjo por la acumulación de gas natural en el aire interno de la Notaría que provino de una tubería ubicada de forma subterránea afuera del inmueble y en la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar (zona donde el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 había ejecutado la obra civil y donde ocasionó la perforación, fisura o ruptura de dicha tubería de gas el día 15 de abril de 2019). Véase al respecto lo dicho en los apartados 2.2.1.1., 2.2.1.2. y 2.2.2.4. de este escrito de traslado.

2.2.2.7. Respecto del grupo de excepciones denominadas: *"XI. NO SE PROBARON LAS LESIONES (EL DAÑO)"* y *"XII. NO SE PROBÓ LA CAUSA DEL HECHO DAÑOSO"*:

i. Contrario a las afirmaciones dadas por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018, de la historia clínica de la víctima y de las reglas de la sana crítica y la experiencia, puede deducirse no solo el intenso padecimiento sufrido por la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE tras las graves quemaduras sufridas en la deflagración del 20 de junio de 2019 (quemaduras de III grado en el 70% de su superficie corporal con afectación de la vía aérea) y que estas circunstancias la llevaron a su deceso el día 30 de junio de 2019. Solo la proximidad entre ambos eventos y los reportes de las historias clínicas aportadas demuestran dicha relación.

2.2.2.8. Respecto de la excepción denominada: *"XIII. NO SE PROBÓ LA RELACION AFECTIVA ENTRE LOS DEMANDANTES Y LA FALLECIDA"*:

i. Contrato a lo dicho por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018, las relaciones de parentesco y afectivas entre los aquí DEMANDANTES con la víctima, CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE, se encuentra probada en los documentos aportados (véase especialmente la Prueba 26 que acompaña este escrito), así como eventualmente se hará con la declaración de los testigos solicitados con el escrito de demanda inicial.

[12] Prueba 15, Prueba 16 y Prueba 17 que acompañaron la demanda inicial, así como las pruebas documentales núm. 18, 23, 40, 41 y 42, y el dictamen pericial aportado por el mismo CONSORCIO POZO PLATANARES 2018.

2.2.2.9. Respecto de la excepción denominada: "*XIV. GENERICA O INOMINADA Y OTRAS*":

i. Frente a las eventuales excepciones que presuntamente se presenten a favor del CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 con ocasión del desarrollo del presente proceso, esta parte se pronunciará en la etapa procesal pertinente.

2.2.3. Frente a las excepciones propuestas por el MUNICIPIO DE YUMBO:

2.2.3.1. Respecto de la excepción denominada: "*1. FALTA DE LEGITIMACIÓN EN LA CAUSA MATERIAL POR PASIVA*":

i. El MUNICIPIO DE YUMBO aduce que, frente a la presente reclamación judicial de perjuicios, carece de legitimación en la causa por pasiva puesto que, si bien su vinculación nace como producto del Convenio Interadministrativo núm. 180.11.02.006-2017 (cuyo objeto era "*aunar esfuerzos para la construcción de las obras del Pozo Platanares nororiental en el Municipio de Yumbo*") y a los recurso que le entregó a la ESPY S.A. E.S.P. para el mejoramiento de las instalaciones públicas en el municipio, (i) esta entidad territorial no contrato directamente con el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 (quien con la obra pública ocasionó los daños aquí aducidos), (ii) la ESPY S.A. E.S.P. (quien sí contrató al CONSORCIO POZO PLATANARES 2018) es una entidad pública con personería jurídica propia y autonomía administrativa y financiera, y (iii) la cláusula décima octava del citado Convenio Interadministrativo fija un rompimiento contractual de la solidaridad producto de su ejecución.

ii. Sin embargo, todos estos argumentos no son más que meros sofismas que buscan eludir la responsabilidad administrativa imputable a la entidad territorial toda vez que, si bien no ejecutó la obra ni contrató directamente al contratista ejecutor, bajo el principio *ubi emolumentum ibi onus esse debet* (donde está la utilidad debe estar la carga) ampliamente reconocido por el Consejo de Estado[13], el MUNICIPIO DE YUMBO es responsable por los perjuicios causados con la actividad peligrosa (la ejecución de una obra constructiva de gran envergadura) dado que le beneficiaba. De hecho, era esta entidad territorial quien debía, con ocasión de las normas constitucionales y legales, ejecutar o velar por la ejecución de las obras de mejoramiento de las instalaciones y vías públicas del municipio. En el escrito de contestación incluso afirma que:

[13] "*Adicionalmente, esta Colegiatura ha indicado que cuando la controversia trata de la génesis de un daño ocurrido con ocasión del desarrollo de una obra que la Administración contrató, su análisis debe realizarse bajo el principio ubi emolumentum ibi onus esse debet (donde está la utilidad debe estar la carga), que prevé las consecuencias de* ***la responsabilidad en cabeza de quien se beneficia de la obra, por lo que la administración funge como ejecutora, pues tiene la titularidad de la obra, de manera que no pueden oponer a terceros los eventuales pactos de indemnidad que celebre con el contratista***." Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de apelación, ene. 24/2024, rad. 2005-03929-02(60380), C.P. Jaime Enrique Rodríguez Navas. Véase asimismo, Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección B, sentencia de apelación, may. 11/2017, rad. 2003-01208-01(39901), C.P. Ramiro Pazos Guerrero; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, sentencia de apelación, feb. 26/2015, rad. 2001-00706-01(25640), C.P. Hernán Andrade Rincón; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia de apelación, may. 3/2007, rad. 1994-00422-01(19420), C.P. Ramiro Saavedra Becerra.

el Municipio de Yumbo, si bien celebró un convenio para aunar esfuerzos para la construcción de las obras del Pozo Platanares nororiental en el Municipio de Yumbo, sencillamente en virtud de este convenio trasladar unos recursos a la empresa de servicios públicos cuya finalidad era ***buscar un fin Constitucional consistente en garantizar no la prestación de un servicio público sino el mejoramiento de las condiciones de su prestación***. (resaltado propio)

Luego, al MUNICIPIO DE YUMBO no solo le asiste la legitimación en la causa por pasiva al interior de este proceso, sino que también tiene a su cargo la obligación indemnizatoria (bajo el régimen de responsabilidad objetiva por riesgo excepcional, como se ha visto) a favor de los aquí DEMANDANTES por los perjuicios sufridos con ocasión de las obras públicas.

2.2.3.2. Respecto de la excepción denominada: "*2. INEXISTENCIA DE NEXO DE CAUSALIDAD Y HECHO DE UN TERCERO*":

i. Respecto de esta excepción de mérito solo vale indicar que, como los perjuicios aquí solicitados nacen como producto de la confluencia de las dos actividades peligrosas (el transporte de material inflamable como el gas natural por tuberías, por parte de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., y la ejecución de una obra constructiva con rompimiento de pavimento que afectará la tubería de gas) y que justamente la obra pública acusada que era desarrollada por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 fue contratada por la ESPY S.A. E.S.P. con ocasión del Convenio Interadministrativo núm. 180.11.02.006-2017 celebrado con el MUNICIPIO DE YUMBO; no solo no existe un rompimiento del nexo causal por el hecho de un tercero, sino que queda acreditada la responsabilidad objetiva en cabeza de la entidad territorial. Frente a ello, reiteramos los argumentos dados en los puntos 2.2.1.1., 2.2.1.2., 2.2.2.2., 2.2.2.3., 2.2.2.4. y 2.2.2.5. de este escrito.

2.2.3.3. Respecto de la excepción denominada: "*V. EXCEPCIÓN GENÉRICA O INNOMINADA*":

i. Frente a las eventuales excepciones que presuntamente se presenten a favor del MUNICIPIO DE YUMBO con ocasión del desarrollo del presente proceso, esta parte se pronunciará en la etapa procesal pertinente.

2.2.4. Frente a las excepciones propuestas por la EMPRESA OFICIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE YUMBO S.A. E.S.P. (ESPY S.A. E.S.P.):

2.2.4.1. Respecto de la excepción denominada: "*INEXISTENCIA DEL NEXO DE CAUSALIDAD*":

i. La ESPY S.A. E.S.P. pretende romper el nexo causal existente entre la confluencia de las dos actividades peligrosas (esto es, el transporte de material inflamable como el gas natural por tuberías, por parte de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., y la ejecución de una obra constructiva con rompimiento de pavimento que afectará la tubería de gas, por parte de ESPY S.A. E.S.P. y el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018) y la deflagración ocurrida el 20 de junio de 2019 aduciendo que: (i) pasó más de un mes entre la ruptura de la tubería de ¾ de pulgada PE P80 por parte del CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 el día 15 de abril de 2019

y el siniestro; y **(ii)** esta entidad contratista informó oportunamente del daño a la compañía **GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.** (quien administraba dicha tubería).

ii. Al respecto reiteramos lo expresado en los apartes 2.2.1.1., 2.2.1.2., 2.2.2.2., 2.2.2.3., 2.2.2.4. y 2.2.2.5. de este escrito. Pues, la mera distancia temporal (que realmente no resulta tan corta) no rompe el nexo causal existente, más cuando se tiene probado que: **(i)** existió una ruptura el día 15 de abril de 2019 de una tubería de que recorría la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar y que operada por **GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.**, con ocasión de las obras realizadas por el **CONSORCIO POZO PLATANARES 2018**; **(ii)** que el odorizador de la zona estaba apagado desde el 28 de mayo de 2019; **(iii)** que ocurrió la deflagración el 20 de junio de 2019 y que, posterior a ella, se encontró una ruptura en una tubería de gas natural de ¾ de pulgada PE P80 sobre la Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar (la cual fue determinada como la fuente del gas que ocasionó el siniestro); **(iv)** incluso, existieron otras 38 afectaciones y rupturas de las redes de gas natural administradas por **GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.**, entre el año 2018 y la ocurrencia del siniestro. La diligencia o conducta prudente del **CONSORCIO POZO PLATANARES 2018** y de la **ESPY S.A. E.S.P.** (que no está probado) no servirían para eximirlas de responsabilidad respecto de los perjuicios sufridos por los aquí **DEMANDANTES**, dado que el título de imputación aplicable a la confluencia de las actividades peligrosas que generaron la deflagración es el de riesgo excepcional (de carácter objetivo).

2.2.4.2. Respecto de la excepción denominada: "*CARENCIA PROBATORIA DE LOS DERECHOS RECLAMADOS*":

i. Respecto de esta excepción de mérito, reiteramos lo indicado 2.2.1.4., 2.2.2.7., 2.2.2.8., entre otros argumentos de este escrito.

2.2.4.3. Respecto de la excepción denominada: "*TEMERIDAD*":

i. La presente excepción, naturalmente, está llamada al fracaso, no solo porque con las diligencias probatorias los cargos de responsabilidad objetivamente a la **ESPY S.A. E.S.P.** están más que acreditados, sino porque no hay prueba alguna de temeridad de los aquí **DEMANDANTES** con la formulación de la demanda administrativa.

2.2.4.4. Respecto de la excepción denominada: "*FALTA DE LEGITIMACIÓN POR LA PARTE PASIVA*":

i. Respecto de este medio exceptivo cabe resaltar nuevamente lo indicado en el punto 2.2.3.1. del presente escrito. La **ESPY S.A. E.S.P.** pretende excusar su responsabilidad aduciendo que el ejecutor directo de la obra era el **CONSORCIO POZO PLATANARES 2018**, quien cuenta con sendos seguros de responsabilidad civil con la compañía **LIBERTY SEGUROS S.A.**, y que en la cláusula séptima del contrato estatal que le fue adjudicado para la realización de las obras de ingeniería se establece una asunción de riesgos exclusiva de esa parte contractual. Empero, como se indicó, ninguno de estos elementos supone que, frente a las víctimas del siniestro, la **ESPY S.A. E.S.P.** no sea solidariamente responsable. En especial, bajo

el principio *ubi emolumentum ibi onus esse debet* (donde está la utilidad debe estar la carga) ampliamente reconocido por el Consejo de Estado[14], la ESPY S.A. E.S.P. (al igual que el MUNICIPIO DE YUMBO) es responsable por los perjuicios causados con la actividad peligrosa dado que le beneficiaba. Más aún cuando el régimen de imputación de responsabilidad administrativa es el propio del riesgo excepcional, tal como se argumentó desde el apartado 2.2.1.1. del este escrito.

2.2.4.5. Respecto de la excepción denominada: "*EXCEPCIÓN GENÉRICA O INNOMINADA*":

i. Frente a las eventuales excepciones que presuntamente se presenten a favor de la ESPY S.A. E.S.P. con ocasión del desarrollo del presente proceso, esta parte se pronunciará en la etapa procesal pertinente.

2.2.5. Frente a las excepciones propuestas por SEGUROS GENERALES SURAMERICANA S.A.:

Respecto del grupo de excepciones titulado: "I. FRENTE A LA RESPONSABILIDAD DE GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.":

2.2.5.1. Respecto del grupo de excepciones denominadas: "- *INEXISTENCIA DE IMPUTACIÓN FÁCTICA*", "- *AUSENCIA DE PRUEBA DE LA FALLA DEL SERVICIO DE GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.*" y Respecto de la excepción denominada: "- *AUSENCIA DE RESPONSABILIDAD DE GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.*":

i. Reiteramos todos los argumentos hasta aquí expresados sobre el régimen de responsabilidad aplicable, la culpa probada o negligencia incurrida por la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., la causa eficiente del siniestro y los perjuicios causados. En especial, todo lo indicado en el apartado 2.2.1. de este escrito.

Respecto de los grupos de excepciones titulados: "II. FRENTE A LA RESPONSABILIDAD QUE SE IMPUTA A SEGUROS GENERALES SURAMERICANA S.A.", "III. FRENTE A LOS PERJUICIOS", "III. SUBSIDIARIAS" y "IV. GENERALES":

i. Frente a todas las excepciones agrupadas en estos apartados de la contestación de la demanda presentada por SEGUROS GENERALES SURAMERICANA S.A. nos remitimos nuevamente a lo ya expresado y a lo que efectivamente quede demostrado en el proceso. De las eventuales excepciones que presuntamente se presenten a favor de SEGUROS GENERALES SURAMERICANA S.A. con ocasión

[14] "*Adicionalmente, esta Colegiatura ha indicado que cuando la controversia trata de la génesis de un daño ocurrido con ocasión del desarrollo de una obra que la Administración contrató, su análisis debe realizarse bajo el principio ubi emolumentum ibi onus esse debet (donde está la utilidad debe estar la carga), que prevé las consecuencias de* ***la responsabilidad en cabeza de quien se beneficia de la obra, por lo que la administración funge como ejecutora, pues tiene la titularidad de la obra, de manera que no pueden oponer a terceros los eventuales pactos de indemnidad que celebre con el contratista***." Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección C, sentencia de apelación, ene. 24/2024, rad. 2005-03929-02(60380), C.P. Jaime Enrique Rodríguez Navas. Véase asimismo, Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección B, sentencia de apelación, may. 11/2017, rad. 2003-01208-01(39901), C.P. Ramiro Pazos Guerrero; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, sentencia de apelación, feb. 26/2015, rad. 2001-00706-01(25640), C.P. Hernán Andrade Rincón; Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, sentencia de apelación, may. 3/2007, rad. 1994-00422-01(19420), C.P. Ramiro Saavedra Becerra.

del desarrollo del presente proceso, esta parte se pronunciará en la etapa procesal pertinente.

2.2.6. Frente a las excepciones propuestas por LIBERTY SEGUROS S.A.:

2.2.6.1. Respecto de las excepciones denominadas: "*1. INEXISTENCIA DE RESPONSABILIDAD A CARGO DEL CONSORCIO POZO PLATANARES 2018, POR LA FALTA DE ACREDITACIÓN DEL NEXO CAUSAL ENTRE LA SUPUESTA CONDUCTA DESPLEGADA POR ESTE Y EL DAÑO QUE PRETENDE SER INDEMNIZADO*", "*2. INEXISTENCIA DE RESPONSABILIDAD DEL CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 Y, POR CONSIGUIENTE, DE MI PROCURADA, POR ENCONTRARSE CONFIGURADA LA CAUSAL EXIMENTE DE RESPONSABILIDAD "HECHO DE UN TERCERO"."* y "*3. OPOSICIÓN FRENTE A LOS PERJUICIOS MORALES DEPRECADOS POR EL EXTREMO ACTIVO*":

i. Reiteramos todos los argumentos hasta aquí expresados sobre el régimen de responsabilidad aplicable, la culpa probada o negligencia incurrida por la compañía GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., la causa eficiente del siniestro y los perjuicios causados. En especial, todo lo indicado en el apartado 2.2.2. de este escrito.

2.2.6.2. Respecto de la excepción denominada: "*4. GENÉRICA Y OTRAS*":

i. Frente a las eventuales excepciones que presuntamente se presenten a favor de LIBERTY SEGUROS S.A. con ocasión del desarrollo del presente proceso, esta parte se pronunciará en la etapa procesal pertinente.

2.2.6.3. Respecto de las excepciones denominadas: "*1. NO SE HA REALIZADO EL RIESGO ASEGURADO. LOS DEMANDANTES NO HAN DEMOSTRADO LA RESPONSABILIDAD DEL ASEGURADO*"; "*2. LA PÓLIZA DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO No. 693853 NO AMPARA LOS PERJUICIOS MORALES RECLAMADOS EN LA DEMANDA – CORRESPONDE A UNA EXCLUSIÓN EXPRESA*"; y "*7. EXCLUSIONES DE AMPARO DE LA PÓLIZA DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO No. 693853*":

i. Contrario a lo que aduce la compañía LIBERTY SEGUROS S.A., de ninguna manera debe entenderse que las coberturas que integran el contrato de seguro plasmada en la póliza de responsabilidad civil extracontractual derivada de cumplimiento núm. 693853, excluye los daños inmateriales, específicamente los perjuicios morales reclamados por los demandantes. Ello por cuanto lo dispuesto en el artículo 1127 del Código de Comercio supone que la naturaleza del contrato de seguro de responsabilidad ampara los perjuicios materiales del asegurado. Es decir, toda disminución en el patrimonio del asegurado con ocasión de cargos de responsabilidad en favor de un tercero afectado. Todo daño del tercero afectado (en este caso, los aquí DEMANDANTES), sea material o inmaterial, implica una disminución patrimonial del asegurado. Ergo, la compañía LIBERTY SEGUROS S.A. no puede limitar su cubrimiento escogiendo que perjuicios o no asumirá

respecto de la víctima, pues todos afectan el patrimonio del asegurado. Así lo ha indicado la jurisprudencia:

> *Es que como de manera reciente lo precisó esta Sala de la Corte, '[e]l perjuicio que experimenta el responsable es siempre de carácter patrimonial, porque para él la condena económica a favor del damnificado se traduce en la obligación de pagar las cantidades que el juzgador haya dispuesto, y eso significa que su patrimonio necesariamente se verá afectado por el cumplimiento de esa obligación, la cual traslada a la compañía aseguradora cuando previamente ha adquirido una póliza de responsabilidad civil'. Por consiguiente, 'los daños a reparar (patrimoniales y extrapatrimoniales) constituyen un detrimento netamente patrimonial en la modalidad de daño emergente para la persona a la que le son jurídicamente atribuibles, esto es, para quien fue condenado a su pago' (CSJ, SC 20950 del 12 de diciembre de 2017, Rad. No. 2008-00497-01; se subraya).*[15]

2.2.6.4. Respecto de la excepción denominada: "*EN CUALQUIER CASO, NO SE PODRÁ EXCEDER EL LÍMITE DEL VALOR ASEGURADO EN LA PÓLIZA DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO No. 693853. TAMPOCO SE PODRÁ DESCONOCER LA DISMINUCIÓN DE LA SUMA ASEGURADA POR PAGO DE INDEMNIZACIONES*":

i. Naturalmente, la compañía LIBERTY SEGUROS S.A. deberá responder por la cobertura contenida en el contrato de seguro plasmada en la póliza de responsabilidad civil extracontractual derivada de cumplimiento núm. 693853 (debidamente indexada, tal como lo ha precisado la jurisprudencia) más el cubrimiento de todos los costos del proceso que están legalmente incluidos en la cobertura (art. 1128 del Código de Comercio). Respecto de la indexación del valor asegurado, la Sala de Decisión Civil del Tribunal Superior de Distrito Judicial de Cali ha precisado lo siguiente:

> *siguiendo con el reparo según el cual los salarios mínimos legales deben ser los que se encontraban vigentes al momento de realizarse será acogido, sin embargo, deberá señalarse que los mismos son susceptibles de corrección monetaria de acuerdo al I.P.C.* (…) *Por lo demás, el código de comercio enseña que para el momento del siniestro la indemnización no excederá en ningún caso del valor real del interés asegurado (art. 1089).* ***Esa norma por su contenido es indicadora del reconocimiento de la realidad del daño para el momento del suceso dañino y no implica que no pueda indexarse****, la indexación no grava ni la condición del asegurador ni favorece la condición del beneficiario, pues con ella se logra la actualización de una suma histórica al momento de señalar la obligación indemnizatoria (cita a su vez, CSJ SCC SC6185-2014, rad. 2008-00263-01, M.P. Ruth Marina Díaz).*[16]

Asimismo, lo ha indicado la Sección Tercera del Consejo de Estado:

---

[15] Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Civil, sentencia SC1947-2021, may. 26/2021, M.P. Álvaro Fernando García Restrepo.

[16] Tribunal Superior de Distrito Judicial de Cali, Sala de Decisión Civil, sentencia, nov. 28/2018, rad. 2013-00216-01, M.P. César Evaristo León Vergara.

La Sala advierte que la suma asegurada en la póliza 934781 y modificatorias ***deberá ser actualizada*** *conforme a lo preceptuado en el artículo 178 del C.C.A., toda vez que, de no realizar la indexación del valor de la obligación,* ***implicaría un enriquecimiento sin causa para la compañía aseguradora y, por lo tanto, un empobrecimiento correlativo para el Estado****. Esa actualización no configura una modificación o variación del acuerdo realizado por las partes en el negocio jurídico, sino una adecuación del monto de la obligación contractual a las realidades económicas que conlleva la pérdida del valor adquisitivo de la moneda. Además, recuérdese que la actualización de las sumas o valores decretados a título de condenas judiciales no supone la imposición de una sanción, sino que refleja, simplemente, un efecto económico que consiste en evitar la pérdida del poder adquisitivo de la moneda a causa del paso o el transcurso del tiempo (cita a su vez, CE SCA ST SSA Sentencia, jun. 8/2011, exp. 18901).*[17]

ii. Lo anterior, sin perjuicio de que la obligación del pago de la indemnización frente a los remanentes que no sean cubiertos por la póliza quede a cargo de los responsables solidarios aquí demandados.

iii. De antemano se desconoce cualquier exclusión que pudiese llegar a ser alegada en el curso del proceso por parte de la compañía LIBERTY SEGUROS S.A. frente a la póliza de responsabilidad civil extracontractual derivada de cumplimiento núm. 693853. Ello por cuanto el despacho no debe emplear en el presente caso las condiciones generales presuntamente aplicables, pues dichos documentos en ninguna oportunidad, sea previa, concomitante o posterior a la celebración del contrato de seguro, le fueron entregados ni explicados a la parte asegurada en dicho contrato (arts. 9 de la Ley 1328 de 2009 y 37 de la Ley 1480 de 2011).

iv. Además, las supuestas condiciones que dichos documentos contienen y que no se encuentran dispuestas en la primera página de la póliza, resultan ineficaces (arts. 44 de la Ley 45 de 1990 y 184 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero, Circular No. 076 de 1999 de la Superintendencia Financiera de Colombia).

2.2.6.5. Respecto de la excepción denominada: "*5. CARÁCTER INDEMNIZATORIO DEL CONTRATO DE SEGURO*":

i. Se reitera lo mencionado en los acápites anteriores respecto de la realización del siniestro y la materialización de los perjuicios inmateriales causados a partir de dicho suceso. De tal forma que no cabe duda alguna que la solicitud presentada a través del presente proceso tiene una naturaleza completamente indemnizatoria, que busca resarcir el grave daño causado a los aquí DEMANDANTES.

2.2.7. Frente a las excepciones propuestas por SEGUROS ALFA S.A.:

i. Frente a todas las excepciones mérito incluidas en la contestación de la demanda presentada por SEGUROS ALFA S.A. nos remitimos nuevamente a lo ya expresado y a lo que efectivamente quede demostrado en el proceso. De las eventuales excepciones que presuntamente se presenten a favor de SEGUROS ALFA S.A. con

[17] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, sentencia 27530, may. 2/2013, rad. 2000-01012-01, C.P. Carlos Alberto Zambrano Barrear.

ocasión del desarrollo del presente proceso, esta parte se pronunciará en la etapa procesal pertinente.

III. SOLICITUD DE PRUEBAS DOCUMENTALES ADICIONALES

Según la posibilidad procesal para ello (arts. 175, par. 2, del CPACA y 370 del C.G.P.), con el propósito de rebatir los hechos en que se fundan las excepciones de mérito formuladas por todas las entidades DEMANDADAS, así como con el fin de ilustrar todo lo reseñado en la demanda inicial y en este escrito de traslado, nos permitimos solicitarle al despacho la práctica e incorporación de los siguientes medios de convicción:

3.1. PRUEBAS DOCUMENTALES ADICIONALES (APORTADAS)

Nos permitimos acompañar a esta demanda la siguiente documentación, que solicitamos a la señora juez considerar dentro del presente proceso:

Prueba 25. Dictamen pericial realizado por el ingeniero civil Sergio Mario Gaviria Zapata, con todos sus anexos y comprobante de remisión, que fue aportado por el CONSORCIO POZO PLATANARES 2018 como medio de prueba en el proceso verbal entablado por la señora Yameli Cárdenas Cuero y otros contra la compañía aquí demandada GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. ante el Juzgado 15 Civil del Circuito de Cali (rad. 2021-00005), donde esta entidad consorcial precisamente fue llamada en garantía. (880 folios)

Prueba 26. Registro civil de nacimiento de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE. (2 folios)

Prueba 27. Petición presentada de forma digital por el señor DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ (hijo de la víctima) ante el HOSPITAL LA BUENA ESPERANZA EN YUMBO el día 10 de mayo de 2024 a fin de obtener la historia clínica de su madre CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE tras la ocurrencia del siniestro aquí aducido, con sus respectivos anexos y comprobante de remisión electrónica. (6 folios)

Prueba 28. Petición presentada de forma digital por el señor DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ (hijo de la víctima) ante el HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE el día 10 de mayo de 2024 a fin de obtener la historia clínica de su madre CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE tras la ocurrencia del siniestro aquí aducido, con sus respectivos anexos y comprobante de remisión electrónica. (6 folios)

3.2. PRUEBAS DOCUMENTALES ADICIONALES (SOLICITADAS)
(arts. 82.8 y 167 del C.G.P. *-carga dinámica de la prueba-*)

Con atención a lo consagrado en el artículo 167 del Código General del Proceso, en concordancia con el numeral 8 del artículo 82 de la misma codificación y el 211 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, comedidamente solicitamos a la señora juez REQUERIR a las siguientes entidades para que, con destino a este proceso, aporten la documentación que a continuación se precisa (cuyo contenido es de carácter privado y reservado por contener información especialmente sensible):

3.2.1. ORDENAR al HOSPITAL LA BUENA ESPERANZA EN YUMBO (ubicado en la carrera 6 con calle 10 esquina en el Municipio de Yumbo, tel. (602) 6959595, correo electrónico: ventanilla.unica@hospitaldeyumbo.gov.co) SUMINISTRAR copia integral de la historia clínica de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009), tras las lesiones sufridas el 20

de junio de 2019 y hasta su fallecimiento el siguiente 30 de junio. De forma tal que la información sea suministrada en formato PDF de manera digital.

3.2.2. ORDENAR al HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE (ubicado en la calle 5 núm. 36-08 en el Distrito de Santiago de Cali., tel. (602) 6206000 ext. 1001, correo electrónico: notificacionesjudiciales@correohuv.gov.co) SUMINISTRAR copia integral de la historia clínica de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009), tras las lesiones sufridas el 20 de junio de 2019 y hasta su fallecimiento el siguiente 30 de junio. De forma tal que la información sea suministrada en formato PDF de manera digital.

Lo anterior su señoría, teniendo en cuenta que las citadas entidades prestadoras del servicio de salud hasta la fecha de presentación de este escrito de traslado no han dado contestación o respuesta a las peticiones (véase Prueba 27 y Prueba 28 que acompañan este escrito) que se le presentaron por parte del aquí demandante DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ (hijo de la víctima), y que tales documentos se requieren para acreditar lo expresado en los hechos de la demanda y con ellos se pretende desacreditar los argumentos de las excepciones de mérito propuestas por todas las entidades aquí DEMANDADAS.

3.3. SOLICITUD DE PRUEBAS TRASLADADAS (APORTADAS)

Con fundamento en los artículos 211 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y 174 del Código General del Proceso, solicitamos al señor juez decretar como PRUEBA TRASLADADA las piezas procesales acompañadas en copia con este escrito de traslado e identificadas como Prueba 25, del acápite de pruebas documentales anteriormente mencionadas (acápite 3.1.), y de esa forma incorporarlas como propias al presente proceso.

IV. RATIFICACIÓN DOCUMENTAL
(art. 262 del C.G.P.)

Como lo dispone el artículo 262 del Código General del Proceso, los documentos privados de contenido declarativo emanados de terceros se presumirán auténticos y para su valoración no se requerirá trámite adicional alguno, a menos que la parte contraria contra quien se aduce solicite su ratificación. Según el profesor Devis Echandía[18], los documentos declarativos (en oposición de los documentos dispositivos o constitutivos) son aquellos que consignan lo que se sabe o se conoce respecto de algún hecho desde un punto de vista testimonial o confesorio (según quien lo rinda), como las declaraciones extrajuicio o las denuncias penales. Por su parte, para el autor, los documentos dispositivos o constitutivos son aquellos que, tras una declaración de voluntad en ellos incorporada, se derivan consecuencias jurídicas, como los contratos, las certificaciones, las donaciones, los testamentos y los títulos valores. Otros doctrinantes cuentan con la misma distinción[19]. En este mismo sentido, la jurisprudencia de la Sala de Casación Civil de la Corte Suprema de Justicia ha precisado que:

---

[18] DEVIS ECHANDÍA, H. *Teoría general de la prueba judicial*, Tomo II. Buenos Aires: Zavalía Editor. 1976, pp. 514-540.

[19] "*Los documentos representativos como un plano, un dibujo o una fotografía pueden ser declarativos o constitutivos según la naturaleza del acto representado o documentado, es decir, en consideración de su contenido, y no al documento mismo. Un documento es dispositivo o constitutivo cuando contiene actos o manifestaciones de voluntad para producir efectos jurídicos sustanciales que crean, modifican o extinguen una relación jurídica o un derecho, tales como contratos, testamentos y donaciones. El título valor es constitutivo por cuanto el adquirente del derecho consignado en un documento, al recibirlo conforme a las normas que regulan los títulos valores, resulta propietario del documento y, por ello, del derecho que representa dicho título en cuanto documento*" (resaltado propio). ANDRADE OTAIZA, J. V. *Teoría de los títulos valores*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia (Colección JUS Privado 17). 2018, p. 65.

1.2.1. Diversos criterios ha adoptado la doctrina en cuanto a la clasificación de los documentos, dentro de los cuales se encuentra el que atiende a su contenido, distinguiendo entre ellos los que: (i) representan un objeto, una persona o un hecho por medios diferentes a la escritura o de signos semejantes (representativos); (ii) manifiestan el pensamiento de quien los ha creado o hecho crear a través de una declaración que se asimila a un testimonio (declarativos); (iii) relatan hechos imaginados (narrativos), y (iv) constituyen, modifican o extinguen una relación jurídica o un derecho (constitutivos o dispositivos). (…)

1.2.3. La jurisprudencia de esta Corporación se ha referido en múltiples ocasiones a la necesidad de distinguir la naturaleza del contenido de los documentos privados en orden a otorgarle valor probatorio, pues en relación con los que proceden de terceros, el legislador ha supeditado su mérito demostrativo al cumplimiento de requisitos que difieren según aquellos sean dispositivos o constitutivos, representativos o simplemente declarativos.

A ese respecto, ha sostenido que «cuando se pretenda hacer valer "documentos privados de terceros de naturaleza dispositiva o simplemente representativa", su "estimación" sólo es viable si se tiene certidumbre sobre su procedencia, ante su reconocimiento, en los términos de los artículos 252 y 277 del Código de Procedimiento Civil», carga de la cual se exonera a «aquellos de "contenido declarativo"» (CSJ SC, 7 Mar 2012, Rad. 2007-00461-01), a los cuales «podrá el Juez concederles valor, siempre que la parte contra quien se oponen no solicite, oportunamente, su ratificación (nral. 2 art. 10 ley 446/98, derogatorio del nral. 2 del art. 277 ib.)» (CSJ SC, 4 Sep. 2000, Rad. 5565).

En relación con las pruebas documentales de naturaleza declarativa precisó:

(…) *en lo tocante con su eficacia probatoria, ninguna norma procesal ha exigido la autenticidad», toda vez que «por sus características especiales, han tenido una regulación también particular que, en la legislación permanente, ha consistido en asimilarlos a los testimonios para efecto de su ratificación (o, más bien, su recepción directa), salvo cuando, por acuerdo de las partes se acepta el documento como tal (arts. 277, num 2º., y 229 inciso 2º C. de P.C.)" (CCXLIII, págs. 297 y 298). Pero a partir de la vigencia del decreto especial de descongestión antes aludido, "Esa 'ratificación', que en realidad consiste en recibir una declaración testimonial juramentada, fue la que se relegó…, con la salvedad de que debe producirse siempre y cuando la parte contra quien se presenta lo solicite de manera expresa. En caso contrario, el documento será estimado por el Juez, sin ninguna otra formalidad" (se subraya; CCXXII, pág. 560)… (CSJ SC, 18 Mar. 2002, Rad. 6649).*

1.2.4. <u>En el caso de los documentos que contienen actos de voluntad por los cuales se disponen, contraen, generan o extinguen obligaciones (dispositivos) y de los que sin tener narraciones o declaraciones de cualquier índole, plasman imágenes o representaciones gráficas (representativos), la eficacia probatoria en el actual régimen legal depende de su carácter de auténticos</u>, en virtud de lo cual sólo se estimarán por el juzgador si reúnen los requisitos de los artículos 252 y 268 del Código de Procedimiento Civil.

En cambio, <u>respecto del documento declarativo, la ley condicionó su valor probatorio al requisito de la ratificación y no al de la autenticidad</u>, lo que se explica por sus especiales características, pues en tanto contiene una declaración de ciencia o de conocimiento sobre determinados hechos, en su materialidad corresponde en estricto sentido a un testimonio, atributo que no pierde a pesar de estar consignada en un medio instrumental.[20] (resaltado propio)

Así las cosas, solicitamos al presente despacho la **RATIFICACIÓN** de la prueba documental que acompañó la contestación de la demanda presentada por la **ESPY S.A. E.S.P.** e identificada como "*7. Informe e investigación rendido a ESPY S.A. E.S.P el 20 de julio de 2019, por el Ingeniero mecánico WILLIAM DE JESUS BECERRA VILLADA, sobre el accidente ocurrido el 20 de junio de 2019.*" en los apartados "***VI. <u>MEDIOS DE PRUEBA</u>***" y "***II. <u>DOCUMENTALES</u>***" (documento en PDF de 13 folios). Luego, la ratificación de todos los hechos descritos por

[20] Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Civil, sentencia SC11822-2015, sep. 3/2015, rad. 2009-00429-01, M.P. Ariel Salazar Ramírez.

este tercero al litigio en el referido documento por él suscrito implicará su convocatoria a audiencia. De forma tal que, desde este momento, solicitamos al despacho desestimar el valor probatorio de todo lo contenido en dicha prueba si este tercero emisor del documento declarativo no se presente a la diligencia pública.

Con toda atención,



ALAN DEL RÍO VÁSQUEZ
notificaciones@delriovasquez.com
Apoderado Demandantes

2021-00005 YAMELI CARDENAS CUERO - CONTESTACIÓN A LA DEMANDA Y AL LLAMAMIENTO EN GARANTÍA (3/3)

Gustavo Sardi Lopez <gustavosardi13@gmail.com>

Vie 17/06/2022 9:58 AM

Para: Juzgado 15 Civil Circuito - Valle Del Cauca - Cali <j15cccali@cendoj.ramajudicial.gov.co>;yamelicardenas14@hotmail.com <yamelicardenas14@hotmail.com>;mariacamilacastillocardenas@gmail.com <mariacamilacastillocardenas@gmail.com>;dario arce <darioarce68@hotmail.com>;info@gdo.com.co <info@gdo.com.co>;notificaciones@gha.com.co <notificaciones@gha.com.co>;representacionjudicial@espyumbo.com <representacionjudicial@espyumbo.com>;maticastro39@hotmail.com <maticastro39@hotmail.com>;arceabogados@hotmail.com <arceabogados@hotmail.com>;DARIO ARCE <arceabogado2@hotmail.com>;wibrapa@hotmail.com <wibrapa@hotmail.com>

CC: gerencia@desarrollamosingenieria.com <gerencia@desarrollamosingenieria.com>;Carlos Alberto Arcila <gerencia@proyinsa.com>;hlosada@proyinsa.com <hlosada@proyinsa.com>;analistajuridico@proyinsa.com <analistajuridico@proyinsa.com>

Señor:

JUZGADO QUINCE CIVIL DEL CIRCUITO DE CALI

j15cccali@cendoj.ramajudicial.gov.co

E.S.D.

REFERENCIA	PROCESO DECLARATIVO RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL
DEMANDANTE:	YAMELI CARDENAS CUERO Y OTROS
DEMANDADO:	GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
RADICADO:	760013103015-2021-00005-00
ASUNTO:	**CONTESTACIÓN A LA DEMANDA Y AL LLAMAMIENTO EN GARANTÍA (3/3)**

Buenas tardes,

GUSTAVO ADOLFO SARDI LOPEZ identificado con la C.C. 1.144.081.373, abogado titulado y en ejercicio, portador de la T.P. No. 350.254 del C.S.J., actuando conforme al Poder especial otorgado por el señor **DIEGO LUIS OCAMPO GIRALDO**, mayor de edad, domiciliado en Cali (V), identificado con la cédula de ciudadanía No. 16.825.105, en su condición de representante del **CONSORCIO POZO PLATANARES 2018** identificado con NIT 901214302-7, me dirijo a usted respetuosamente para dentro del término legal, presentar por este medio tres (3) correos que contienen:

1. **CONTESTACIÓN A LA DEMANDA Y AL LLAMAMIENTO EN GARANTÍA REALIZADO POR LA TAMBIÉN VINCULADA ESPY SA ESP**
2. **ESCRITO DE EXCEPCIÓN PREVIA.**
3. **LOS DOCUMENTOS ENUNCIADOS COMO PRUEBA.**
4. **TARJETA PROFESIONAL DEL APODERADO.**
5. **CÉDULA DEL APODERADO.**

Adicionalmente, envió estos mensaje a las partes demandantes, demandada, a la llamante en garantía y a sus respectivos apoderados, a la dirección electrónica que obran en sus escritos.

31. Dictamen pericial 2021-00005.zip

Por último, solicito amablemente el link del expediente digital.

Cordialmente:

--
Gustavo Sardi Lopez.
Abogado
T.P. 350.254 del C.S.J.
Celular (+57) 3162889662

DICTAMEN PERICIAL
APORTADO POR LA PARTE ART. 227 CGP

22/06/14 PE00 SEGA Este informe digital contiene vínculos a documentos que se entienden incorporados a él

Autoridad a la que se dirige y radicado	Juez 15 Civil del Circuito de Cali, radicado 76001310301520210000500	**Tipo de proceso**	Verbal por responsabilidad civil extracontractual
Demandantes	Yameli Cárdenas Cuero y otro, respectivamente	**Apoderado**	Darío Arce
Demandados	Gases de Occidente ESP SA y otros, respectivamente	**Apoderado**	
Declaraciones bajo juramento	• El presente informe técnico se realizó de manera objetiva, de conformidad con el buen criterio ingenieril, la información disponible y necesaria, y las reglas de la lógica y la experiencia. • La opinión técnica aquí revelada es independiente y corresponde a la real convicción profesional del Perito. • El Perito no tiene ningún interés directo o indirecto en el proceso, ni incurre en ninguna causal de impedimento o inhabilidad, y la remuneración por el servicio profesional en el presente informe es fija pues no depende del resultado o suerte que corra el proceso judicial. • El Perito no incurre, ni ha incurrido, en ninguna de las causales del artículo 50 CGP para la exclusión de la lista de auxiliares de la justicia. • El dictamen se rinde bajo la gravedad del juramento. • El presente informe se realiza con base en documentación que obra en el expediente, la información adicional recopilada, y la experiencia de los profesionales participantes, la cual se considera suficiente para un dictamen técnico objetivo. • Los exámenes, métodos, experimentos e investigaciones efectuados son idénticos respecto de los que he utilizado en peritajes rendidos en anteriores procesos que versen sobre las mismas materias, y los que utilizo en el ejercicio regular de mi profesión u oficio. • Se anexa hoja de vida que contiene certificaciones de experiencia e idoneidad profesional (Doc 01).		

Adjunto se encuentra el dictamen pericial anunciado, por lo que para efectos de aclaración o complementación, informo mis datos de contacto:

- a@peritaje.co
- Torre Almagrán Of. 703 (Med), calle 7D #43A-99
- Telefono/WhatsApp 300 811 8854

Atentamente,



SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, Perito[1]
Ingeniero Civil MP 05202 74405ANT
Abogado TP 214765 CC 71756517

CLIC AQUÍ PARA IR A LA CARPETA QUE CONTIENE LOS ANEXOS

[1] Perito. Del latín *peritus*, un experto en una ciencia o arte, fuente de consulta del juez para esclarecimiento de un hecho.

www.peritaje.co

EXPERTICIA TÉCNICA

Dictamen de la causa de la fuga de gas que provocó la deflagración en la Notaría 02 de Yumbo el 20 de junio de 2019

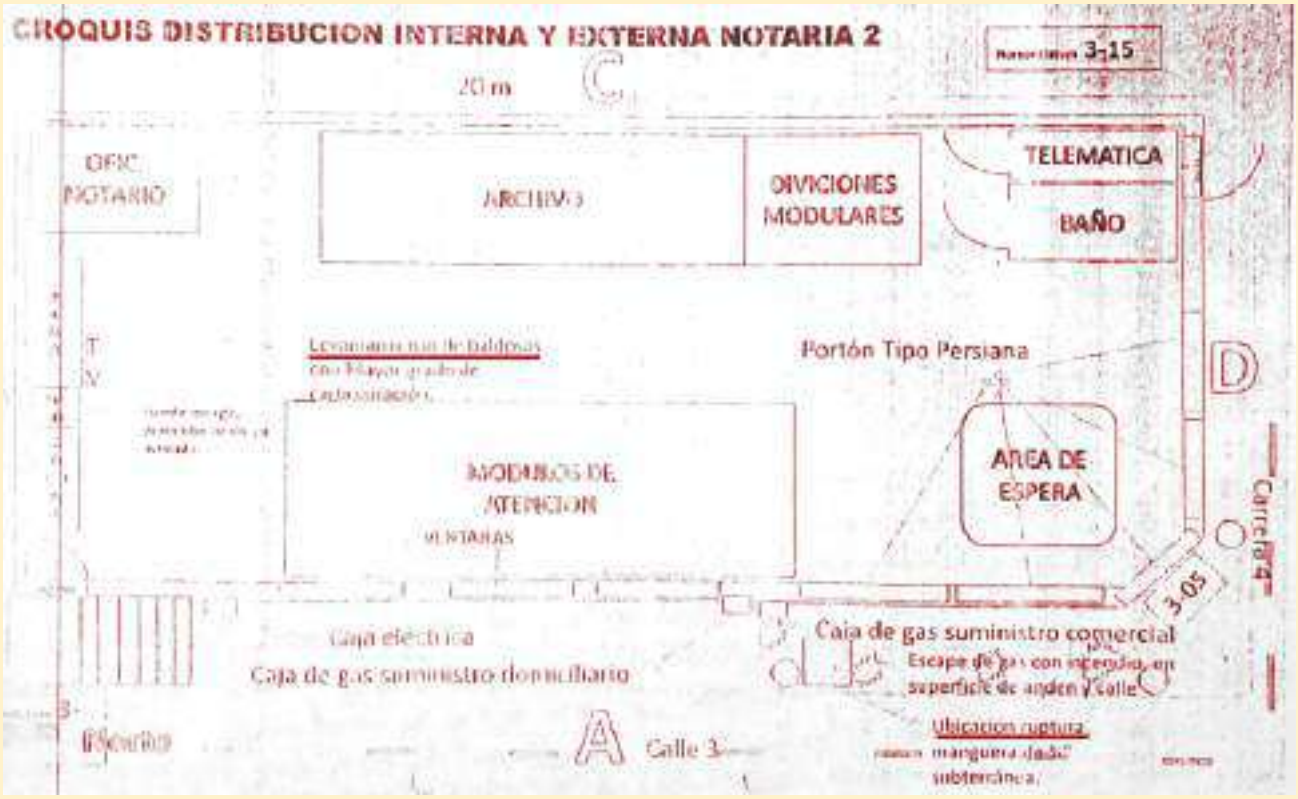


Imagen 01. Croquis de la escena del accidente elaborado por el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo. Se destaca la ubicación de la rotura de la tubería de polietileno en la acometida (red externa de gas), y el levantamiento de baldosas aledañas a un elemento del sistema interno de alcantarillado.

1- PRESENTACIÓN

Con fundamento en el artículo 227 CGP se me ha designado como auxiliar de la justicia para que resuelva el cuestionario formulado por el interesado respecto de la causa de la fuga de gas que provocó la deflagración en la Notaría 02 de Yumbo el 20 de junio de 2019.

Así las cosas, por ser un tema en el que el Perito tiene el conocimiento técnico y la experiencia pertinente, tanto en su calidad de ingeniero civil con veinticuatro (24) años de experiencia, como por la calidad abogado, en el presente informe se consignan de manera clara, precisa, exhaustiva y detallada, las hipótesis y las conclusiones desde el punto de vista técnico y objetivo.

2- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1- OBJETIVO

El objetivo general del presente dictamen pericial es resolver el cuestionario formulado por la parte interesada respecto de la causa de la fuga de gas que provocó la deflagración en la Notaría 02 de Yumbo el 20 de junio de 2019.

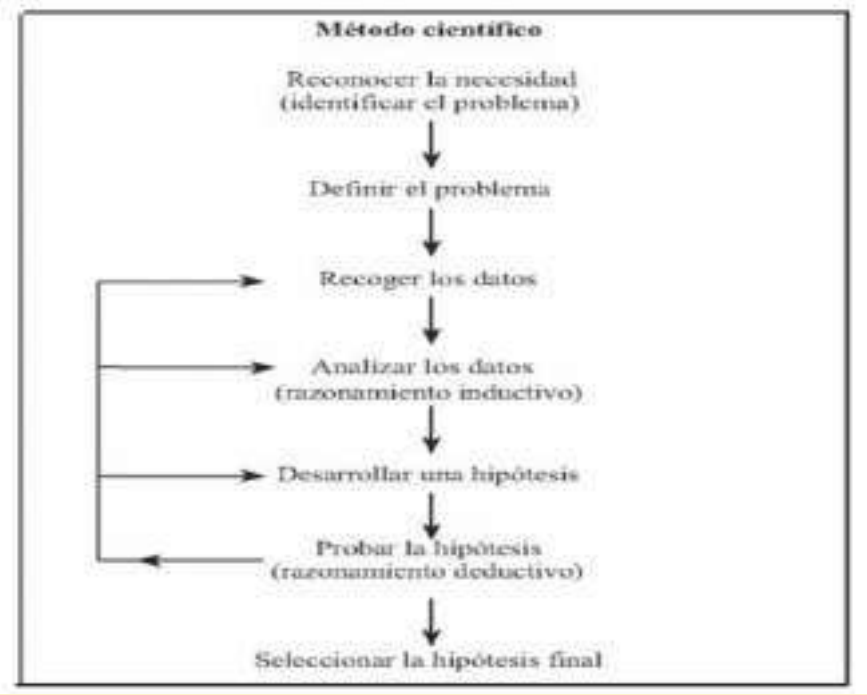
2.2- METODOLOGÍA

A continuación, se informa de manera clara, precisa, exhaustiva y detallada, la metodología técnica utilizada para el dictamen pericial.

2.2.1- MÉTODO

Una vez conocida la designación por parte del interesado, el Perito solicitó la totalidad de los expedientes judiciales objeto de pericia y demás documentación disponible, concretando el alcance del trabajo encomendado.

Por tratarse de una investigación sobre una deflagración, se implementó la metodología del capítulo 4 de la NFPA 921 (National Fire Protection Association), diseñada específicamente para este tipo de asuntos técnicos.



Para estos efectos se utiliza un enfoque sistemático, objetivo, científico, para establecer los orígenes de la deflagración, para posteriormente investigar la causa: circunstancias, condiciones, o situaciones que han puesto en contacto al combustible, al foco de ignición y al oxidante.

Con el anterior panorama, el Perito examina la información disponible, los informes previos realizados por otros profesionales y servidores públicos, procura la inspección directa el lugar de los hechos, revisa las entrevistas de testigos, y por medio de las reglas de la lógica y la experiencia formula **hipótesis** soportadas en la evidencia.

Para el desarrollo de las hipótesis se utiliza el razonamiento inductivo, haciendo uso de los datos empíricos recaudados para formular una o varias explicaciones del incidente, tanto en la naturaleza de la deflagración, como su propagación, o no, el origen, la secuencia, las causas y responsabilidades, entre otros elementos.

Ahora bien, para la comprobación de hipótesis se utiliza el razonamiento deductivo, comparando la hipótesis con todos los hechos conocidos, bajo el tamiz de las leyes que gobiernan los fenómenos que se investigan, y que permitan demostrar la hipótesis analíticamente o mediante la experimentación, cuando esta es posible.

Bajo este panorama general se siguieron los siguientes pasos específicos:

2.2.1.1- Recepción del encargo. Se concretó el encargo pericial, del cual se genera un informe escrito destinado a dos procesos judiciales, en los que se ha vinculado a la parte interesada como presunto responsable.

2.2.1.2- Preparación de la investigación. Con la información ofrecida en la recepción del encargo y con el rastreo normativo se inventariaron los recursos ya disponibles y los que fue necesario gestionar, como la solicitud de visita de inspección a la escena del incidente, entre otros.

2.2.1.3- Realización de la investigación. Por tratarse de una investigación que se realiza casi dos años después del incidente, la investigación se cimentó en plurales informes del incidente; haciendo contrastes entre ellos y entre los informes y los vestigios que hoy se encuentran en la escena del incidente.

Seguidamente se inventarió y sistematizó la información disponible, decantando la relevante.

Posteriormente se gestionó información adicional que se consideró necesaria.

Luego se analizó el incidente con la información recopilada, estableciendo las hipótesis y contrastándolas para explicar el origen, la secuencia de la ignición, la propagación, o no, de la deflagración y las responsabilidades desde el punto de vista técnico.

Luego se establecieron las conclusiones con grado de certeza, por la confianza del Perito en la información recopilada y el método de análisis implementado.

Finalmente, se elaboró el presente informe escrito.

2.2.2- EXÁMENES

De conformidad con el método utilizado, se realizó un examen visual al predio objeto de prueba, y se realizó el examen exhaustivo a toda la información recopilada.

2.2.3- EXPERIMENTOS

Para el dictamen pericial no fue necesario la realización de experimentos.

2.2.4- INVESTIGACIONES

Las investigaciones realizadas se circunscribieron a recopilar, sistematizar y analizar la información de campo y de escritorio.

2.2.5- FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS

2.2.5.0- La ciencia del fuego (de la NFPA 921)**.** Para que se produzca fuego se tienen que reunir varios factores, el combustible (en este caso el gas natural), un agente oxidante (en el este caso el oxígeno presente en el aire), una fuente de calor y la producción de reacciones químicas en cadena:

5.1.2 Tetraedro del Fuego. La reacción de combustión se puede caracterizar por cuatro componentes: el combustible, el agente oxidante, el calor y la reacción química en cadena. Estos cuatro componentes se han simbolizado clásicamente mediante una figura geométrica de cuatro caras, denominada tetraedro (*véase figura 5.1.2*). Un fuego se puede evitar o suprimir controlando o eliminando una o más de las caras del tetraedro.

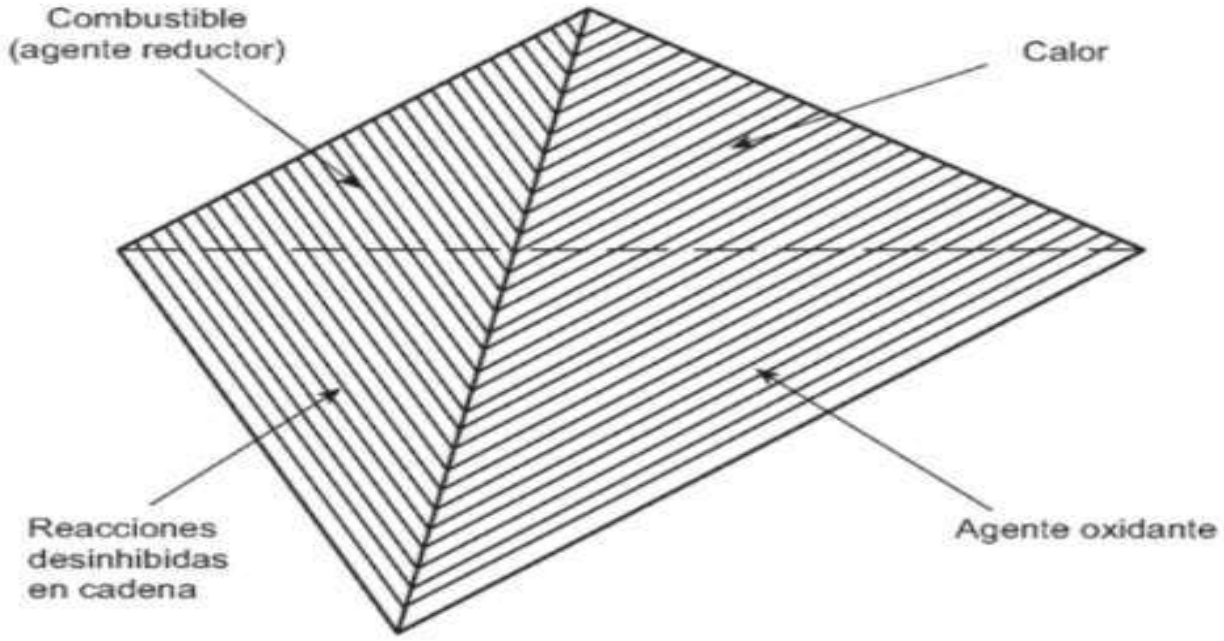


FIGURE 5.1.2 Tetraedro del fuego.

En el caso en estudio es evidente que el combustible objeto de escrutinio es el gas natural transportado por la compañía Gases de Occidente EPS SA en la prestación de un servicio público domiciliario. Genéricamente, así se define un combustible:

5.1.2.1 Combustible. Un combustible es cualquier sustancia que puede experimentar combustión. La mayoría de los combustibles conocidos son orgánicos, es decir contienen carbono y una combinación de hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en distintas proporciones. Algunos ejemplos son la madera, los plásticos, la gasolina, el alcohol y el gas natural. Los combustibles

En las condiciones de la escena del incidente, el agente oxidante es el oxígeno atmosférico contenido en el aire, pues el uso del inmueble y los diferentes reportes hace descartar la existencia de algún oxidante químico:

5.1.2.2 Agente Oxidante. En la mayoría de las situaciones, el agente oxidante o comburente es el oxígeno del aire. Se pue-

den producir incendios en ausencia del oxígeno atmosférico si los combustibles se mezclan con oxidantes químicos. Muchos oxidantes químicos contienen oxígeno que se libera fácilmente. Por ejemplo, el nitrato amónico fertilizante (NH_4O_3), el nitrato potásico (KNO_3) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2).

5.1.2.2.2 Toda mezcla de combustible- aire tiene una proporción óptima a la cual la combustión se efectúa con mayor eficacia. Esta proporción de la mezcla es igual o muy próxima a

Otro de los elementos fundamentales para la generación de fuego es una fuente de energía calorífica con la capacidad de excitar el combustible generando la ignición y el mantenimiento de las reacciones en cadena.

5.1.2.3 Calor. La cara del tetraedro correspondiente al calor representa la energía calorífica mínima necesaria para liberar vapores combustibles y causar la ignición. El calor se define normalmente en términos de intensidad o velocidad de calentamiento (kilovatios) o como energía calorífica total recibida durante un tiempo (kilojulios). En un incendio, el calor produce vapores combustibles, causa la ignición y favorece el desarrollo del fuego y la propagación de las llamas, manteniendo un ciclo continuo de producción de combustible e ignición del mismo.

Recordando el tetraedro del fuego, otro de los elementos necesario para la producción del fuego es la activación de reacciones deshinibidas, autosostenidas, en cadena que permiten la oxidación rápida del combustible:

5.1.2.4 Reacción Química en Cadena Autosostenida. La combustión es un conjunto complejo de reacciones químicas que producen la oxidación rápida de un combustible, dando lugar a calor, luz y a distintos subproductos químicos. La oxi-

En este punto es importante advertir que el combustible y el oxidante pueden estar premezclados antes de su ignición, o pueden mezclarse justo en el momento de la ignición:

5.2.3 Combustión. Las reacciones de la combustión se caracterizan por el tetraedro del fuego (*ver 5.1.2*) y pueden producirse con el combustible y el agente oxidante ya mezclados (combustión de premezcla) o con el combustible y el agente oxidante inicialmente separados (combustión por difusión).

Para el caso en estudio es importante considerar la combustión de premezcla, para verificar si al activarse la fuente de ignición estaban previamente mezclados el gas natural y el oxígeno presente en el aire atmosférico:

5.2.3.1 La combustión de premezcla se produce cuando los vapores del combustible se mezclan con el aire en ausencia de una fuente de ignición y se inflaman posteriormente. El gas natural liberado al ambiente y la evaporación de la gasolina, son ejemplos de combustión de premezcla. Si se aplica un foco de ignición a la mezcla combustible-aire, se propaga rápidamente una llama de premezcla a través de todo su volumen.

Pero no cualquier mezcla entre combustible y oxidante es propicia para la generación de fuego, debe estar dentro de unos límites que se conocen como rango de explosividad:

5.2.3.2 Combustibles Gaseosos. Para que los gases inflamables y vapores de los líquidos inflamables puedan llegar a su punto de inflamación, deben mezclarse con la cantidad suficiente de oxidante (normalmente oxígeno atmosférico) que permita que el produzca la combustión suceda. El porcentaje en volumen de la mezcla de combustible gaseoso y aire, está siempre está dentro de un rango específico, dentro del cual se produce la combustión. Esto es conocido como rango de inflamabilidad o explosividad, de un combustible.

5.2.3.2.5 La diferencia entre los límites superior e inferior se llama rango de explosividad. La amplitud (anchura) del rango de

Otro elemento importante a considerar es la velocidad de propagación de la llama, que determina si estamos ante una deflagración o una explosión:

La propagación de esa llama puede ser a modo de deflagración, combustión subsónica, o como una detonación, combustión supersónica. Las velocidades de una deflagración varían normalmente en un rango de cm/sg a m/sg, teniendo en cuenta que pueden alcanzarse valores de cientos de m/sg. Las velocidades de una detonación son del orden de miles de m/sg. A la propagación

Otro elemento importante en la química del fuego es el entendimiento de la ignición, y los tipos de ignición, que para el presente caso fue pilotada no mediante autoignición:

5.7* Ignición. Las formas y mecanismos de la ignición varían con el tipo de material (gas, líquido, sólido), sus propiedades químicas y la forma e intensidad del calentamiento. Los tipos de ignición incluyen ignición incandescente frente a ignición con llama, e ignición pilotada frente a autoignición. La ignición pilotada se produce cuando una fuente de calor externa produce la ignición de vapores inflamables. Entre este tipo de fuentes de ignición se incluyen las llamas pequeñas, las chispas y las superficies calientes. A continuación se incluye una in-

5.7.2 Ignición de Gases Inflamables.

5.7.2.1 Los gases inflamables únicamente pueden inflamarse con una chispa o llama piloto cuando se encuentran en un determinado rango de concentraciones. Los límites de este intervalo se denominan límite inferior de inflamabilidad, concentración mínima de gas inflamable en aire que soportará la propagación de la llama y límite superior de inflamabilidad, concentración máxima de gas inflamable en aire que soportará la propagación de la llama. Estas concentraciones fluctúan con los cambios de presión y temperatura y la variación de concentración de oxígeno.

5.7.2.2 En ausencia de chispa o llama piloto, una mezcla de gas inflamable y aire puede autoinflamarse si su temperatura es suficientemente elevada. La temperatura mínima a la que sucede esto se denomina temperatura de autoignición (AIT). La temperatura de autoignición depende en gran medida del tamaño y geometría del volumen de gas y de su concentración. Normalmente, los volúmenes grandes y las mezclas estequiométricas de gas inflamable y aire favorecen la ignición a temperaturas más bajas. Debido a que la AIT depende de

2.2.5.1- De la ley 142 de 1994. Después la Constitución, esta es la ley que enmarca la prestación de servicios públicos domiciliarios como lo es el servicio de gas natural domiciliario. Seguidamente se presentan algunas referencias obligatorias (énfasis adicionado):

> 14.21. **Servicios públicos domiciliarios**. Son los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía pública básica conmutada, telefonía móvil rural, y **distribución de gas combustible**, tal como se define en este capítulo.
>
> 14.28. Servicio público domiciliario de **gas combustible**. Es el conjunto de **actividades ordenadas a la distribución de gas combustible**, por tubería u otro medio, desde un sitio de acopio de grandes volúmenes o desde un gasoducto central **hasta la instalación de un consumidor final, incluyendo su conexión y medición**. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de comercialización desde la producción y transporte de gas por un gasoducto principal, o por otros medios, desde el sitio de generación hasta aquel en donde se conecte a una red secundaria.

2.2.5.2- Resolución No. 071 (Diciembre 03 de 1999), por la cual se establece el Reglamento Único de Transporte de Gas Natural (RUT). Algunas definiciones de interés (énfasis adicionado):

> DISTRIBUIDOR DE GAS COMBUSTIBLE POR REDES DE TUBERÍA: Persona jurídica que presta el **servicio público domiciliario de distribución de gas combustible** por redes de tubería.

ESTADO DE **EMERGENCIA**: Situación en la cual un gasoducto o tramo de gasoducto, como consecuencia de eventos imprevistos durante su operación, puede afectar la seguridad pública y el medio ambiente.

Gas Natural O GAS: Es una **mezcla** de hidrocarburos livianos, principalmente constituida por **metano**, que se encuentra en los yacimientos en forma libre o en forma asociada al petróleo. El Gas Natural, cuando lo requiera, debe ser acondicionado o tratado para que satisfaga las condiciones de calidad de gas establecidas en este RUT, y en las normas que lo adicionen, modifiquen o sustituyan.

MANUAL DEL TRANSPORTADOR: Documento que contiene la información y los procedimientos comerciales y **operacionales** más relevantes utilizados por cada Transportador.

Reglamento Único de Transporte de Gas Natural (RUT): Conjunto de normas de carácter general expedidas por la CREG que reglamentan la actividad de las empresas que prestan el Servicio de Transporte de Gas Natural y su interrelación con los demás Agentes.

Los objetivos de esta reglamentación son:

1.2.1 Objetivos

Las personas que estén sometidas al presente Reglamento Unico de Transporte de Gas Natural (RUT), al implantarlo, aplicarlo e interpretarlo, tendrán en cuenta que sus objetivos con relación al Sistema Nacional de Transporte son:

a) Asegurar acceso abierto y sin discriminación.
b) Crear las condiciones e instrumentos para la **operación** eficiente, económica y **confiable**.
c) Facilitar el desarrollo de mercados de suministro y transporte de gas.
d) Estandarizar prácticas y terminología para la industria de gas.
e) Fijar normas y especificaciones de calidad del gas transportado.

Esta reglamentación hace remisión a otras normas técnicas supletivas (énfasis adicionado):

6.1 CUMPLIMIENTO DE NORMAS Y ESTÁNDARES

El Sistema de Transporte y las conexiones existentes o futuras deben cumplir con los requisitos establecidos por las normas técnicas colombianas, expedidas por el ICONTEC o, en su defecto, las aceptadas por la Superintendencia de Industria y Comercio o el Ministerio de Minas y Energía, el cual las compilará en un Reglamento de Normas Técnicas y de Seguridad en Gas Combustible. En caso de no disponerse de normas fijadas por estas entidades, se adoptarán las normas aplicables emitidas por una de las siguientes agremiaciones:

AGA: American Gas Association
ANSI: American National Standards Institute
API: American Petroleum Institute
ASME: American Society of Mechanical Engineers
ASTM: American Society for Testing and Materials
AWS: American Welding Society
DOT: Department of Transportation
IEC: International Electrothecnical Comission
NACE: National Association of Corrosion Engineers
NEMA: National Electrical Manufacturing Association
NFPA: National Fire Protection Association
UL: Underwrite Laboratories Inc.

En materia de seguridad también deberá acogerse el Reglamento de Normas Técnicas y de Seguridad en Gas Combustible compilado por el Ministerio de Minas y Energía y a toda la reglamentación que sobre la materia expida el Ministerio de Minas y Energía.

Las normas ambientales a las que deberán acogerse todos aquellos a los cuales aplique este Reglamento, serán aquellas expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 4º Numerales 10 y

25 de la Ley 99 de 1994 y demás que la modifiquen, deroguen o adicionen; o aquellas que establezcan otras autoridades ambientales competentes.

El Transportador estará obligado a comunicar al propietario de la Conexión, las normas específicas que deberán cumplirse y se **abstendrá de prestar el Servicio de Transporte** a través de las Conexiones, en los Puntos de Entrada o en los Puntos de Salida de su Sistema de Transporte, que no cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad establecidos por las normas y estándares aplicables.

2.2.5.3- Normas técnicas colombianas relacionadas con gas combustible. En este apartado se mencionan las NTC relacionadas con el gas combustible, y más adelante se hace énfasis en las que tienen aplicabilidad para el caso concreto:

NTC 1746	Plásticos. Tubos y accesorios termoplásticos para conducción de gases a presión.
NTC 1861	Embalaje. Contenedores de la clase 1. Contenedores tanque para líquidos y gases.
NTC 1908	Válvulas manuales para artefactos a gas, válvulas para conectores de artefactos y válvulas terminales de mangueras.
NTC 2462	Transporte. Rotulado de recipientes para gases a presión.
NTC 2505	Gasoductos. Instalaciones para suministro de gas en edificaciones residenciales y comerciales.
NTC 2576	Aparatos mecánicos. Válvulas y mecanismos termoplásticos de corte accionados manualmente para sistemas de distribución de gas.
NTC 2587	Tubos, acoples y accesorios de hierro dúctil y sus juntas, para aplicaciones en gas o agua.
NTC 2635	Productos químicos para uso industrial. Compuestos sellantes para uniones de tuberías y accesorios para gas natural y gases licuados del petróleo.
NTC 2728	Máquinas y equipos. Medidores de gas tipo diafragma.
NTC 2826	Aparatos mecánicos. Dispositivos generales para medidores de volumen de gas.
NTC 3264	Recipientes metálicos. Recomendaciones para la disposición de cilindros y acumuladores inservibles que contienen gases conocidos.
NTC 3290	Aparatos mecánicos. Reguladores para gases comprimidos.
NTC 3293	Aparatos mecánicos. Reguladores internos de presión para equipos que funcionan con gas.
NTC 3400	Higiene y seguridad. Medio ambiente. Determinación del índice de polución de un gas ácido en el aire.
NTC 3423	Aparatos mecánicos. Conexiones de entrada y salida en cilindros con gases comprimidos.
NTC 3458	Higiene y seguridad. Identificación de tuberías y servicios.
NTC 3527	Definiciones y reglas comunes aplicables al ensayo de artefactos para uso doméstico y comercial que emplean gases.
NTC 3538	Aparatos mecánicos. Válvulas metálicas para gas accionadas manualmente para uso en sistemas de tubería con presiones manométricas de servicio desde 6,8 kpa (1psi) hasta 861 kpa (125 psi). Tamaños desde 6,35 mm (1/4 pulgadas) hasta 50,8 mm (2 pulgadas).
NTC 3561	Especificaciones para tuberías flexibles no metálicas. - mangueras - y conectores usados en instalaciones de artefactos a gas que utilicen GLP – fase vapor -, aire con mezcla de gas propano o gas natural.
NTC 3631	Artefactos de gas. Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial.
NTC 3632	Gasodomésticos. Instalación de gasodomésticos para cocción de alimentos.
NTC 3727	Reguladores de presión para gas natural con dispositivo interno para alivio de sobrepresión.
NTC 3728	Gasoductos. Redes de distribución urbana de gas.

NTC 3740	Válvulas metálicas para gas accionadas manualmente para uso en sistemas de tuberías con presiones manométricas de servicios inferiores a 0.069 bar (1 psi).
NTC 3741	Conectores flexibles de construcción parcialmente metálica para aparatos que funcionan con gas
NTC 3742	Práctica Normalizada Para Instalación Subterránea de Tubos Termoplásticos de Presión
NTC 3765	Gasodomésticos. Requisitos generales de seguridad para gasodomésticos.
NTC 3833	Conductos de gas. Especificaciones para el diseño e instalación de sistemas para la evacuación de los productos de combustión de los artefactos de gas para uso doméstico, comercial e industrial.
NTC 3838	Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles.
NTC 3950	Medidores de gas tipo diafragma. Características físicas.
NTC 4059	Gestión ambiental. Aire. Determinación teórica de las emisiones de S02 para unidades operadas con gas combustible líquido o carbón.
NTC 4082	Equipos de cocción para uso comercial que funcionan con gas. Requisitos de seguridad.
NTC 4136	Medidores de gas tipo rotatorio.
NTC 4282	Gasoductos. Instalaciones para suministro de gas en edificaciones industriales.
NTC 4354	Conectores metálicos para artefactos a gas.
NTC 4444	Determinación de la velocidad promedio de una corriente de gas en ducto (método del tubo de pitot).
NTC 4534	Dispositivos de transición para uso en las instalaciones de suministro de gas (elevadores).
NTC 4554	Medidores de gas tipo diafragma con capacidad superior a 16m3/h características físicas.
NTC 4579	Tubería corrugada de acero inoxidable para uso con combustibles gaseosos en edificaciones residenciales y comerciales.
NTC 4617	Gestión ambiental. Calidad de aire. Determinación de la velocidad promedio de una corriente de gas mediante anemómetro.
NTC 4702-2	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas clase 2: gases.
NTC-ISO 9096	Gestión ambiental. Aire. Emisión de fuentes fijas. Determinación de la concentración y la tasa de flujo másico de material particulado dentro de ductos de conducción de gas. Método gravimétrico manual.

2.2.5.4- NTC 2505 (clic aquí doc 02)**, Gasoductos. Instalaciones para suministro de gas en edificaciones residenciales y comerciales**. A continuación se hacen referencias específicas de esta norma para el caso concreto (énfasis adicionado).

2.30
línea de acometida o acometida
derivación de la línea secundaria que llega hasta el válvula de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta la válvula de corte general.

Una de las primeras referencias es la que hace alusión a las tuberías de polietileno, que por disposición normativa deben ser enterradas:

4.1 TUBERÍAS

4.1.1 Tuberías plásticas

Las tuberías plásticas deben cumplir con lo establecido en la NTC 1746 y deben emplearse únicamente en instalaciones enterradas.

5. REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN

5.1 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

l) Se podrán emplear tuberías de polietileno enterradas de conformidad con lo establecido en la NTC 3742 y cumpliendo los requisitos del numeral 5.1.1 de la presente norma. Cuando la tubería aflore por encima del nivel del piso dentro de la edificación debe estar protegida por una camisa o conducto de un material permitido por esta norma para las instalaciones en el interior de las edificaciones, hasta el sitio del elevador (véase el numeral 5.1.1.3).

Estas tuberías deben cumplir los siguientes requisitos:

5.1.1.1 Tuberías enterradas

Para esta aplicación se deben utilizar tuberías plásticas o tuberías metálicas que cumplan los requisitos de los numerales 4.1.1 y 4.1.2, respectivamente. En la instalación de tuberías enterradas se debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

a) Debe instalarse por debajo del nivel del suelo, en una zanja con una profundidad mínima de 46 cm cuando la tubería pueda estar expuesta a cargas por tráfico vehicular o similar; y 30 cm cuando el trazado sea por zonas de jardín o donde no este expuesta a cargas debidas a tráfico vehicular o similar. Cuando por razones justificadas no pueda respetarse la profundidad antes indicada, debe construirse un sistema que brinde protección mecánica mediante alguna de las siguientes opciones: un conducto o camisa, una losa de hormigón o una plancha metálica, de manera que se reduzcan las cargas sobre la tubería a valores equivalentes a los de la profundidad inicialmente prevista.

e) Las tuberías enterradas deben instalarse sobre un lecho libre de piedras o aristas cortantes o sobre una capa de arena de 5 cm de espesor, siguiendo el procedimiento que a continuación se indica:

1) Una vez instaladas las tuberías en el fondo de la zanja, se cubren con una capa de 10 cm del material seleccionado de la misma zanja, compactado con un apisonador manual. El material de relleno no debe ser plástico y debe estar exento de materia orgánica.

2) Se debe emplear un sistema de señalización, el cual puede ser una cinta que debe tener un ancho mínimo de 10 cm, ubicada a una distancia comprendida entre 20 cm y 30 cm por debajo del nivel del suelo.

3) Posteriormente, se continúa el relleno de la zanja en capas de máximo 20 cm con apisonador, hasta lograr la compactación requerida.

f) Si se utilizan tuberías de polietileno se deben tener en cuenta los criterios establecidos en la NTC 3742 excepto en cuanto a las profundidades de instalación, adicionalmente se deben considerar los siguientes aspectos:

1) La instalación dentro de la zanja debe efectuarse en forma serpenteada para facilitar los movimientos de contracción y dilatación que puedan presentarse.

2) Cuando se haga un cambio de dirección sin codo, se debe dar a la tubería una curvatura con un radio mínimo igual a 25 veces el diámetro externo del tubo. No se deben permitir uniones en la curvatura.

3) Las válvulas de seccionamiento deben anclarse a fin de evitar que se transmitan a los tubos los esfuerzos producidos al maniobrarlas.

De este tipo de tuberías cobra especial relevancia las conexiones, elementos con importante riesgo de fuga:

5.2.3 Conexiones para tuberías plásticas

La tubería plástica de polietileno y sus acoples deben unirse por el método de fusión térmica o mediante el uso de uniones mecánicas. Estas uniones mecánicas deben cumplir con los requisitos establecidos en la NTC 1746. El sistema que se utilice debe ser compatible con los materiales que se estén uniendo, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a) No deben utilizarse conexiones roscadas en tuberías de polietileno.

b) No se permite el uso de pegantes o sellantes químicos.

c) La junta debe tener un valor de resistencia longitudinal al estiramiento como mínimo igual a la resistencia a la tracción de la tubería plástica.

d) Las uniones por fusión térmica deben hacerse de acuerdo con la ASTM D2657 y deben cumplir las recomendaciones dadas por el fabricante para garantizar que su resistencia es como mínimo equivalente a la de la tubería plástica.

e) No debe usarse el método de fusión térmica para unir tuberías fabricadas de materiales plásticos incompatibles.

f) Cuando se empleen conexiones mecánicas por compresión, debe usarse un segmento tubular o anillo rígido interno en conjunción con el acople y sus dimensiones deben ser tales que entre a ras con la tubería y se extienda por lo menos a lo largo de la longitud total del acople mecánico. No deben usarse anillos seccionados o de ajuste.

g) La unión a tope de tuberías con accesorios debe cumplir con los requisitos de la NTC 3409.

h) La unión de accesorios tipo campana debe cumplir con lo establecido en la NTC 3410.

i) Los acoples mecánicos deben ensayarse y cumplir con lo establecido en la NTC 1746.

j) Para uniones con accesorios por el método de electrofusión debe cumplirse lo establecido en la norma ASTM F1055.

2.2.5.4A- NTC 3728 (clic aquí doc 03**). Líneas de transporte y redes de distribución de gas.** Esta norma redunda consideraciones de instalación de las tuberías de polietileno, pero también establece inspecciones, y procedimientos para prevención de daños y evaluación de fugas:

5.3 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PLÁSTICAS

5.3.1 Transporte y almacenamiento

La tubería plástica y sus componentes son susceptibles de daño por un manejo inadecuado.

La tubería de polietileno no debe quedar expuesta a la intemperie por periodos prolongados que superen las recomendaciones del fabricante, ya que la luz directa del sol y las temperaturas mayores de 38 ºC pueden alterar las propiedades de la misma. Cuando por alguna circunstancia la tubería de polietileno permanezca por mas de dos años a la intemperie, deben efectuarse ensayos de laboratorio para determinar su resistencia mecánica y la resistencia a la tensión.

Los rollos de polietileno deben almacenarse conforme a las recomendaciones del fabricante. Los extremos deben protegerse mediante tapones para impedir la penetración de polvo, suciedad y agua.

5.3.2 Tendido e instalación

5.3.2.1 En zanja

a) Las tuberías termoplásticas deben tenderse e instalarse en la zanja según lo establecido en la NTC 3742. Durante el tendido de la tubería plástica, esta no debe ser presionada o halada sobre superficies puntiagudas; no se deben dejar caer o permitir que otros objetos caigan sobre esta. Se deben evitar curvas o pandeos; cualquier defecto debe removerse cortando el tramo cilíndrico correspondiente.

b) La tubería plástica no debe instalarse superficialmente, amenos que esté provista de camisas o elementos que la protejan de la intemperie y daños mecánicos.

c) La tubería plástica no debe instalarse en registros o cajas u otros encerramientos bajo nivel, de otros servicios a menos que esté completamente encamisada, de manera hermética al gas con referencia a la caja del otro servicio, con materiales incombustibles que garanticen la protección mecánica de la tubería.

d) La tubería plástica debe instalarse de tal forma que se minimicen los esfuerzos cortantes o las tensiones resultantes de la construcción, el relleno, la contracción térmica o las cargas externas.

e) La tubería debe instalarse en forma serpenteada, totalmente apoyada en el fondo de la zanja y al momento de iniciar el relleno de la zanja se debe compactar inicialmente por los costados de la tubería.

f) Las tuberías plásticas se deben instalar a una distancia de las líneas de vapor, líneas de agua caliente, líneas de transmisión eléctrica o cualquier otra fuente de calor, de tal manera que se evite que alcancen temperaturas superiores a los 37,8 °C (100 °F). Cuando no sea posible, se deben tomar las medidas necesarias para garantizar que la tubería no alcance la temperatura mencionada. (Véase el numeral 5.4)

5.3.3 Uniones

5.3.3.1 Generalidades

a) Se requiere la aplicación de técnicas calificadas y la utilización de materiales y equipos apropiados y en buenas condiciones, para garantizar uniones perfectas en la tubería plástica, realizadas mediante los diferentes métodos de unión establecidos en la NTC 1746 o ISO 4437.

b) Las uniones en tuberías plásticas deben realizarse de acuerdo con procedimientos recomendados por el fabricante, que hayan sido establecidos y aprobados mediante ensayos, para producir uniones herméticas y al menos tan resistentes como la tubería que se une.

c) Las uniones deben ser realizadas por personal calificado mediante entrenamiento y experiencia en los procedimientos apropiados que se requieren para todas los tipos de juntas involucradas.

d) Las uniones por termofusión y electrofusión, deben utilizarse únicamente cuando los componentes de unión sean del mismo material termoplástico, exceptuando los casos recomendados por los fabricantes.

e) Las uniones por fusión y las uniones mecánicas deben utilizarse cuando se una tubería o accesorios de polietileno. Los componentes de polietileno fabricados de diferentes grados de materiales pueden ser unidos por fusión, siempre y cuando se utilicen los procedimientos recomendados por el fabricante para la unión de los componentes específicos.

f) Las bridas o uniones especiales pueden utilizarse siempre y cuando estén apropiadamente calificadas y se utilicen de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI/ASME B31.8.

5.3.3.2 Uniones por fusión. Los procedimientos de unión por fusión deben ser realizados por personal debidamente calificado y entrenado.

Antes de realizar la unión, las juntas deben estar completamente limpias, de tal manera que no se mezcle el material fundido con las impurezas que se puedan presentar. A su vez, las juntas deben estar libres de humedad. No deben limpiarse tuberías y accesorios que vayan a ser unidos por fusión con agua u otro líquido que pueda infiltrarse en el material plástico. Por ningún motivo, se deben tocar las superficies a ser unidas, una vez estén limpias.

a) Uniones por termofusión.

1) Uniones realizadas a tope. Los accesorios utilizados para estos procedimientos deben cumplir con la NTC 3409.

El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

2) Uniones realizadas a socket. Los accesorios utilizados para estos procedimientos deben cumplir con la NTC 3410.

El tubo y el accesorio deben prepararse para la fusión, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante.

3) Juntas con silletas para derivaciones. El tubo y el accesorio deben prepararse para la fusión, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante.

No se permite la aplicación de calor mediante antorchas ni otras llamas directas.

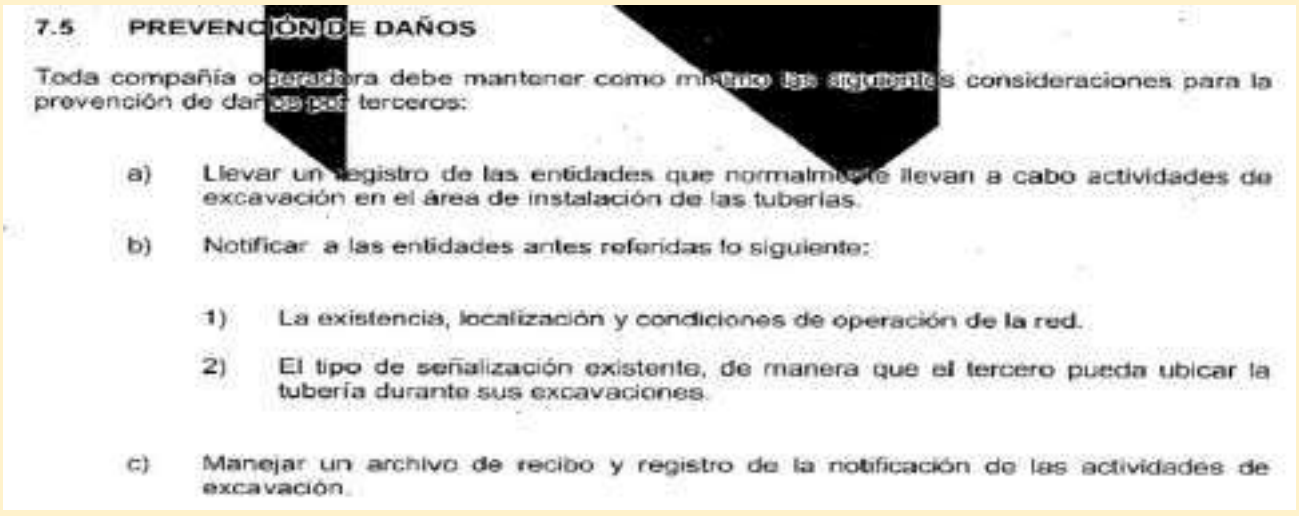
b) Uniones por electrofusión. Todos los accesorios utilizados para uniones por electrofusión deben cumplir con las especificaciones de la norma ASTM F1055. Los equipos y accesorios para las uniones por electrofusión deben ser utilizados de acuerdo con los procedimientos que establezca el fabricante.

c) Uniones mecánicas

De esta norma cobra especial atención la obligación de GDO de realizar inspecciones continuas del sistema, en especial cuando se presentan fugas y cambios que puedan afectar las redes:



También cobra especial atención la obligación de GDO de notificar/colaborar con el CONSORCIO para la detección de las redes:



7.5 PREVENCIÓN DE DAÑOS

Toda compañía operadora debe mantener como mínimo las siguientes consideraciones para la prevención de daños por terceros:

a) Llevar un registro de las entidades que normalmente llevan a cabo actividades de excavación en el área de instalación de las tuberías.

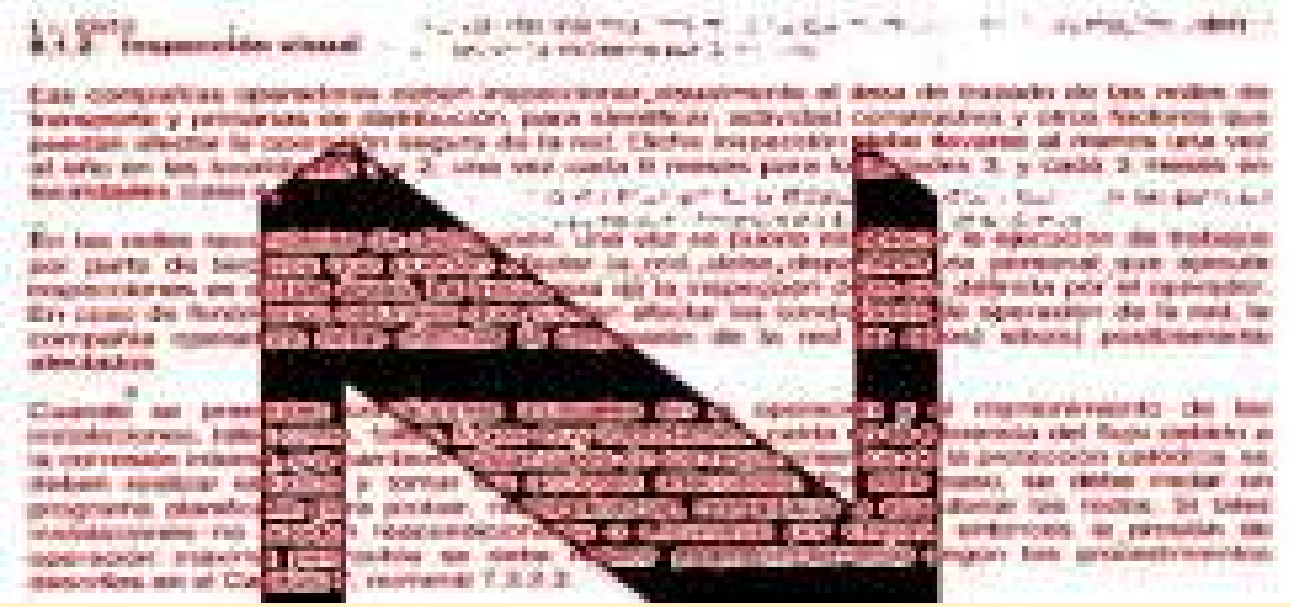
b) Notificar a las entidades antes referidas lo siguiente:

1) La existencia, localización y condiciones de operación de la red.

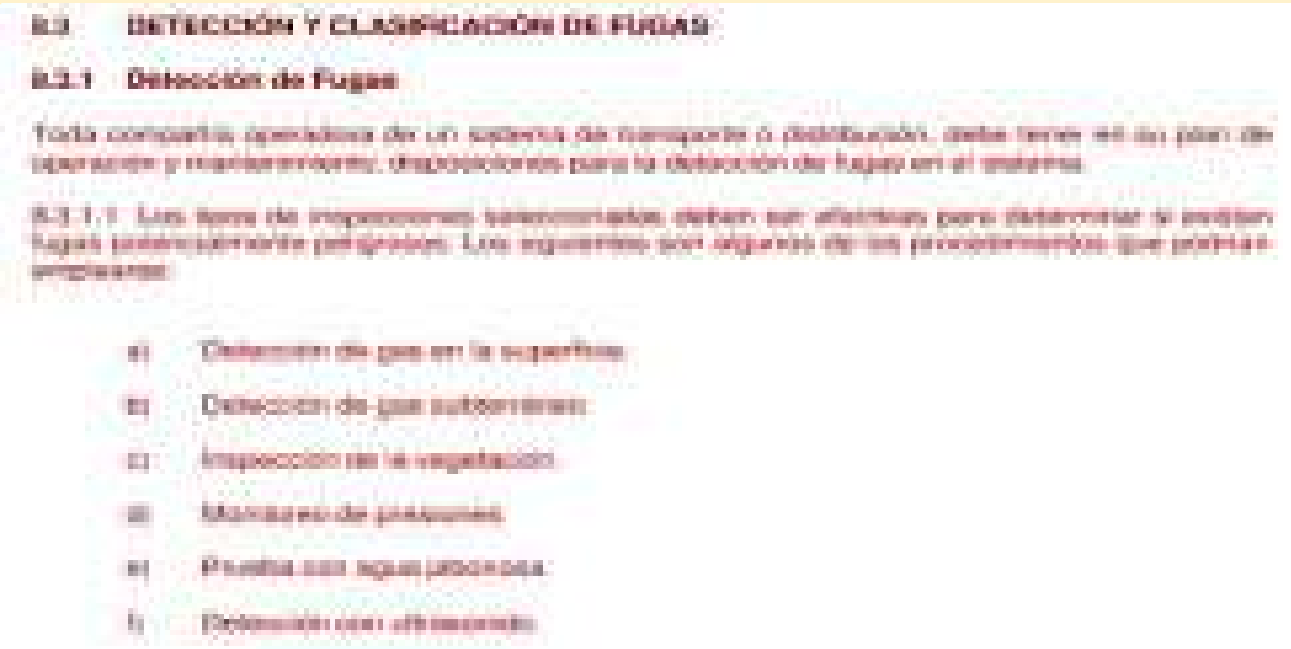
2) El tipo de señalización existente, de manera que el tercero pueda ubicar la tubería durante sus excavaciones.

c) Manejar un archivo de recibo y registro de la notificación de las actividades de excavación.

En sintonía con lo dicho unos párrafos atrás, ante la realización de trabajos de terceros que puedan afectar las redes, GDO tiene la obligación de monitorear las redes; anotando este perito que tal obligación se hace más rigurosa ante el evento de fugas y sus respectivas reparaciones:



En las conclusiones del presente peritaje se advierte que de los reportes de la reparación de abril 15 de 2019 no se advierte la implementaron los diversos tipos de inspecciones, los cuales si fueron realizados después de la deflagración de junio 20 de 2019:

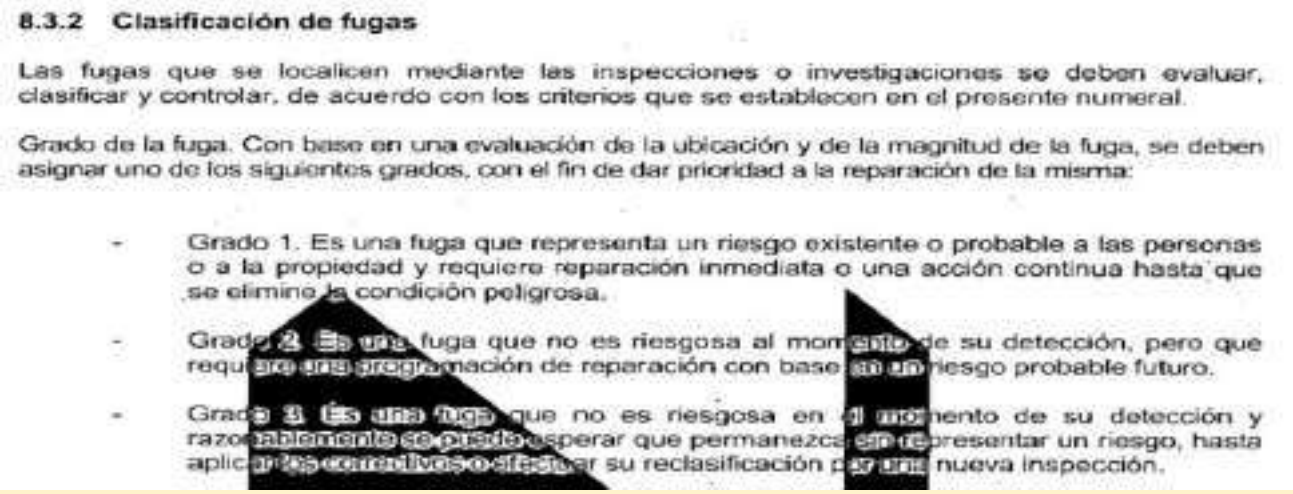


8.3.1.2 El alcance y la frecuencia de las detecciones de fugas se determinará por las características generales del área servida, la concentración de edificaciones, la edad de la tubería, condiciones del sistema, presión de operación y cualquier otra condición conocida (tales como fallas en la superficie, asentamiento, inundación o incrementos en la presión de operación) que tenga significado potencial para indicar un escape o para producir la migración a un área donde se podría generar una condición peligrosa.

También indica la norma la necesidad de inspeccionar puntualmente, de manera periódica, las redes eventualmente impuestas a esfuerzos inusuales, y las zonas reparadas, como ocurre en el caso en estudio:



En la información recopilada dentro de esta investigación no se encontró cómo clasificó GDO la fuga presentada el 15 de abril de 2019, reportada por el CONSORCIO.

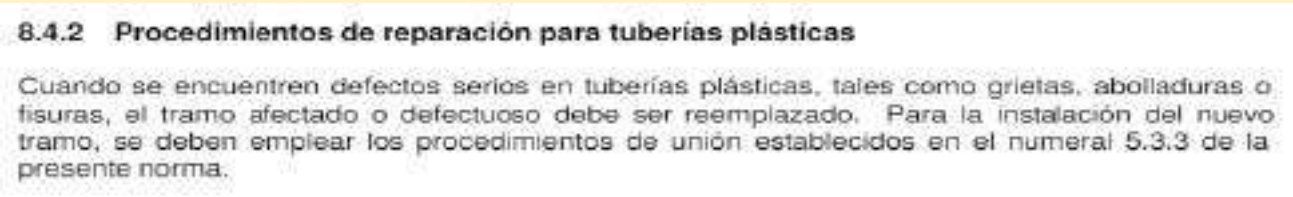


8.3.2 Clasificación de fugas

Las fugas que se localicen mediante las inspecciones o investigaciones se deben evaluar, clasificar y controlar, de acuerdo con los criterios que se establecen en el presente numeral.

Grado de la fuga. Con base en una evaluación de la ubicación y de la magnitud de la fuga, se deben asignar uno de los siguientes grados, con el fin de dar prioridad a la reparación de la misma:

- Grado 1. Es una fuga que representa un riesgo existente o probable a las personas o a la propiedad y requiere reparación inmediata o una acción continua hasta que se elimine la condición peligrosa.
- Grado 2. Es una fuga que no es riesgosa al momento de su detección, pero que requiere una programación de reparación con base en un riesgo probable futuro.
- Grado 3. Es una fuga que no es riesgosa en el momento de su detección y razonablemente se puede esperar que permanezca así o representar un riesgo, hasta aplicar las correctivas o efectuar su reclasificación por una nueva inspección.



8.4.2 Procedimientos de reparación para tuberías plásticas

Cuando se encuentren defectos serios en tuberías plásticas, tales como grietas, abolladuras o fisuras, el tramo afectado o defectuoso debe ser reemplazado. Para la instalación del nuevo tramo, se deben emplear los procedimientos de unión establecidos en el numeral 5.3.3 de la presente norma.

2.2.5.5- NTC 3742. Práctica Normalizada Para Instalación Subterránea de Tubos Termoplásticos de Presión. A continuación se hacen referencias específicas de esta norma para el caso concreto (énfasis adicionado):

En términos generales, las tuberías de polietileno son un avance tecnológico muy importante en el transporte de fluidos ya que son resistentes, permiten deformaciones, pero requieren el cumplimiento de unos requisitos de instalación para el adecuado funcionamiento del sistema:

0.2 Los materiales termoplásticos para tubos de presión en general se comportan como materiales dúctiles bajo carga, es decir, pueden soportar deformaciones considerables sin sufrir daño. La tubería hecha con tales materiales posee la habilidad de flexionarse bajo una carga sin romperse, y de deformarse de otras maneras sin dejar de ofrecer una resistencia continua. Esta flexibilidad le permite al tubo termoplástico dúctil activar, a través de su deformación, fuerzas laterales de suelo que crean un sistema tubo/suelo capaz de soportar con seguridad (aún en tubos sometidos a poca o ninguna presión interna) la tierra y demás cargas impuestas que se tienen en la mayoría de las instalaciones de tubos. Sin embargo, se requieren técnicas de instalación adecuadas para garantizar que se desarrollen y mantengan los soportes requeridos en el fondo y las presiones pasivas del suelo a los lados del tubo.

Los suelos en donde se excaven zanjas deben ser examinados e identificados, y las zanjas preparadas y rellenadas de acuerdo con procedimientos de cimentación apropiados y la práctica que aquí se expone.

En este preciso caso la tubería de polietileno en que se detectó la falla tiene dimensiones en el sistema IPS, que hace referencia a las dimensiones estandarizadas para tuberías de acero:

3.1 DEFINICIONES

3.1.2 El término tubo se refiere a tubos del sistema IPS y CTS, a menos que se indique de otra manera.

En esta imagen se ilustran los componentes para una adecuada instalación de la tubería en polietileno; una falla el procedimiento afecta la confiabilidad y durabilidad del sistema de transporte del fluido:

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3742 (Segunda actualización)

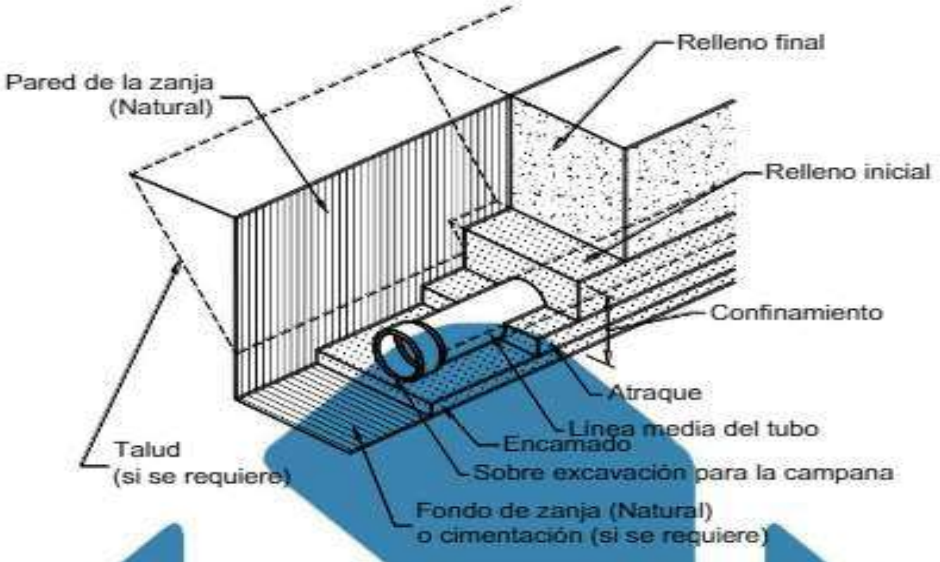


Figura 1. Terminología de instalación

Así pues, uno de los aspectos más importantes para el funcionamiento del sistema tiene que ver con la preparación de las zanjas donde reposará la tubería, sus dimensiones y materiales; en procura de no transmitir a la tubería cargas para las cuales no está diseñada:

6. EXCAVACIÓN DE ZANJAS - PROCEDIMIENTO RECOMENDADO DE INSTALACIÓN

6.1 ESTABILIDAD DE LA ZANJA

La zanja debe excavarse asegurando que sus lados sean estables bajo todas las condiciones de trabajo. Las paredes de la zanja pueden ser inclinadas o estar provistas de soportes apropiados, a fin de cumplir con todos los requisitos de seguridad regulatorios.

6.2 ANCHO DE LA ZANJA

El ancho de la zanja en cualquier punto por debajo de la parte superior del tubo debe ser suficiente para proporcionar espacio adecuado a cada uno de los siguientes requerimientos:

1) Realizar la unión de los tubos dentro de la zanja si esto es necesario;

2) permitir el desplazamiento o curvatura de un lado a otro de la zanja para un tubo pequeño de diámetro que tenga juntas restringidas (termofusionadas o con cemento solvente);

3) el llenado y compactación de los rellenos laterales, y

4) el chequeo de las juntas de sello elastomérico.

Se puede utilizar un ancho mínimo de zanja en la mayoría de tubos de presión que pueden ser unidos con cementos solventes o fusionados por calor, por medio de la unión de los mismos fuera de la zanja y bajándolos a la zanja después de que la unión haya alcanzado una adecuada resistencia (véase el numeral 10.4). Esta práctica también puede ser usada en tubería con uniones con sellos elastoméricos y con la aprobación del fabricante, siempre y cuando se tenga cuidado de no desensamblar las juntas al bajar la tubería a la zanja.

6.3 FONDO DE LA ZANJA

El fondo de la zanja debe ser preparado para la colocación directa del tubo, y debe ser continuo, relativamente liso, libre de piedras y capaz de proveer apoyo uniforme. Para tubería empalmada o con ensamble mediante campana, se deben sobreexcavar espacios suficientes en el lugar de cada una de las uniones para permitir su ensamble y para que la tubería tenga el soporte apropiado.

6.3.1 Donde se encuentren salientes de roca, frentes duros, o cantos rodados, se debe acondicionar el fondo de la zanja con una base de por lo menos 100 mm (4 pulgadas) de espesor conformada por material compactado Clase I ó II (véase la Tabla 1). En situaciones donde pueda ocurrir un rápido movimiento de agua a través de esta base, el material compactado utilizado debe tener una gradación tal que impida la pérdida por migración de cualquier material del empotramiento de la tubería (véase el numeral 9.8).

6.4 PROFUNDIDAD DE LA ZANJA Y COBERTURA DE LOS TUBOS

La excavación para las zanjas de los tubos debe corresponder a las profundidades y/o pendientes y dimensiones mostrados en los planos del proyecto. Debe mantenerse una cobertura suficiente para reducir adecuadamente las cargas ocasionadas por el tráfico y por otras cargas concentradas o de impacto.

6.4.1 La confiabilidad y la seguridad del servicio debe ser de la mayor importancia en la determinación de la cobertura mínima para cualquier servicio previsto. También deben tenerse en cuenta las regulaciones locales establecidas que sean aplicables.

6.4.2 Se debe requerir una cobertura mínima de 600 mm (24 pulgadas) por encima de la cota clave[1] para tubería sujeta a tráfico vehicular pesado. En áreas de tráfico ligero se requiere una cobertura mínima entre 300 mm y 450 mm (12 pulgadas y 18 pulgadas).

Otros aspectos de importancia especial:

7. COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

7.1 ENSAMBLE PARA LAS UNIONES DE LOS TUBOS

El ensamble de los tubos debe hacerse de acuerdo con las recomendaciones publicadas por el fabricante. Los tubos que sean unidos mediante cemento solvente, termofusión o alguna otra junta restringida, deben ser ensamblados sobre el terreno. Después de que el ensamble este debidamente "curado" (véase el numeral 10), la tubería puede ser colocada dentro de la zanja. Se debe permitir usar esta práctica en tubería con uniones con sellos elastoméricos, según lo aprobado por el fabricante, siempre y cuando se tenga cuidado de no desensamblar las juntas al bajar la tubería a la zanja.

7.2 DEFLEXIÓN DE LOS TUBOS

Los tubos termoplásticos ensamblados pueden ser deflectados longitudinalmente dentro del radio de curvatura prescrito por el fabricante. Debe haber dos límites: uno para tubos sin juntas y otro para tramos de tubos con juntas.

7.3 RESTRICCIÓN DEL EMPUJE

Cuando se trata de la instalación de sistemas de tubería con juntas que no pueden transmitir o absorber el máximo empuje longitudinal previsto, se debe requerir la restricción del empuje en cambios de dirección o en extremos finales, con el fin de evitar el desensamble de las juntas.

7.3.1 Cuando el sistema de tubería tiene juntas no restringidas (por ejemplo, juntas tipo espigo-campana con sello elastomérico) en puntos tales como descarga de bombas, cambios direccionales, reducciones y extremos cerrados, se debe proveer un modo de restringir el empuje hidrostático para impedir el desensamble de la junta y para asegurar el desempeño correcto del sistema de tubería de presión.

7.3.2 Cuando el sistema de tubería tiene juntas auto-restringidas (por ejemplo, bridas, uniones termofundidas, restricciones mecánicas o uniones con cemento solvente), no es necesario tener bloques de anclaje para contener el empuje hidrostático.

Después de la instalación, se deben realizar pruebas en la tubería para constatar su adecuado funcionamiento y hermeticidad. Una de las pruebas más importante es la de presión, que permite verificar la existencia de fugas:

11. PRUEBA DE PRESIÓN

11.1 La integridad estructural de los tubos y de sus uniones, debe ser demostrada mediante una prueba de presión que se efectúa después de la instalación y antes de ponerlos en servicio. Durante esta prueba de presión deben tomarse precauciones de seguridad para proteger al personal y a la propiedad en caso de fallar la tubería o algún componente.

Las precauciones a tomar dependerán de la naturaleza de los materiales de los tubos; el diseño del sistema; el contenido volumétrico; y la presión, ubicación, y duración de la prueba. Entre las precauciones importantes están:

11.1.1 La prueba de presión debe desarrollarse con agua o con otro fluido incompresible ambientalmente seguro, excepto en el caso de redes diseñadas para servicio de gas comprimido (por ejemplo, líneas de distribución de gas natural), las cuales deben ser probadas con aire o gas inerte comprimido.

11.1.2 Los tubos deben estar adecuadamente anclados para impedir el movimiento. Las uniones y accesorios pueden permanecer expuestos para facilitar la inspección de escape por la unión.

11.1.3 La prueba no debe comenzar hasta que sea autorizada por el ingeniero u otra autoridad y los bloques de anclaje de concreto hayan fraguado.

11.1.4 La red debe ser llenada lentamente con agua, teniendo cuidado de impedir una sobrepresión o atrapamiento de aire. Todo el aire atrapado debe ser liberado. Si es necesario, el sistema debe tener ventosas para salida de aire y válvulas de alivio o prevención de vacío. Las ventosas o válvulas de aireación/ vacío deben proveerse en todos los puntos altos del sistema de tubería para expulsar las bolsas de aire mientras se está llenando el sistema. Los reguladores de presión deben ser necesarios en los puntos bajos del sistema.

11.1.5 La temperatura del fluido de prueba no debe ser menor que 5 °C (40 °F), ni mayor que 30 °C (90 °F). El fabricante de los tubos y los accesorios debe ser consultado sobre las recomendaciones y la protección para cuando se realice la prueba por fuera de este intervalo.

11.2 La presión y duración de la prueba deben cumplir los requisitos de las regulaciones aplicables. En ausencia de tales regulaciones, la presión y duración de la prueba deben ser como se indique en los documentos del proyecto o como lo indique el ingeniero. Si faltan todas estas directrices sobre recomendaciones específicas para la presión y duración de la prueba, entonces debe utilizarse el siguiente procedimiento:

11.2.1 La línea debe ser presurizada hasta el 150 % de la presión de diseño del sistema; pero no debe ser menor que 103 kPa (15 psi), ni exceder la presión nominal de la tubería o de cualquier accesorio que se ensaye ni la presión de prueba máxima permitida para cualquier componente individual. Debe medirse la presión en el punto más bajo posible.

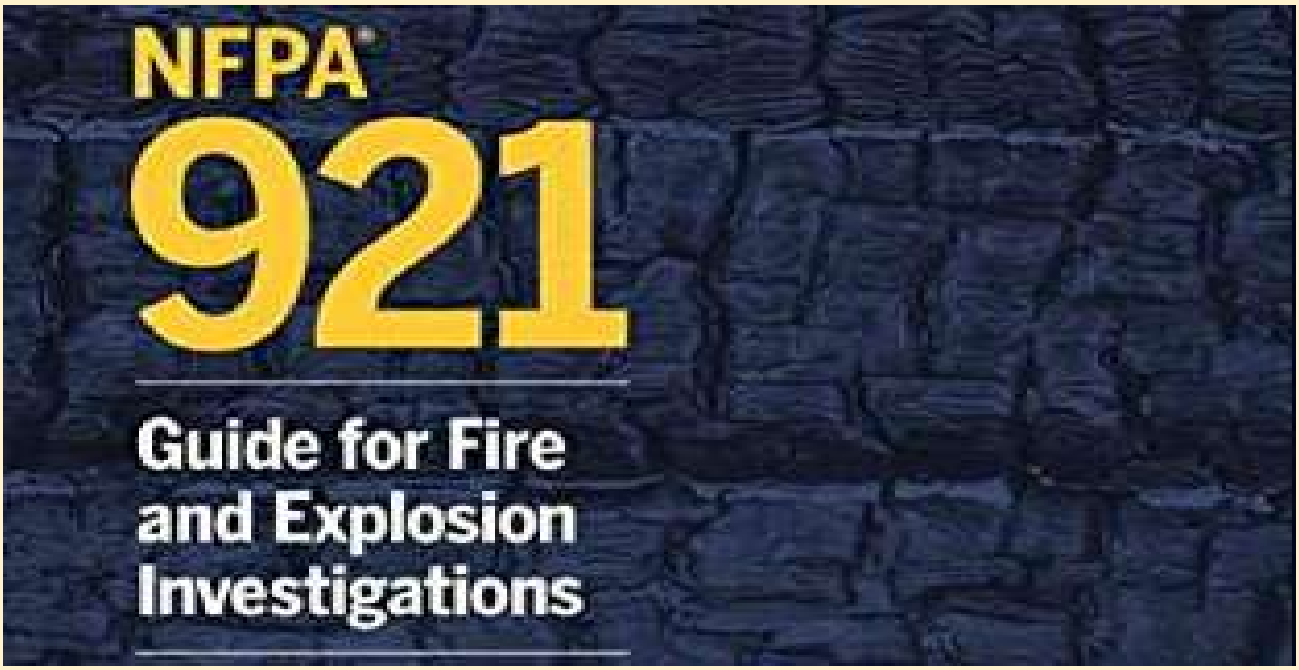
11.2.2 La duración de la presurización debe ser mantenida durante el tiempo especificado mientras se monitorea la pérdida de presión.

11.2.3 Todas las fugas visibles y cualquier fuga mayor que la permitida deberán ser reparadas y la línea deberá ser recargada y probada de nuevo siguiendo el mismo procedimiento.

12. PRUEBA DE FUGAS

12.1 Cualquier prueba de fugas debe hacerse de acuerdo con lo especificado. El objetivo de una prueba de fugas es establecer que no se presentará fuga en un tramo de la línea probada, incluyendo todas sus uniones, accesorios y otros accesorios, o que las pérdidas de fluido están dentro de los límites admisibles.

2.2.5.6- NFPA 921 (clic aquí doc 04)**. Guía para la Investigación de Incendios y Explosiones**. A continuación se hacen las referencias más importantes para este dictamen pericial, reproduciéndose *in extenso* por la importancia en la presente investigación:



La finalidad de esta norma es servir de guía para la investigación científica de incendios:

Origen y desarrollo de la NFPA 921

NFPA 921, *Guía Para la investigación de Incendios y Explosiones* fue desarrollada por el Comité Técnico de Investigaciones de Incendios, para ayudar en la mejora del proceso de investigación y en la calidad de la información sobre los incendios como resultado del proceso de investigación. La guía puede ser usada tanto por personas del sector público que tienen responsabilidades para la investigación de los incendios, como por personas del sector privado que lleven a cabo investigaciones para compañías de seguros o en casos de litigios. El objetivo del Comité es suministrar una guía para la investigación basada en principios científicos aceptados o un investigaciones científicas.

A continuación se presentan algunas definiciones de importancia para el caso concreto:

3.3.3 Accidente. Acontecimiento imprevisto que a veces causa daños o heridas y que interrumpe una actividad. Acontecimiento que surge por causas desconocidas, acontecimiento imprevisto debido a ignorancia, falta de cuidado o circunstancia.

En este caso el accidente lo constituye la deflagración en la Notaría 02 de Yumbo.

3.3.14 Autoignición. Inicio de la combustión mediante calor pero sin chispa o llama.

3.3.15 Temperatura de Autoignición. La temperatura más baja a la que el material combustible entra en ignición en el aire sin chispas o llamas

Dentro de las hipótesis se evalúa si el gas natural generó la deflagración mediante autoignición, o mediante una fuente externa de ignición.

3.3.25 Causa. Las circunstancias, condiciones o agentes que dieron como resultado o provocaron un incendio o explosión, daños a la propiedad como resultado del fuego o explosión, o daños corporales o pérdida de vidas como resultado del fuego o explosión.

Una de las causas que se estudian en las hipótesis está una fuga en la acometida (red externa de gas natural).

3.3.32* Detector de Gas Combustible. Instrumento que toma muestras de aire e indica si existen gases o vapores inflamables.

3.3.36 Fuente de ignición eficaz. Es una fuente de ignición que tiene la suficiente energía y es capaz de transmitirla al combustible en cantidad suficiente como para que éste alcance la temperatura de ignición (Ver 19.4.2)

3.3.50 Chispa eléctrica. Pequeña partícula incandescente creada por un arco eléctrico.

Dentro de las hipótesis se evalúa si la fuente de ignición del gas natural fue el generador de chispa de una estufa a gas dentro de la Notaría 02 de Yumbo.

3.3.42 Deflagración. Reacción de combustión en la que la velocidad del frente de reacción a través del medio combustible que no ha reaccionado, es menor que la velocidad del sonido [68, 2007]

3.3.53 Explosión. Conversión instantánea de la energía potencial (química o mecánica) en energía cinética con la consiguiente producción y liberación de gases a presión o liberación de un gas que estaba a presión. Estos gases a presión realizan un trabajo mecánico, como mover, cambiar o empujar los materiales que hay alrededor.

En el presente caso se ratifican los informes que informan de la existencia de una deflagración.

3.3.58 Fallo. Distorsión, rotura, deterioro u otra circunstancia similar de un elemento, componente, sistema, conjunto, estructura o edificio que da lugar a un funcionamiento insatisfactorio de la función para la que estaba proyectado.

En este peritaje se evalúa la existencia de un daño en la tubería de polietileno que constituía la acometida de gas natural a la Notaría 02 de Yumbo.

3.3.59 Análisis de fallos. Examen lógico y sistemático de un elemento, componente, sistema, conjunto, estructura o edificio y de su lugar y función en un sistema, para identificar y analizar la probabilidad, causas y consecuencias de fallos posibles y reales.

3.3.62 Fuego. Proceso de oxidación rápida con producción de luz y calor de distinta intensidad.

3.3.63 Análisis del Incendio. Proceso de determinar el origen, causa, desarrollo y responsabilidad de un incendio o explosión, así como el análisis de fallos cuando sea requerido

3.3.64 Causa de Incendio. Circunstancias, condiciones o hechos que dan lugar a la entrada en contacto de un combustible, una fuente de ignición y un comburente (como aire u oxígeno), con el resultado de un incendio o explosión.

En este caso, se evalúan, entre otras hipótesis, la causa que permitió el acceso de gas natural fugado al interior de la Notaría, donde se premezcló con el oxígeno atmosférico, teniendo como fuente de ignición el mecanismo de chispa de una estufa ubicada en la cocina de esta oficina pública.

3.3.86 Gas Combustible. Gas natural, gas manufacturado, gas licuado del petróleo (LPG) y similares, utilizados corrientemente para usos comerciales o residenciales como calefacción, refrigeración o cocina.

3.3.90 Gas. Estado físico de una sustancia que no tiene forma ni volumen por sí misma y que se expande hasta tomar la forma y volumen del recipiente que lo contiene.

10.2* Gases Combustibles. Por definición, los gases combustibles incluyen el gas natural, los gases licuados del petróleo sólo en fase vapor, las mezclas de aire-gas de gases licuados del petróleo, gases elaborados, y mezclas de estos gases, más mezclas aire-gas dentro del rango de inflamabilidad, siendo el gas combustible o el componente inflamable un producto distribuido comercialmente. Los gases combustibles encontrados más frecuentemente por el investigador del fuego y explosión serán el gas natural y el propano comercial.

En esta investigación se verifica la producción de una deflagración del gas natural que sirve para el consumo domiciliario.

3.3.110 Parte Interesada. Cualquier persona, entidad, u organización, incluyendo sus representantes, con obligaciones legales o cuyos intereses y derechos pueden verse afectados por la investigación de un determinado incidente.

En el presente caso la parte interesada es Proyectar Ingeniería SAS.

3.3.111 Lugar de Investigación. Para el objeto del capítulo 27, los términos "lugar" y "escena" se refieren indistintamente al "lugar de la investigación", al menos que el contexto particular requiera el uso de uno u otro vocablo.

3.3.148 Escena. Ubicación especifica del incidente en un lugar. La zona o zonas (estructura, vehículo, embarcación, parte de un equipo, etc.) asignados como relevantes para la investigación del incidente porque pueden contener daños o restos físicos, pruebas, víctimas, o peligros relacionados con el mismo.

3.3.157 Lugar del Incidente. Ubicación física general del incidente, incluye la escena y las zonas circundantes que puedan ser significantes para el proceso de investigación.

En el presente caso el lugar de investigación es la esquina nororiental del cruce de la carrera 4 con calle 3 del municipio de Yumbo, incluyendo el inmueble donde funcionó la Notaría 02 de Yumbo, y la zona pública aledaña a dicho inmueble.

3.3.145 Responsabilidad. La responsabilidad de una persona u otras entidades en el suceso o cadena de acontecimientos que causan el fuego o la explosión, propagación del fuego, heridas personales, muertes, o daños a la propiedad.

En el dictamen pericial se investiga si la causa eficiente de la fuga de gas natural que ingresó a la Notaría fue la rotura de la tubería de polietileno con ocasión del tendido de redes de acueducto; o sí la causa fue la mala reparación de la rotura detectada.

3.3.149 Método Científico. La búsqueda sistemática de conocimiento que involucra el reconocimiento y definición de un problema; la compilación de datos a través de la observación y la experimentación; el análisis de datos; la formulación, evaluación y prueba de hipótesis; y cuando es posible, la selección de una hipótesis final.

3.3.187 Ventilación. Circulación de aire en cualquier sitio debida al viento natural o a la convección por ventiladores que extraen el aire de un edificio a través de orificios de ventilación. Operación de la lucha contra incendios consistente en sacar el humo y el calor de un edificio, abriendo las ventanas y puertas o haciendo agujeros en el techo.

10.1.1.1 Fuentes de combustible. Los gases combustibles que escapan de las conducciones, almacenamientos, o sistemas de utilización, pueden servir como combustibles fácilmente inflamables para fuegos y explosiones. Estos gases se denominan normalmente *gases fugados*.

En el presente caso se evalúa si la fuente de combustible es el gas fugado por un fallo en la red de acometida.

10.1.1.2 Fuentes de Ignición. El rango de las temperaturas de ignición para muchos gases combustibles es aproximadamente de 384°C a 632°C (723°F a 1170°F). Las energías mínimas de ignición son tan bajas como 0.2 mJ. Por ello, son fácilmente inflamables con las fuentes de ignición más comunes.

10.1.1.2.1 Las llamas abiertas de los quemadores de gases combustibles o luces pilotos pueden servir como fuentes de ignición adecuadas de los gases combustibles y otros combustibles, particularmente gases inflamables o los vapores de líquidos inflamables y polvos.

10.1.1.3 Fuentes de combustible e ignición. En muchas ocasiones, las conducciones de gas combustible y los sistemas que lo utilizan, que incluyen quemadores y luces piloto, pueden servir tanto como fuentes de combustible como de ignición.

En el peritaje se evalúa si la fuente de ignición del gas natural que generó la deflagración fue el mecanismo de chispa de la estufa de gas presente en la cocina de la Notaría.

10.2.1 Natural Gas.

10.2.1.1 El gas natural es un producto natural gaseoso de hidrocarburos que se recoge en la perforación de pozos en bolsas subterráneas, a menudo asociadas con petróleo crudo. Aunque los porcentajes exactos son diferentes según las áreas geográficas, y no hay estándares que especifiquen su composición, el gas natural es principalmente metano, con cantidades menores de nitrógeno, etano, propano, y con trazas de butano, pentano, hexano, dióxido de carbono y oxígeno. Los porcentajes pueden variar enormemente, habiéndose informado de mezclas con metano entre el 72 y el 95%, etano entre el 3 y el 13%, entre el 1 y el 4% de propano, y entre el 1 y el 18% de nitrógeno.

10.2.1.2 El gas natural no diluido es más ligero que el aire. Dependiendo de su composición exacta, tiene un peso específico (aire) (densidad de vapor) de 0.59 a 0.72, un límite inferior de explosividad (LEL) de 3.9 por ciento a 4.5 por ciento, y un límite superior de explosividad (UEL) de 14.5 por ciento a 15 por ciento. Una mezcla inflamable tiene una densidad de vapor de 0.96 a 0.98. Su temperatura de ignición es de 482°C a 632°C (900°F a 1170°F).

En el presente caso se tiene certeza que la deflagración fue producida por la combustión de gas natural para el servicio público domiciliario, como se demostrará al analizar las hipótesis y en las conclusiones.

10.2.4 Odorización. El gas natural comercial y los gases licuados del petróleo, GLP, no suelen tener un olor identificable en su estado natural. Para favorecer la detección del gas natural, suele añadírsele una mezcla de t- butil mercaptano, tiofano u otros mercaptanos. Para aumentar la detección del GLP se añade normalmente etil-mercaptano. Estos odorantes son exigidos por ley y el código 49 CFR 192.625 especifica, "Todo gas combustible en una línea de distribución debe contener un odorante natural o debe ser olorizado, a fin de que sea fácilmente detectable por una per-

sona con un sentido del olfato normal, a una concentración en aire de un quinto de su límite inferior de explosividad". El subapartado 4.2.1 del NFPA 58, *Liquefied Petroleum Gas Code*, Código del Gas Licuado del Petróleo , establece que "Todos los gases licuados del petróleo se odorizarán antes de incorporarse a una planta a granel, mediante un agente que permita su detección por olor a una concentración no inferior a un quinto de su límite inferior de inflamabilidad". El odorante del gas natural es añadido por la compañía distribuidora, antes de incorporarlo al sistema de distribución. El gas natural de los gaseoductos de gran longitud no suele odorizarse. En el caso de los LPG's, el odorante es añadido por el suministrador antes de su entrega a las plantas de almacenamiento a granel.

En el presente caso no se tienen reportes de haber olfateado odorante, lo que implica por lo menos dos hipótesis, el debilitamiento del olor del odorante, perdió sus efectos, al reaccional con los componentes de la masa de suelo, o que en ese sector específico no tenía la dosificación suficiente.

10.2.4.1 La verificación del odorante debería ser parte de cualquier investigación de explosión en la que hay involucrado (o se supone) gas combustible, y parece que los testigos no detectaron indicios de fuga de gas. Debería verificarse la presencia de una cantidad suficiente de odorante. Los *tubos de muestreo* (detectores químicos especializados) pueden utilizarse para tal fin, y para resultados más exactos en pruebas de laboratorio, se puede utilizar la cromatografía de gases.

10.2.4.3 En general, no es adecuado determinar el nivel efectivo de odorante en una muestra de gas natural mediante ensayo en laboratorio. Este nivel debería ensayarse en campo utilizando un equipo de detección capaz de determinar el porcentaje de gas en aire para el cual el olor resulta detectable con facilidad. Por diversas razones, algunas personas no pueden detectar estos odorantes y, bajo ciertas circunstancias, la eficacia del odorante puede reducirse hasta un punto en el que no puede detectarse. Por lo tanto, los resultados de las pruebas deberían corroborarse siempre por dos personas como mínimo.

Se resalta la necesidad de verificar la dosificación del odorante en campo, no siendo suficiente la valoración en laboratorio.

10.3 Sistemas de Gas Natural. Una diferencia entre los sistemas de gas natural y los de propano es que el gas natural normalmente se conduce directamente a los edificios de los consumidores desde instalaciones de producción y almacenamiento centralizadas. Los sistemas de conducción que conducen el gas natural hasta el consumidor son bastante complejos, con muchos procedimientos intermedios y cambios de presión desde el almacén al uso final.

10.3.1* Tuberías de Transmisión. Las conducciones utilizadas para transportar el gas natural desde las instalaciones de producción o almacenamiento a las instalaciones locales, se denominan tuberías de transmisión. En *tuberías de transmisión* de larga distancia, las compañías de gas natural utilizan presiones hasta 1200 psi (8275 kPa).

10.3.2 Red de distribución (tubería principal). Las tuberías usadas para distribuir gas natural en los sistemas de red centralizada para zonas residenciales o empresas, reciben el nombre de red de distribución. La presión normal operativa en estas redes puede variar enormemente dependiendo de las distintas compañías de servicio de gas en las distintas regiones geográficas. La presión en las redes rara veces excede los 1000 kPa (150 psi) en los sistemas de alta presión, mientras que la presión normal suele ser de 400 kPa o menos (60 psi o menos). Las redes de distribución en el medio rural, en el cual se tiene que repartir el gas a mayor distancia entre los clientes, se requieren presiones más altas que los sistemas urbanos. Una tubería principal en un tipo de red de distribución.

10.3.3 Líneas de Servicio. Las líneas de servicio de gas natural, a veces denominadas laterales de servicio, son sistemas de conducción que conectan las principales de la compañía de gas con el cliente individual. Normalmente terminan en el regulador y la instalación de medición (contador). Las presiones máximas y mínimas enviadas a los servicios del cliente después de la regulación final de presión, se encuentran normalmente en un rango entre 1.0 kPa a 2.5 kPa (de 4 a 10 pulgadas de columna de agua).

10.5.2.2 Tuberías Enterradas. La instalación inadecuada de sistemas de conducciones subterráneas, y el uso de materiales no aprobados pueden causar fugas de gases. La conducción subterránea debe enterrarse a suficiente profundidad y en ubicaciones apropiadas que estén protegidas contra daños físicos y la corrosión. Se puede aceptar la conducción subterránea bajo edificios, si no hay otra solución, pero debe protegerse y encerrarse en conductos aprobados, diseñados para soportar la carga de la estructura y contener cualquier fuga de gas.

Este tipo de referencias demuestran que la fuga de gases en tuberías enterradas es una situación comúnmente previsible, por lo cual las reparaciones deben ser rigurosamente verificadas con los diferentes métodos establecidos en la literatura.

10.9 Investigación de Sistemas de Gases Combustibles. Una vez se ha determinado que un sistema de gas combustible ha influido en el modo en que se ha quemado un edificio, ya sea como fuente de combustible, fuente de ignición, o como ambas a la vez, o ha proporcionando propagación adicional del incendio, el sistema debe analizarse. Este análisis debería proporcionar información sobre el modo y extensión en que el sistema de gas combustible ha estado involucrado en el origen o causa del fuego o explosión.

10.9.4 Fugas. Las fugas en conducciones y en equipamientos es la causa principal de fuegos y explosiones alimentados por gas. Normalmente, las fugas se producen en juntas de conducciones, en aparatadores o luces piloto no encendidas, en conducciones y salidas no cubiertas, en áreas de corrosión de conducciones, o por el daño físico en las líneas de gas.

10.9.4.1 Juntas de Tuberías. Conexiones inapropiadas entre los elementos de conducción, como roscados inadecuados (vueltas insuficientes para la apretura del gas), roscados inapropiados (roscado cruzado o roscado dextrógiro mezclados con roscados levógiros), o uso inapropiado de componentes de juntas en conducción (demasiados o escasos) pueden causar fugas de gas. Las juntas de las conducciones también son los lugares en los que más comúnmente se produce la fuga como resultado de daños físicos a los sistemas de conducción de gas combustible (*Ver 10.9.4.8*).

Los dos apartes anteriores son fundamentales porque desde el punto de vista técnico están demostradas las principales causas de fugas, destacando las que se producen en juntas, como se investiga en este informe. El hecho de la previsibilidad es fundamental para determinar responsabilidades.

10.9.4.8* Daños Físicos. Los daños físicos a los sistemas de gas combustible pueden causar fugas. La tensión localizada en los sistemas de conducción puede mostrarse en las juntas y uniones de las conducciones. Debido a que los codos, accesorios en forma de "T" y las conexiones en las tuberías son más rígidos y fuertes que las tuberías que conectan, y ya que los finales roscados son más débiles que el resto de la tubería, el daño por esfuerzo normalmente se produce en las partes roscadas inmediatamente adyacentes a los accesorios de las tuberías.

10.9.4.8.1 Las fugas que tales tensiones crean pueden desarrollarse en juntas muy alejadas del punto de contacto físico. Por ejemplo, si un automóvil golpea un conector, la tensión de la conducción subterránea del sistema puede causar una fuga en una unión de la tubería subterránea alejada muchos metros. El movimiento en una línea de gas que se aleja de una pared puede ejercer tensión sobre el sistema de conducción de gas y causar una fuga en la junta de la conducción flexible y en la línea principal rígida de gas, o en una junta dentro de la misma línea que se aleja.

La referencia previa también es necesaria en este informe porque demuestra que desde el punto de vista técnico es previsible que en las tuberías que transportan gas natural se presenten fugas en zonas relativamente lejanas a las que se tiene un contacto físico externo; y ello implica la necesidad desplegar exhaustivamente una revisión de fugas.

10.9.4.8.2 A menudo, las conducciones escondidas bajo tierra y en paredes quedan dañadas por trabajos de construcción. Las tuberías se han agujereado por taladradoras, clavos, tornillos, cortadoras, y otras herramientas. Cuando los clavos o los tornillos agujerean las tuberías de gas, los agujeros de fuga resultantes pueden quedar tapados casi totalmente y permanecer así hasta que se retira o se suelta el clavo o tornillo, como por asentamiento de la estructura. Por lo tanto, las fugas por clavos y tornillos pueden no detectarse hasta mucho después del daño original.

Esta referencia previa también es relevante si se considera que es necesario monitorear eventuales fugas con posterioridad a la finalización de un proceso constructivo.

10.9.5 Muestreo de Presión.

10.9.5.1 Generalidades.

10.9.5.1.1 Los sistemas de conducción de combustibles se diseñan para retener el gas a una presión moderada. La presencia de fugas en el sistema puede determinarse con la detección de una caída de presión dentro del sistema cerrado. Antes de que se utilice la conducción para tal prueba, cualquier parte del sistema evidentemente dañada debería aislarse y taparse. Muchas veces será necesario probar la conducción en dos o más secciones, una cada vez.

De la referencia anterior queda claro que el muestreo de presión es uno de los métodos más confiables para la detección de fugas en tuberías de gas. En los reportes de GDO no consta que en la reparación de 15 de abril de 2019 se hubiera realizado este tipo de control de fugas.

10.9.5.1.2 Cuando se aíslan partes de la conducción que se han dañado por un fuego o explosión, puede ser necesario cortar, volver a roscar, y tapar conducciones individuales. Es posible sellar totalmente las secciones dañadas de la conducción con el uso de tubos flexibles, abrazaderas, y tapas, sin necesitar volver a roscar ni tapar las líneas. Las juntas atornilladas, las uniones, los accesorios en forma de "T", o los codos, no deberían desenroscarse para aislar una sección. Hacerlo puede destruir pruebas de conexiones defectuosas ya existentes.

10.9.5.3* Método de Caída de Presión. Un sistema de conducción de gas también se puede probar por el método de la caída de presión. En él, el sistema se presuriza con aire o con un gas inerte como el nitrógeno o el dióxido de carbono. En los sistemas que incluyen equipos que operan a presiones medidas de 3.4 kPa (½ psi) o menores, se puede llevar a cabo la prueba con el mismo gas combustible entre 2.5 y 3.5 kPa (10 y 14 pulgadas de columna de agua) durante 10 minutos. Los métodos de prueba se enumeran en NFPA 54, Código nacional de gas combustible *(National Fuel Gas Code)*,1995 y NFPA 58, Norma de gas licuado del petróleo *(Liquefied Petroleum Gas Code,)*2003.

10.9.6 Localización de Fugas. Las fugas en las conducciones de gas combustible se pueden localizar con uno o más de los métodos que se muestran desde 10.9.6.1. a 10.9.6.4.

En todo caso, ante la ocurrencia de un incidente que averíe la tubería es obligatorio redundar en los métodos de localización de fugas ya que el odorante no es infalible y puede perder su capacidad delatora al entrar en contacto con minerales presentes en la tierra o en el aire.

10.9.6.1 Prueba de la Pompa de Jabón. Las fugas en juntas, accesorios y conexiones de equipos en conducciones, se pueden detectar con la aplicación de soluciones de pompa de jabón en el área que se sospecha tiene una fuga. Si el sistema está presurizado, la producción de pompas en la solución revelará la fuga. Después de la prueba, el área debería enjuagarse con agua para prevenir posibles corrosiones o agrietamientos por esfuerzos. La Figura 10.9.6.1 muestra un test de fugas con burbujas de jabón en una pieza en T de una tubería

En los reportes de GDO no consta que en la reparación de 15 de abril de 2019 se hubiera realizado este tipo de control de fugas.

10.9.6.2 Inspección por detector de gas. Los instrumentos de detección de gas, llamados indicadores de gas inflamable, indicadores de gas combustible, explosímetros, o "aspiradores", se pueden utilizar como dispositivos de inspección para detectar la presencia de gases combustibles fugados, gases de hidrocarburos, o vapores en la atmósfera. Muchos instrumentos también detectarán la presencia de otros gases o vapores combustibles como el amoniaco, el monóxido de carbono, y otros, por lo que el operario debería ser completamente consciente de las capacidades y limitaciones del instrumento que está utilizando.

En los reportes de GDO no consta que en la reparación de 15 de abril de 2019 se hubiera realizado este tipo de control de fugas; aunque sí consta que este tipo de monitoreos se desarrolló en otros sitios donde se desarrollaron las obras del acueducto.

10.9.6.2.1 En el exterior de las estructuras, se prueba la atmósfera en cualquier apertura disponible en el pavimento donde puede estar presente el gas que se ha escapado de las líneas principales y de servicio. Las pruebas deberían realizar a lo largo de las fracturas del pavimento, bordillos, aperturas de alcantarillas y bocas de hombre, válvulas y cajas envolventes, sumideros, y en agujeros barrera por encima y a lo largo del recorrido de las conducciones de gas.

Esta referencia previa es supremamente importante en el caso estudiado porque obliga técnicamente a realizar un control de fugas de gas que provenga de tuberías enterradas que puedan hacer fluir el gas natural en la masa de suelo.

10.9.6.2.3 Dentro de las estructuras se pueden probar las juntas y las uniones de la conducción de gas. También deberían probarse los espacios donde se pueden recoger y embolsar los gases fugados. Debería tenerse en cuenta la densidad relativa de vapor de los gases combustibles. Si se sospecha la presencia del gas natural (más ligero que el aire), se deberían probar las áreas más elevadas de las habitaciones en las estructuras. Si se sospecha la presencia de gases licuados del petróleo (más pesados que el aire), se deberían chequear los niveles más bajos.

Las normas técnicas también recomiendan la verificación al interior de las estructuras que puedan en las cuales pueda introducirse el gas natural fugado.

10.9.6.3 Agujeros por Barras. Los agujeros por barra son agujeros dirigidos en la superficie del terreno o pavimentos con barrenas o barras metálicas pesadas. Este agujereado implica la realización sistemática de agujeros a intervalos regulares a lo largo y a ambos lados del camino de las líneas de gas subterráneas, y la prueba de la atmósfera subterránea con un detector de gas. Los resultados de estas pruebas se registran en un gráfico llamado gráfico de agujereado por barras. La comparación de las lecturas de los porcentajes del gas fugado de cada agujero de barra puede indicar la localización de una fuga de gas subterránea.

La referencia de los agujeros por barras es relevante para el presente caso ya que si el gas natural no cuenta con la dosificación adecuada del odorante, o si el odorante pierde sus propiedades ocurriendo el debilitamiento del olor, y no es conveniente o posible hacer prueba de presión, con esta prueba se monitoreará idóneamente la presencia de gas natural en la masa de suelo que rodea la tubería enterrada.

10.9.7 Ensayo de Presión y Caudal. Si los reguladores u otros equipos y componentes de servicio de gas no han quedado gravemente dañados por el fuego, se pueden probar para ver si siguen funcionando correctamente. Estos ensayos pueden realizarse con varios tipos de gases, inflammables o no inflammables, tales como aire, nitrogeno, helio o incluso el gas existente en la instalación (p.e. gas natural, propane o butano). Cuando se usan gases inflamables hay que eliminar todas las posibles fuentes de ignición. Con un equipo adecuado se pueden determinar, bien en campo bien el laboratorio, las presiones en reposo o con caudal de gas, tanto el caudal normal como el caudal en caso de fugas. En estas pruebas, los datos obtenidos con el gas de ensayo han de ajustarse a las caracteristicas del gas para el cual se diseñaron los equipos. Estos ajustes se basan en los pesos especificos de los gases. (*Ver Figura 10.9.7.*)

La anterior referencia es importante después de la existencia de la deflagración.

10.9.8 Toma de muestras de tubería de gas. Cuando se tomen muestras se deberían tomar medidad para mantener su valor como evidencia. Para aislar una sección de tubo, no se deberían desenroscar o apretar las uniones roscadas, T, o codos. Esto podría destruir pruebas sobre la posible existencia de malas conexiones previas. Se deberían colocar testigos logitudinales en cada union o sitio de corte, para poder realizar una reconstrucción de la relación especial entre las tuberías (Ver Figura 10.9.8.)

La anterior referencia es importante después de la existencia de la deflagración.

10.9.9ª Migración Subterránea de Gases Combustibles.

10.9.9.1 Generalidades.

10.9.9.1.1 Es normal que los gases combustibles que han fugado de los sistemas de conducción subterránea, migren subterráneamente (muchas veces a grandes distancias), penetren en estructuras, y creen atmósferas inflamables. Tanto los gases combustibles más ligeros que el aire, como los más pesados que el aire, pueden migrar a través del suelo; seguir el exterior de las líneas subterráneas; y filtrarse en líneas de alcantarillado, en conductos subterráneos eléctricos o de teléfonos, drenar cobsacios, o incluso atravesar directamente suelo y paredes de los cimientos, que no son tan herméticos a los gases como el agua o las conducciones de gas. [*Ver Figura 10.9.9.1.1(a)* y *Figura 10.9.9.1.1(b).*]

La anterior referencia es determinante porque señala que en la literatura técnica es normal la migración subterránea de gases inflamables fugados, como se estudia en el presente dictamen pericial.

10.9.9.1.2 Estos gases también tienden a migrar hacia arriba, filtrándose por el suelo y dispersándose inocuamente en la atmósfera. Si la

ruta de migración es lateral o vertical es principalmente un problema de qué ruta proporciona la menor resistencia al viaje del gas fugado, la profundidad a la que se da la fuga, la profundidad de cualquier línea lateral enterrada que pudiera seguir el gas, y la naturaleza de la superficie del terreno. Si la superficie del terreno está obstruida por la lluvia, la nieve, la tierra congelada, o el pavimento, los gases se verán forzados a moverse lateralmente. No es raro que una fuga existente desde largo tiempo atrás se haya dispersado inocuamente en el aire hasta que la superficie del suelo cambió, por el asfaltamiento del nuevo pavimento, por fuertes lluvias o congelación, con lo que se vio forzado a migrar lateralmente y entrar en una estructura, alimentando así un fuego o una explosión.

Las referencias previas también son fundamentales porque demuestra como un hecho posible, y por tanto, previsible, la migración subterránea de gases combustibles; cuestión que obliga a una severa revisión de fugas, un monitoreo en el tiempo, al interior y exterior de las edificaciones, máxime después de la ocurrencia de un incidente como el ocurrido el 15 de abril de 2019 donde una retroexcavadora jaló

y rasgó la tubería de polietileno de la acometida; misma tubería en la que se encontró una rotura después de la deflagración del 20 de junio de 2019.

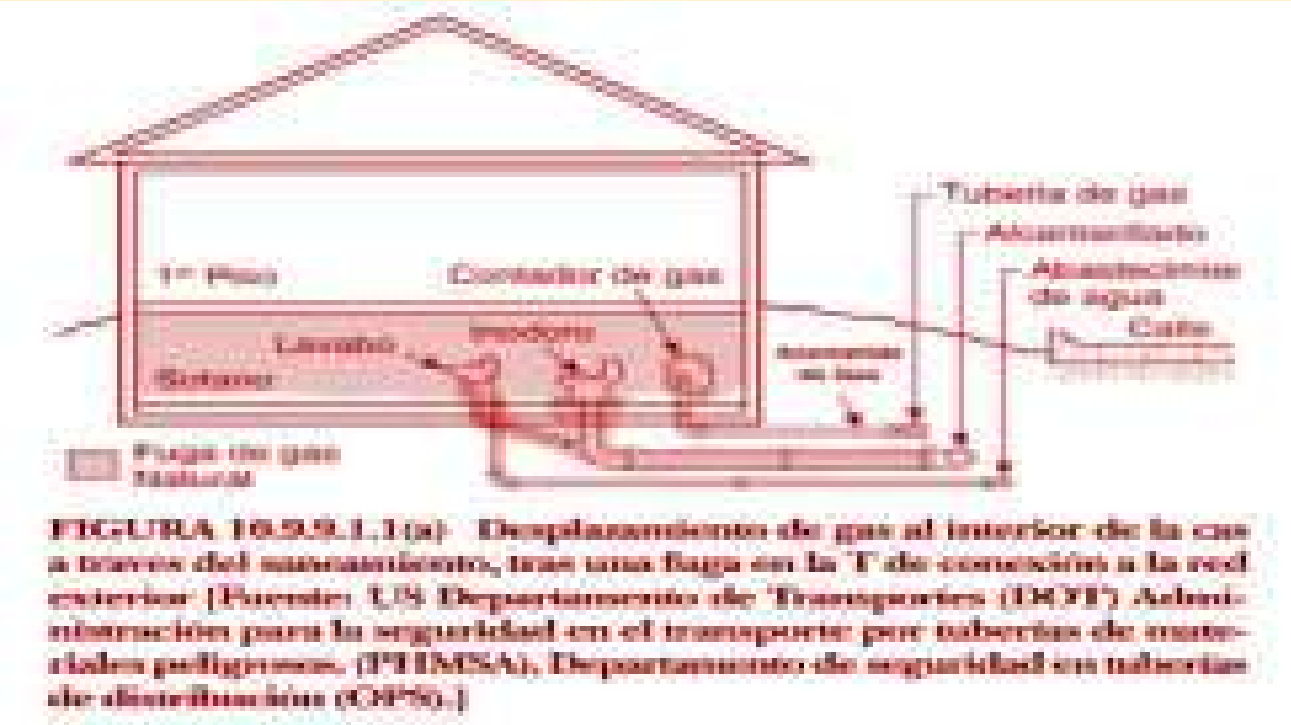


FIGURA 10.9.9.1.1(a) Desplazamiento de gas al interior de la casa a través del saneamiento, tras una fuga en la T de conexión a la red exterior [Fuente: US Departamento de Transportes (DOT) Administración para la seguridad en el transporte por tuberías de materiales peligrosos. (PHMSA). Departamento de seguridad en tuberías de distribución (OPS).]

No se tiene reporte que posteriormente al momento de la reparación realizada por GDO el 15 de abril de 2019 se hubieran realizado verificaciones de fugas al interior de la Notaría.

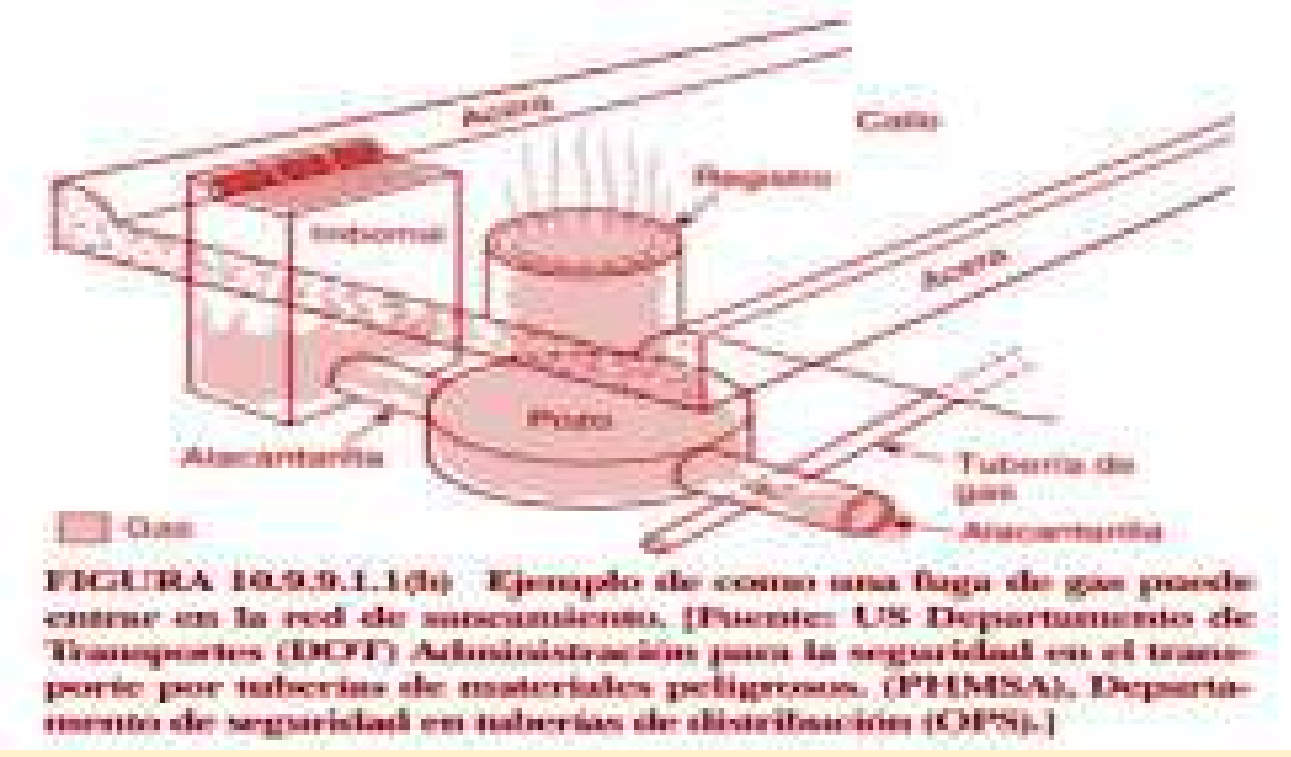
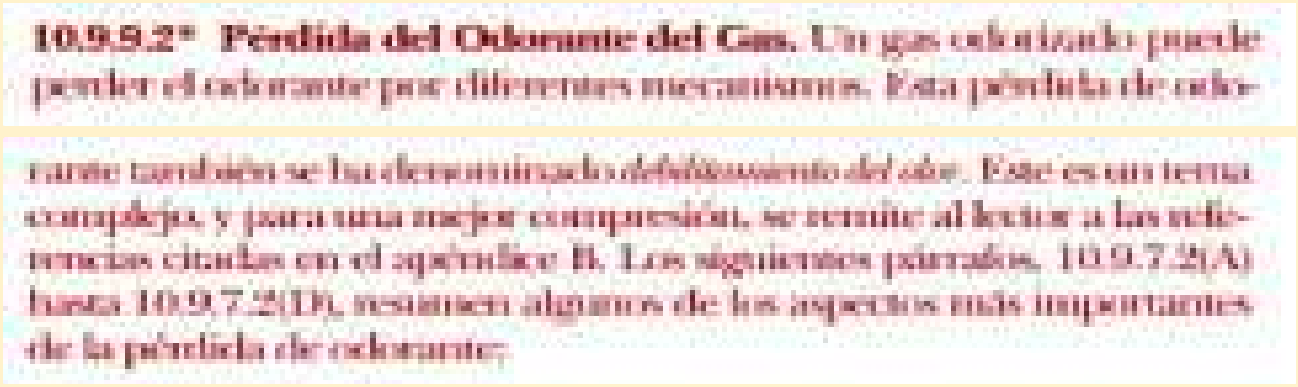


FIGURA 10.9.9.1.1(b) Ejemplo de como una fuga de gas puede entrar en la red de saneamiento. [Fuente: US Departamento de Transportes (DOT) Administración para la seguridad en el transporte por tuberías de materiales peligrosos. (PHMSA). Departamento de seguridad en tuberías de distribución (OPS).]

En pocas palabras, la literatura técnica tiene bien estudiada la posibilidad de fugas en tuberías subterráneas que penetran al interior de edificaciones, por lo que un riguroso chequeo de fugas es obligado; y no se puede dejar al odorante el papel protagónico, como se explica más adelante.

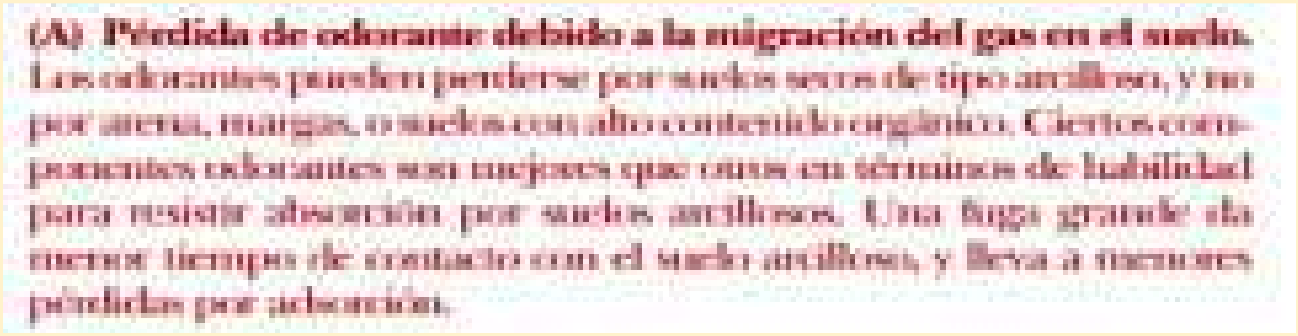


10.9.9.2* Pérdida del Odorante del Gas. Un gas odorizado puede perder el odorante por diferentes mecanismos. Esta pérdida de odorante también se ha denominado *debilitamiento del olor*. Este es un tema complejo y para una mejor comprensión, se remite al lector a las referencias citadas en el apéndice B. Los siguientes párrafos, 10.9.7.2(A) hasta 10.9.7.2(D), resumen algunos de los aspectos más importantes de la pérdida de odorante:

Como el metano (CH4) es el principal componente del gas natural, y este es inoloro, se hace necesario adicionar al gas natural un odorizador, un odorante que impregne al gas natural para que sea detectable por el olfato humano antes que llegue a concentraciones peligrosas, como medida de seguridad para detectar fugas.

Esta odorización se realiza en estaciones de la red domiciliaria, en las proporciones atrás reseñadas, actividad de la cual se dejan registros, siendo conveniente técnicamente hacer registros en varios puntos de la red, no sólo en las estaciones de odorización.

Conforme la anterior referencia, el odorante es sólo un elemento más de seguridad, que debe ser complementado con las pruebas de fugas, pues está comprobada la posibilidad del debilitamiento del olor y de defectos en la adición y distribución del odorante en la masa de gas natural que se transporta para el servicio domiciliario.



(A) Pérdida de odorante debido a la migración del gas en el suelo. Los odorantes pueden perderse por suelos secos de tipo arcilloso, y no por arena, marga, o suelos con alto contenido orgánico. Ciertos componentes odorantes son mejores que otros en términos de habilidad para resistir absorción por suelos arcillosos. Una fuga grande da menor tiempo de contacto con el suelo arcilloso, y lleva a menores pérdidas por absorción.

En el curso de la investigación, en ningún reporte se evidencia que los testigos hubieran detectado el olor del odorante, de donde surgen por lo menos dos hipótesis, la pérdida del odorante por el contacto con el suelo, o una inadecuada dosificación del odorante.

(B) Pérdida del compuesto aromático debido a la adsorción de odorante en tuberías y paredes del recipiente. Todos los componentes de olor son adsorbidos por las paredes del tubo o recipiente en cierta medida. Esto es particularmente cierto de nuevo tubo (de acero o plástico) y nuevos contenedores de propano .. Muchas compañías de gas natural de tratar el gas en nuevas secciones a una dosis más fuerte de olor después de la sección se ponen en servicio. Práctica Propano industria, tal como se encuentra en la National Propane Gas Association seguridad boletín T133, exige nuevos contenedores de propano para ser purgado de aire y vapor de agua antes de ponerse en servicio. Odorantes de gas puede ser adsorbido en la tubería de gas que ha estado en servicio continuo, si las tasas de flujo de gas son menores de lo normal.

(C) Pérdida de odorante por la oxidación del odorante. Los odorantes en base mercaptano pueden oxidarse por el óxido férrico (orín rojo), que se puede encontrar en conducciones nuevas y en tanques de LP nuevos o fuera de servicio.

(D) Pérdida de odorante por adsorción. La adsorción es un fenómeno que necesita la disolución del odorante en el líquido. Puede aparecer en sistemas de gas natural que tengan un problema con los condensados líquidos en sus líneas de distribución. El líquido disponible más normal en el ambiente es el agua. Todos los odorantes tienen baja solubilidad en el agua.

21.5 Determinación de la Responsabilidad. Después de determinar el origen, la causa y el desarrollo del fuego o la explosión, puede que se pida al investigador hacer un análisis de fallo y determinar las responsabilidades. Sólo a través de la determinación de tal responsabilidad del incendio se pueden realizar códigos y estándares de remedio, seguridad personal contra incendios, o acciones legales civiles o criminales.

En el presente estudio pericial debe quedar claro que no le corresponde al Perito determinar la responsabilidad civil de los implicados, esa es una actividad exclusiva de los jueces de la repúblicas, pero sí le corresponde al Perito es determinar si la causa del accidente era previsible, y si a pesar de la citada previsibilidad los actores implicados fueron diligentes desde el punto de vista técnico en las labores a su cargo; es decir, determinado el hecho dañoso se verifica la causa y el nexo de causalidad.

21.5.1 Naturaleza de la Responsabilidad. La naturaleza de la responsabilidad en un fuego o explosión puede ser una acción o una omisión. Puede ser algo que se hizo, accidental o intencionalmente, que finalmente llevó al fuego o a la explosión, o puede ser algún fallo en el intento de corregir o prevenir una situación que provocó el incidente, la propagación, las lesiones o los daños. Se puede atribuir la responsabilidad de un fuego o una explosión sin importar la clasificación o naturaleza de la causa: natural, accidental, incendiaria, o incluso no determinada. Se puede atribuir la responsabilidad a una persona determinada u otra entidad por negligencia, conducta imprudente, responsabilidad de producto, incendio provocado, violaciones de códigos o estándares, u otras razones.

21.5.2 Definición of Responsabilidad. La responsabilidad de un incendio o una explosión es la autoría de una persona u otra entidad de un suceso o secuencia de sucesos que causaron el fuego o la explosión, propagación del incendio, heridas personales, muertes, o daños a la propiedad.

21.5.3 Evaluación de la Responsabilidad. Aunque frecuentemente es papel del juzgado la definición de la responsabilidad última y asignar la responsabilidad civil, las medidas correctoras, la compensación o el castigo, el analista del incendio debe identificar la responsabilidad de modo que se pueden tomar medidas sobre seguridad personal contra incendios, cumplimiento de la ley, o procesos legales.

21.5.4 Grados de Responsabilidad. A menudo una serie o secuencia de sucesos o condiciones causan el incendio o la explosión y la propagación, lesiones y daños resultantes. Un análisis de fallos suele mostrar que un cambio en una o más de estas condiciones, actos u omisiones, podrían haber prevenido o mitigado el suceso. En este sentido, la responsabilidad puede recaer en más de una persona o entidad. En tal caso, se pueden establecer múltiples o varios grados de responsabilidad.

2.2.5.7- Ficha técnica del odorizante (clic aquí doc 05) aportado por GDO en la contestación de la demanda RCE. Se destacan los ingredientes y la degradabilidad que puede tener al contacto con suelos secos arcillosos:

	FICHA DE SEGURIDAD (MSDS) SPOTLEAK FT-082	Versión: 0 Fecha Vigencia: 18/02/2010

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA	
NOMBRE O REFERENCIA COMERCIAL	SPOTLEAK 1007
FABRICANTE	Arkema France Cours Michelet - La Défense 10 92091 Paris La Défense Cedex, Francia
USOS Y APLICACIONES	Odorante de gas natural
2. COMPOSICIÓN	
INFORMACION DE INGREDIENTES	TERBUTILMERCAPTANO 80 % CAS : 75-66-1 SULFURO DE METILETILO 20 % CAS : 624-89-5

DEGRADABILIDAD	**TERBUTILMERCAPTANO** Degradación por radicales OH t½ vida = 0,4 d **SULFURO DE METILETILO** Agua: No fácilmente biodegradable 34% tras 28 d Aire: Degradación en radicales OH Tiempo medio de vida 1,9 d
BIOACUMULACION	Poco bioacumulable log Pow = 2,14 (calculado)

2.2.5.8- Manual de operación y mantenimiento (clic aquí doc 06) aportado por GDO en la contestación de la demanda RCE. Se destaca lo referente a la reparación de fugas y prueba de las reparaciones:

Manual de Operación y Mantenimiento

3.2.3 Reparaciones

3.2.3.1 Reparaciones en Tuberias y Accesorios

Cuando se detecten imperfecciones y daños que hayan mermado el espesor de pared de una tuberia o restado material a cualquier pieza haciéndolas inseguras, deberán ser retiradas y reemplazadas.

De igual manera se procederá con las piezas averiadas por causas externas que afecten la segura operación de la red.

Conforme la referencia anterior, ante la avería de la tubería enterrada por causa externa, se deben evaluar cuidadosamente los elementos afectados, que como se dijo atrás, deben buscarse incluso lejos del punto directo de la avería.

3.2.3.2 Reparación de Fugas
Cuando se detecte una fuga en la red de polietileno inmediatamente se tomarán las medidas urgentes para garantizar la seguridad del público y de las propiedades en tanto se realizan las reparaciones y se establecerá su magnitud y grado de peligrosidad.

Si al momento de descubrir la fuga no se puede corregir permanentemente en forma inmediata, después se realizarán las reparaciones definitivas de acuerdo con este manual.

Si para la reparación el tramo de la red no se saca del servicio, su presión de operación se reducirá a un nivel que garantice la seguridad durante las reparaciones.

Si la fuga es causada por una rotura o fisura pequeña, puede repararse provisionalmente mediante la instalación de una grapa para fugas empernada, abrazadera típicamente empleada en gasoductos de acero. A diferencia de cómo se aplica en acero, no se deja como reparación definitiva, sino que se retira para poderla reutilizar, procediendo a cambiar el tramo de tubería averiado.

Las reparaciones pueden realizarse sin sacar de servicio la red. En este caso se procede a cerrar las válvulas que aíslen el tramo en cuestión o a estrangular con prensa en dos puntos de la tubería a lado y lado de la fuga para poder repararla. Debe verificarse que no vaya a quedar alguna parte del sistema sin presión. Para ello es aconsejable realizar la reparación, cuando no sea urgente, en una hora de menor consumo por los usuarios.

Por motivos de seguridad puede no ser técnicamente conveniente sacar la red de servicio, cuestión que impide realizar pruebas de presión; pero en todo caso se debe evaluar técnicamente los tramos de red que pudieron ser averiados por causa externa, redundando en los mecanismos de detección de fugas.

3.2.4 Prueba de las Reparaciones
Todas las tuberías y partes de la red de distribución en tuberías de polietileno deben ser probadas después de cualquier reparación. El objetivo de las pruebas es garantizar que cualquier fuga potencialmente peligrosa haya sido encontrada y corregida antes de cargar las líneas con el combustible.

Si la reparación se realizó en caliente o medio el prensamiento de la tubería se tratará de someter el segmento a prueba durante dos horas.

Respecto de esta referencia se debe considerar que el monitoreo de eventuales fugas no es una cuestión mecánica, sino que debe ser adecuado al tipo de afectación externa, calificando adecuadamente el riesgo y revisando cada uno de los elementos de la red o sistema de distribución[2] que pudieron verse afectados. En este caso la acometida es el elemento de la red de distribución que debe ser exhaustivamente revisado.

Las reparaciones que no puedan someterse a prueba de presión se verificarán visualmente y, cuando se restablezca la presión en el elemento, se verificará su hermeticidad con agua jabonosa.

Al igual que en lo ordenado en las especificaciones de construcción, se deben elaborar los reportes de pruebas y relacionar en un reporte todas las partes instaladas o modificadas, sus partes integrantes y la fecha en que entran en servicio. En el caso en que se trate de

[2] Sistema conformado por tuberías de menor diámetro, sus accesorios, elementos de medición, y demás elementos, que permiten la distribución del gas hasta el usuario final domiciliario.

un mantenimiento, se reportarán el estado de las piezas que no hayan sido cambiadas y las reparaciones o modificaciones sobre las partes que hayan sido sometidas a mantenimiento o renovación. Lo ordenado en este párrafo debe atenderse sin excepción para permitirle a la Empresa retirar equipos que pudiesen exceder su vida máxima de servicio seguro, programar nuevos mantenimientos y garantizar completa seguridad al público y a los empleados de la misma Empresa.

3- HIPÓTESIS – INFORMACIÓN QUE SIRVE COMO FUNDAMENTO

3.1- RECURSO DOCUMENTAL

3.1.0- OCTUBRE DE 2013. Se aprecia una fotografía de la escena del incidente, por allá en el año 2013, cuando funcionaba una panadería. Se llama la atención de la instalación de gas comercial, cerca del poste donde reposa el señor de camisa blanca. Entre el poste y el gabinete fue que se encontró la avería de la acometida de polietileno que se encontró con posterioridad a la deflagración.



De esa misma fecha, se aprecia en la fotografía siguiente la fachada del inmueble objeto de deflagración, por la calle 3. Se aprecian unas cicatrices verticales que podrían corresponder a unas columnas, como una especie de repotenciamiento estructural; y también se aprecian las cicatrices de la instalación de ventanales.



En ninguna de las dos fotografías se aprecia la existencia de las aberturas de ventilación obligatorias para los recintos en los cuales se instalan equipos que funcionan con gas combustible conforme el capítulo 4 de la norma NTC 3631 doc 07, que nos ilustra con esta imagen:

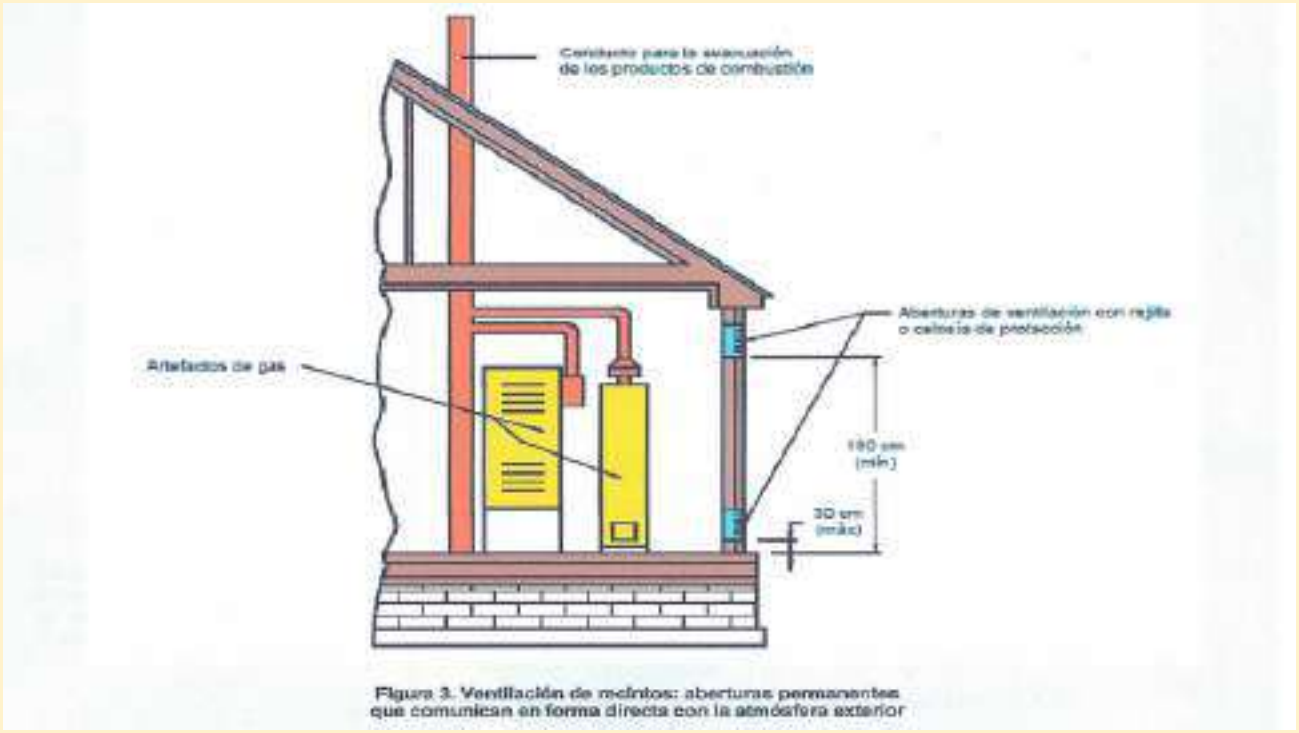


Figura 3. Ventilación de recintos: aberturas permanentes que comunican en forma directa con la atmósfera exterior

4. MÉTODOS DE VENTILACIÓN DE LOS RECINTOS INTERIORES

El aire para combustión, ventilación y dilución de los artefactos a gas instalados en el recinto se debe obtener por uno de los métodos señalados en el numeral 4.1 hasta 4.4. Cuando los requisitos del numeral 4.1 no se cumplen, se debe proveer aire desde el exterior según los métodos señalados en los numerales 4.2 hasta 4.4.

3.1.1- ENERO 4 DE 2019. El CONSORCIO solicitó a GDO el acompañamiento técnico para que indicara la ubicación de tuberías e hiciera acompañamiento al proyecto. El CONSORCIO remite a GDO una solicitud (clic aquí doc 08) en la que informa el inicio de unas obras complejas como lo son LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DEL POZO PLATANARES NORORIENTAL EN EL MUNICIPIO DE YUMBO, por lo que requiere colaboración de un técnico experto en gas, por la posibilidad de afectar las acometidas de gas natural domiciliario al momento de ejecutar las excavaciones.

En desarrollo de nuestra función como Contratista en el proyecto de la referencia y basado en las actividades contractuales que hacen parte del contrato, nos permitimos informarles que se iniciaran actividades de excavación en la carrera 6 con calle 14 y posiblemente se podrían ver comprometidas instalaciones de gas, por tal razón manifestamos mediante este comunicado que solicitamos un técnico de parte de ustedes para que nos indique el trazado de sus instalaciones, esto con el fin de evitar traumatismos a futuro.

3.1.2- ABRIL 11 DE 2019. Escena de los hechos meses antes de la deflagración. Se aprecia la demolición del pavimento rígido donde se realizará la brecha que alojará la tubería de acueducto del proyecto Pozo Platanares. Por la



Fotografía 02. Abril 11 de 2019; se puede observar la tipología de fachada del inmueble donde funcionaba la Notaría 02 de Yumbo, ubicada en la esquina nororiental del cruce de la carrera 4 con calle 3. En la fotografía se aprecia la brecha con escombros de la rotura del pavimento, sobre la calle 3.

3.1.3- ABRIL 15 DE 2019. Rotura de la acometida de polietileno. La red fue reparada por GDO.



Imagen 03. Momento de la rotura de la tubería de polietileno el día 15 de abril de 2019, con motivo las demoliciones y excavaciones en ejecución del contrato de obra CO-075-18 cuyo objeto fue LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DEL POZO PLATANARES NORORIENTAL EN EL MUNICIPIO DE YUMBO, de por el Consorcio Pozo Platanares 2018 para la Empresa Oficial de Servicios Públicos de Yumbo.

Se evidencia en la fotografía que la tubería afectada (color amarillo) está desplegada de forma perpendicular a la vía, perpendicular a la excavación realizada por un retrocargador la brecha donde se instalará la tubería de acueducto del sector. El balde del retrocargador no sólo tiene la capacidad de romper puntualmente la tubería sino de jalarla generando efectos de tracción en todo el tramo de la tubería de polietileno; a diferencia de si fuera un simple corte puntual.

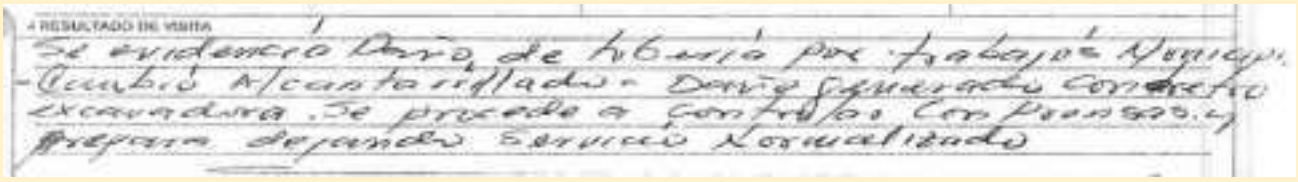
Así las cosas, según la literatura atrás transcrita, se deben hacer reparaciones en puntos específicos y se deben evaluar también los tramos conexos para verificar la demás conexiones que fueron sometida a tensión.

Los trabajos de evaluación de daños en la tubería enterrada de polietileno son desarrollados enteramente por GDO y sus contratistas especializados, quienes adquieren la posición de **garantes**; en otras palabras, no existe duda que **el CONSORCIO es responsable del daño en la tubería de polietileno, y GDO y sus contratistas asumen la responsabilidad de la reparación**.

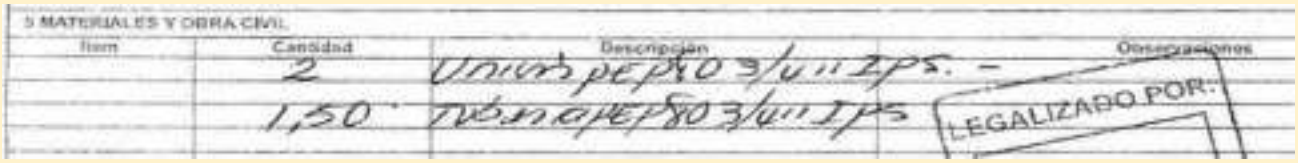
3.1.4- 15 DE ABRIL DE 2019. Reporte de Emergencia por GDO RC-50 (clic aquí doc 09). Se informa la fecha de atención, lugar de atención, hora de reporte y atención casi inmediata, la condición de falla por rotura total de la tubería de polietileno de 3/4 de pulgada IPS.



Se informa que el daño fue generado por una retroexcavadora en ejercicio de trabajos municipales (por lo cual se puede esperar que el daño no sólo sea puntual); tácitamente se califica el daño como puntual y se informa la manera de reparación.

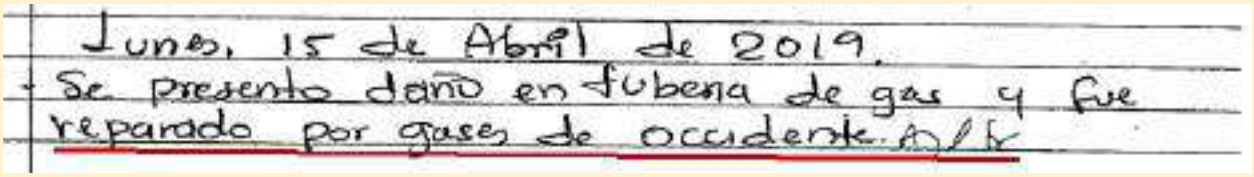


Se informan los materiales utilizados para la reparación, situación que verifica que se dictaminó el daño como puntual.

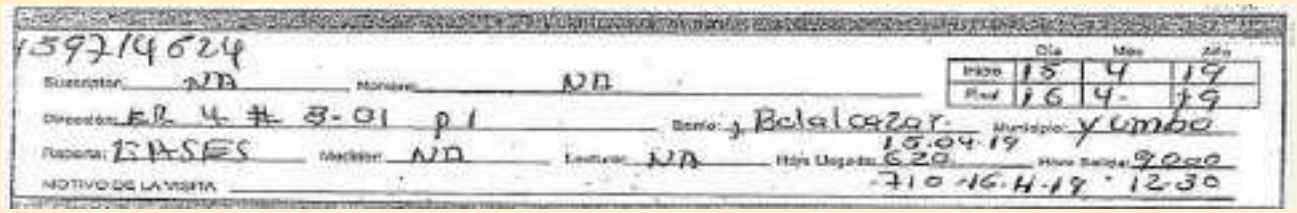


En este reporte no se informa expresamente la forma de reparación, pero se deduce que se cambió un el tramo que se observó averiado mediante dos uniones. En este informe no se reporta el tipo de chequeo de fugas que se utilizó.

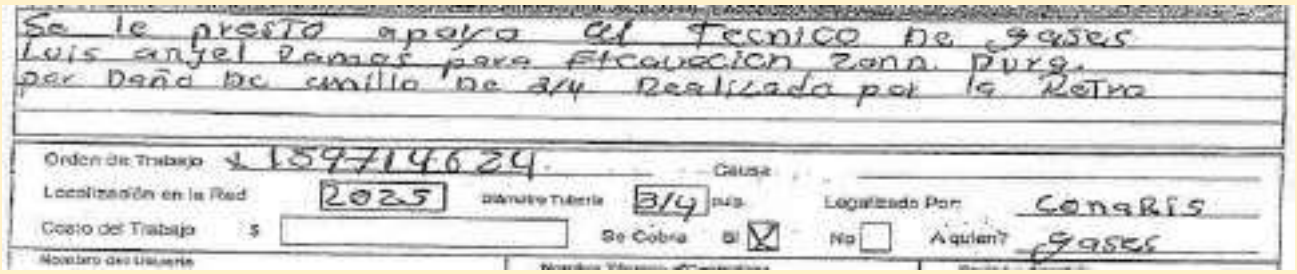
3.1.5- ABRIL 15 DE 2019. Bitácora de obra (clic aquí doc 10). El CONSORCIO informa que dañó la tubería de gas natural domiciliario, y que la reparación fue asumida por GDO:

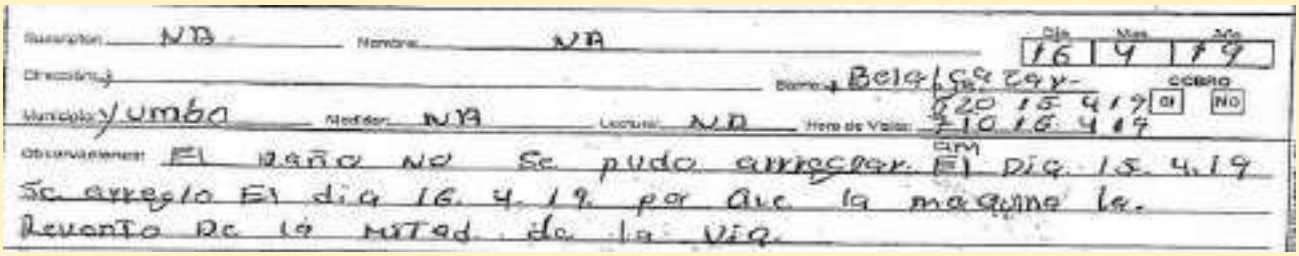


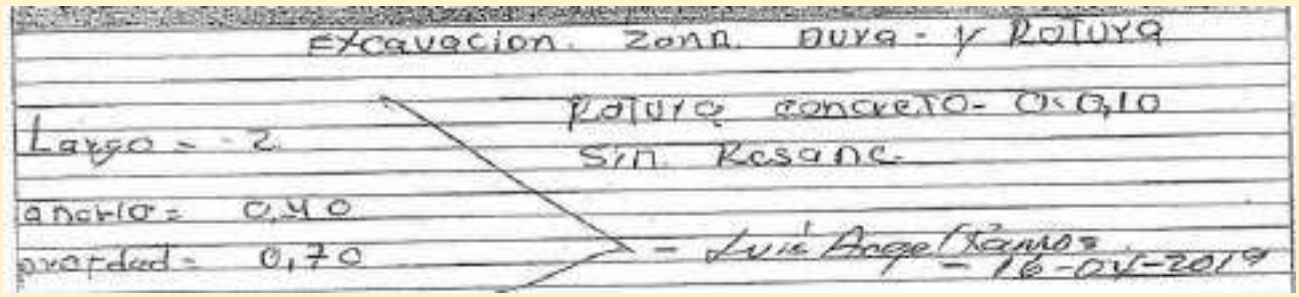
3.16- ABRIL 16 DE 2019. Reporte Atención en Redes Secundarías RC-166 por CONARIS (clic aquí doc 11).

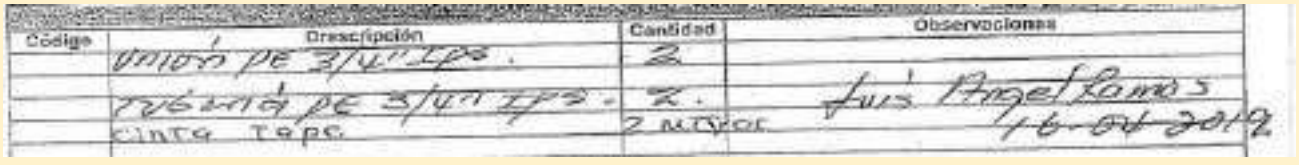

1597146624
Suscriptor: NB Nombre: NB
Dirección: Cl. 4 # 3-01 p1 Barrio: Bolalcazar Municipio: Yumbo
Materia: GASES Medidor: NB Lectura: NB Hora Llegada: 6:20 Hora Salida: 9000
MOTIVO DE LA VISITA
Día Mes Año
Inicio 15 4 19
Final 16 4 19
15.04.19
710 16.4.19 12.30

La sociedad CONARIS presta apoyo al técnico de GDO en lo que tiene que ver con las obras civiles:

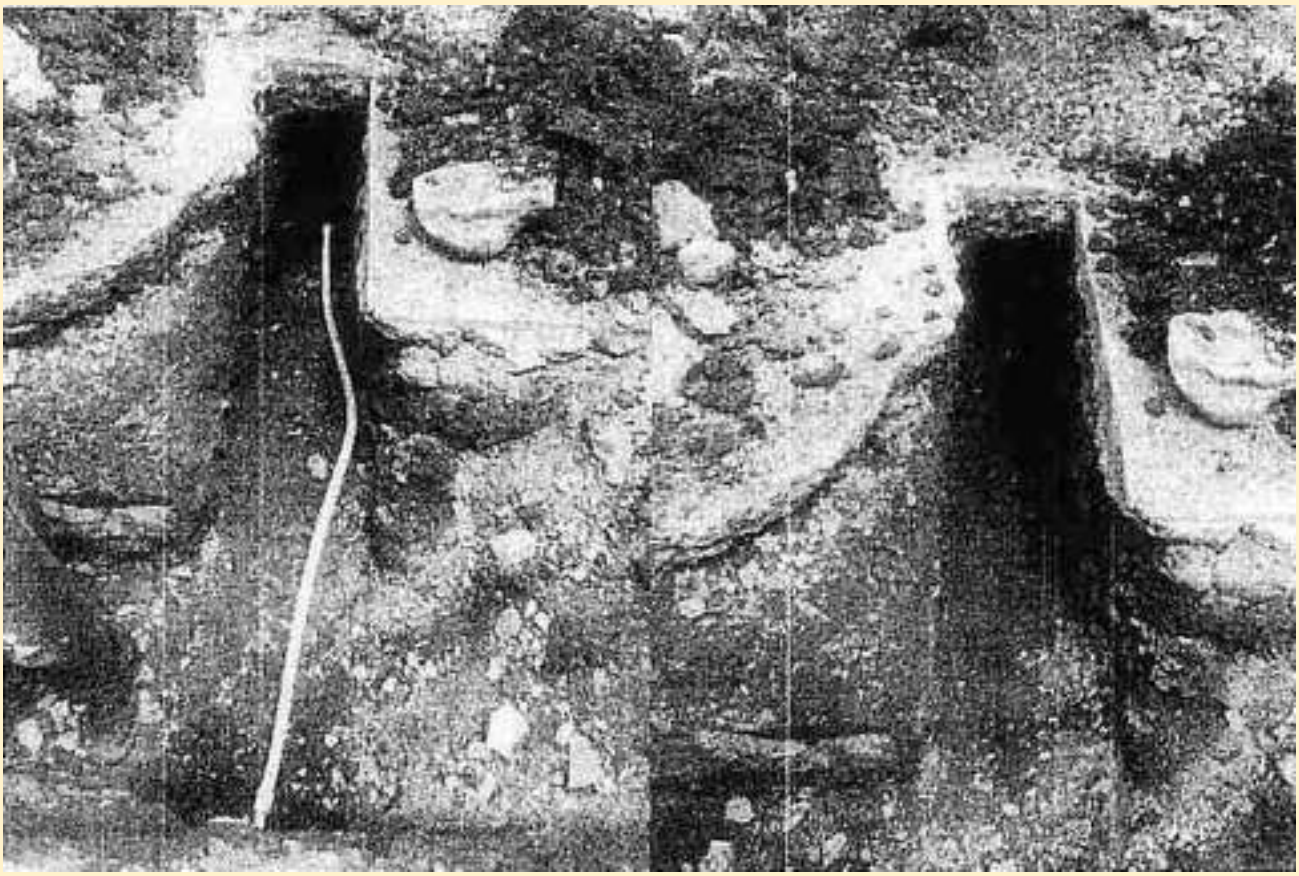

Se le presto apoyo al Tecnico de Gases Luis angel Ramos para Excavacion zona. Dura. por Daño de cunillo de 3/4 Realizada por la Reina
Orden de Trabajo # 1597146624 Causa:
Localización en la Red 2025 Diámetro Tubería 3/4 pulg. Legalizado Por: Conaris
Costo del Trabajo $ Se Cobra SI [X] No [ ] A quien? Gases
Nombre del Usuario


Suscriptor NB Nombre NB
Día 16 Mes 4 Año 19
Dirección: Barrio: Bolalcazar
Municipio: Yumbo Medidor: NB Lectura: NB Hora de Visita: 710 16.4.19
COBRO SI NO
Observaciones: El daño no se pudo arreglar el dia 15.4.19 se arreglo el dia 16.4.19 por que la maquina la. Reunto de la mitad de la via.
AM


Excavacion. Zona. Dura - y Rotura
Rotura concreto - 0:0,10
Sin Resane.
Largo = 2
ancho = 0,40
profundidad = 0,70
= Luis Angel Ramos 16-04-2019


Código	Descripción	Cantidad	Observaciones
	Union pe 3/4" tps.	2	Luis Angel Ramos 16-04-2019
	reduccion pe 3/4 tps.	2	
	cinta teps	2 metros	

En este informe se muestra la zona intervenida por GDO para la reparación; GDO asumió exclusivamente la evaluación de los daños en la red de gas, y dio órdenes a CONARIS, contratista de GDO para la ejecución de obras civiles en pro de la reparación:



Se advierte inconsistencia entre el informe de CONARIS y el de GDO, pues el formato RC-50 informa que la reparación se realizó el 15 de abril, mientras que el RC-166 de CONARIS menciona que no pudo repararse el 15, siendo reparado el 16 de abril de 2019.

3.1.7- JUNIO 20 DE 2019. Deflagración; informe del Cuerpo de Bomberos de Yumbo (clic aquí doc 12).

4. DESCRIPCIÓN DE LA ESCENA:

A las 13:20 horas del jueves 20 de junio de 2019, se inician labores por parte del equipo de investigación de incendios del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo, con el siguiente personal de investigadores: Cabo Mayerli Bonilla, Bro. Hugo Lemos, Bro. Diego Vivas, donde se evidencia la ocurrencia de una deflagración en la notaria segunda del municipio de Yumbo.

El Cuerpo de Bomberos, que es testigo directo de la escena de los hechos, y es formado como especialista en la materia del dictamen, informa que: a) La deflagración se inicia en el costado norte del inmueble, en el sector de la cocina, y se desplaza hacia el resto de la edificación; b) Se encuentran baldosas carbonizadas y levantadas alrededor de una caja de alcantarillado; c) Se verifica la presencia de llamas en el pavimento y andén frente a la Notaría, por la calle 3:

5. LUGAR DE LA DEFLAGRACIÓN:

En la escena se evidencia daños y marcas de carbonización producto de una deflagración, que dada la intensidad y las marcas de la combustión, afectación y daños de los inmuebles, se inicia hacia la parte norte donde se encuentra la cocina. En su trayectoria la deflagración arrasa con las divisiones de panel yeso que separaban cada una de las áreas de la edificación, así como objetos, puerta y ventanas son eyectadas y baldosas levantadas en la parte posterior de la edificación, quedando focos secundarios encendidos de material combustible ordinario (papel, madera, carcasa plástica de equipos de aire acondicionado y televisor, etc) en la parte interna de la notaria.

Observación 1: En la parte externa se observan llamas en superficie del pavimento del andén y la calle tercera producto de la presencia de gas natural.

Observación 2: Se observa mayor grado de carbonización y levantamiento de las baldosas en el lado B norte, que es la zona de cocina.

Establece el Cuerpo de Bomberos que le origen de la deflagración es la combustión de una masa de gas natural domiciliario que se fugó por la rotura de la acometida de gas de polietileno, filtrándose por el subsuelo, que entró a la Notaría y se alojó en el costado norte de la Notaría, zona de la cocina. No refiere el Cuerpo de Bomberos que se hubiera detectado el odorante:

6. DETERMINACIÓN DEL ORIGEN DE LA DEFLAGRACION:

Se establece como origen de la deflagración, el gas domiciliario presente en el ambiente, al interior de la notaria, con mayor concentración en el lado B zona norte, área de cocina, como resultado de la ruptura de la manguera de 3 / 4" subterránea de la parte externa y que se filtró por el subsuelo.

Dice también el Cuerpo de Bomberos que la fuente de ignición fue el generador de chispa eléctrica de la estufa ubicada en la cocina de la Notaría:

DETERMINACION DE LA CAUSA DE LA DEFLAGRACION:

Se determina como causa de la deflagración la fuente de energía proveniente del generador de chispa eléctrica de la estufa de gas ubicada en la cocina, que estaba activado de manera continua, generando chispa en el quemador del fondo lado derecho y que fue evidenciado por un bombero de primera respuesta en la escena.

Informa el Cuerpo de Bomberos la existencia de otras fuentes calóricas diferentes al generador de chispa de la estufa atrás mencionado; pero se decanta por este productor de chispa (calor) por el relato del bombero que lo encontró activado de manera continua:

FUENTES CALÓRICAS DE LA EDIFICACIÓN:

Dentro de los equipos presentes al interior de la notaria, que pueden generar fuentes de energía se encuentra: una estufa a gas natural de 4 quemadores, aires acondicionados, televisor y pantallas de computador al igual que sus CPU.

Dice el Cuerpo de Bomberos que se encontraron baldosas levantadas en el sitio donde se encontró una caja del sistema de alcantarillado de la Notaría, donde se detectó presencia de gas natural. Esta situación denota la forma de ingreso del gas natural a la Notaría, situación previsible conforme la literatura atrás estudiada:

ANÁLISIS DE EVIDENCIAS:

Tras realizar un análisis, recorrido por toda la escena, registro fotográfico y acompañamiento a miembros de la empresa de GDO (gases de occidente) se analiza detalladamente los lugares y elementos que presentan mayor afectación por proceso de combustión, es decir la parte posterior de la edificación. Para este punto se empieza por las baldosas que se ven levantadas en el piso entre la oficina del notario y la cocina, funcionarios de la empresa GDO hacen una excavación y se encuentra tubería y caja del sistema de alcantarillado del inmueble. Funcionarios de GDO hacen mediciones donde se activa la alarma del detector de gases indicando presencia de mezcla inflamable de gas natural.

También deja claro el Cuerpo de Bomberos que se encontró rota la acometida de polietileno; no reportándose deficiencias de la tubería de polietileno (externa) en otros puntos, ni informando deficiencias en las tuberías internas de gas:

Continuando con las mediciones se determina realizar una excavación hacia el lado oeste de la edificación (parte externa sobre el andén). Funcionarios de la empresa de GDO realizan la excavación y se encuentra una tubería de $^{3}/_{4}$ de pulgada, con ruptura en su cuerpo.

Informa el Cuerpo de Bomberos la presencia de gas natural en el subsuelo de la Notaría:

El sábado 22 de junio Bomberos Yumbo realizo acompañamiento a mediciones y prueba con fuego vivo a los funcionarios de GDO, donde se encontraron diferentes niveles de medición con presencia de gas inflamable en la tierra que se removió producto de la excavación, lo cual confirma la presencia de gas natural en el subsuelo de la notaria.

9. TRABAJO REALIZADO:

Se atiende el llamado de la central quien notifico y activo dicha emergencia (como explosión en la notaria) en el lugar anteriormente referenciado, llega al lugar del incidente la BF-8 y BX-4 como primera respuesta con 5 unidades al mando de la cabo jefe de turno Mayerli Bonilla, se establece el puesto de mando "Notaria", donde se evidencia fuego saliente del pavimento en relación a la línea de gas natural. También se evidencia una persona lesionada en la parte interior de la edificación en una de las ventanas contigua a la cocina.

En ninguna de las entrevistas se reporta el olor a gas (olor del odorante) a pesar de estar al interior del inmueble afectado:

10. ENTREVISTAS:

1. **Absalón Pereira c.c. 16.702.273:** Narra que el notario y una señora estaban en la cocina almorzando. y él se quedó almorzando en una de las oficinas de adelante de la edificación, cuando de repente el sintió que el panel yeso caía sobre su cuerpo con un fuerte ruido como una explosión que provenía de la cocina.

2. **Bombero Luis Carlos Otálora c.c. 16450386:** en el desarrollo de la búsqueda, escuche un ruido similar a un corto eléctrico, encontrando que la estufa de gas tenía el encendedor de chispa activado, el cual funcionaba con energía eléctrica. Para iniciar el procedimiento de eliminar la chispa informe a uno de los agentes de policía (antiexplosivos) para que autorizara el movimiento de la estufa y así poder desconectarla del sistema eléctrico, con el fin de no alterar la escena, el agente de antiexplosivos evidencio el encendedor de chispa activado, procediendo a tomar fotos y autorizando la desconexión eléctrica de la estufa. El agente antiexplosivos procedió a tomar fotos a las perillas de la estufa, las cuales estaban cerradas.

3. **Yoleimi Mosquera Mina c.c. 1118307500 (entrevista realizada en el hospital local de yumbo):** yo estaba de pie dando la espalda a la cocina y sentí un calor a la altura de la nuca, e inmediatamente una fuerte explosión.

Observación: la versión anterior coincide con la fuente de energía proveniente encendedor de chispa activado de la estufa de gas, ubicada a espaldas de Yoleimi Mosquera.

Foto 2: Se evidencia fuego en superficie de anden y calle, proveniente de la línea de gas natural subterránea



De la anterior fotografía se verifica la combustión del gas presente en el subsuelo en las zona aledaña a la reparación de 15 de abril de 2019, en la calle 3. La literatura de control de fugas señala la necesidad de verificar las fugas por las rendijas donde se aprecia el fuego.

En la fotografía siguiente se verifica el levantamiento de baldosas en la zona donde presuntamente penetró el gas natural a la Notaría, pues se encontró una caja de alcantarillado y se detectó la presencia de gas inflamable. Esto ocurrió en la zona entre la cocina y la oficina del notario (QEPD). No se reportó este tipo de carbonización en otros sitios del inmueble

Foto 3: Baldosas levantadas en el sector de la cocina a causa de la deflagración.



En la fotografía siguiente se muestra el posible mecanismo de ignición:



FOTO 7: Acompañamiento a funcionarios de GDO realizando medición de gases en diferentes puntos en la tierra removida por la excavación, donde se activa la alarma del detector de gases por presencia de mezcla inflamable de gas natural.



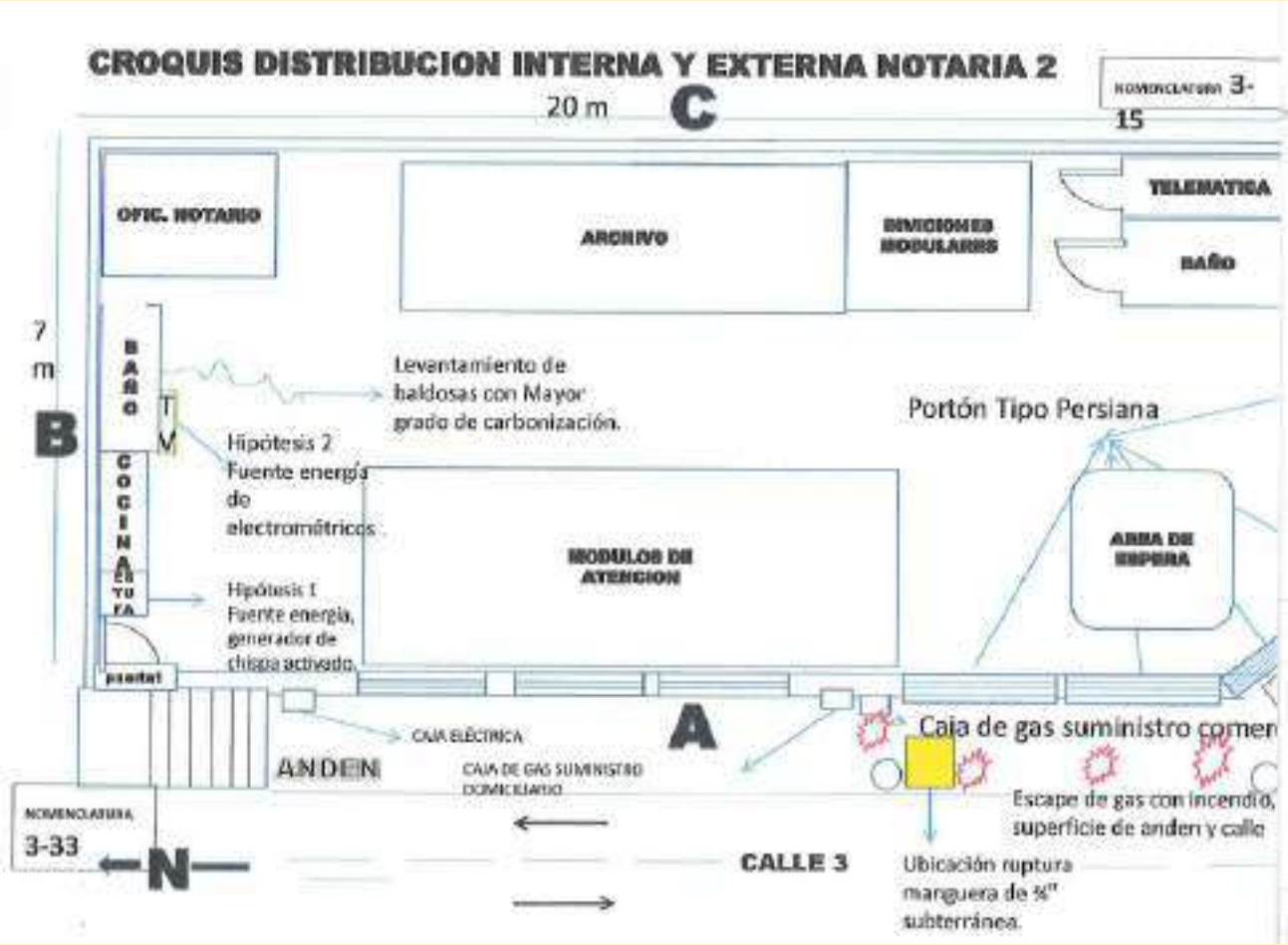
La conclusión del Cuerpo de Bomberos se tendrá como primera hipótesis:

13. CONCLUSION:

El inicio de la deflagración se da en la área posterior de la edificación específicamente en el sector de la cocina, como consecuencia de la filtración de gas natural proveniente de la ruptura de la manguera de gas natural de 3 / 4 de pulgada, ubicada en la parte externa de la notaria, filtrándose a través del subsuelo hacia el interior de la notaria, creando una atmosfera inflamable y con la presencia de la fuente de energía proveniente del generador de chispas activado de la estufa de gas de la cocina, da inicio a la deflagración.

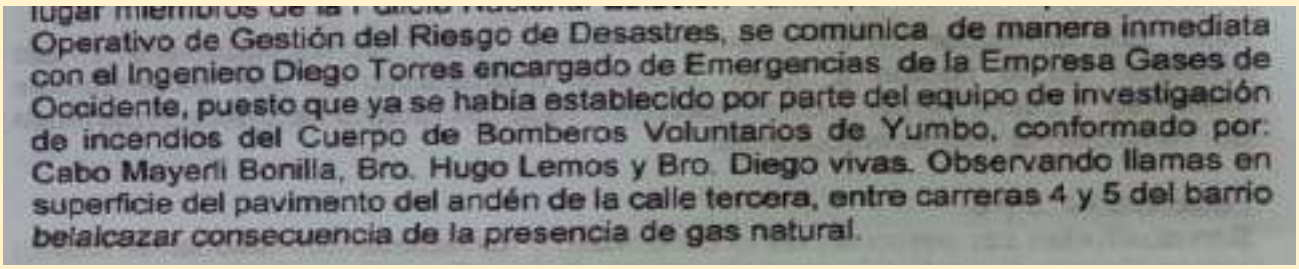
Una imagen vale más que mil palabras, de ahí la importancia del esquema desarrollado por el Cuerpo de Bomberos, donde se localiza el levantamiento de baldosas donde presuntamente ingresó el gas natural

presente en el subsuelo; y también se localiza el punto donde se encontró la tubería externa rota y la presencia de fuego en las rendijas cercanas a la caja de suministro de gas natural:



3.1.8- JUNIO 20 DE 2019. Deflagración; reporte del Municipio de Yumbo, Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (clic aquí doc 13).

La presencia de llamas en el pavimento y andén coinciden con lo reportado por el Cuerpo de Bomberos:


lugar miembros de la Policía Nacional [illegible]
Operativo de Gestión del Riesgo de Desastres, se comunica de manera inmediata con el Ingeniero Diego Torres encargado de Emergencias de la Empresa Gases de Occidente, puesto que ya se había establecido por parte del equipo de investigación de incendios del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo, conformado por: Cabo Mayerli Bonilla, Bro. Hugo Lemos y Bro. Diego vivas. Observando llamas en superficie del pavimento del andén de la calle tercera, entre carreras 4 y 5 del barrio belalcazar consecuencia de la presencia de gas natural.

El siguiente reporte del testigo Absalón Pereira también es coincidente con lo reportado por el Cuerpo de Bomberos; no reporta olor a gas (odorante).

Posibles Causas Básicas:

Factores Personales:

Según testigo al interior de la notaria el señor Absalón Pereira, identificado con cedula de ciudadanía N° 16.702.273, quien es empleado de la Notaria 2, informa que el notario y una señora estaban contiguo a la cocina almorzando y él testigo quien también es empleado de la notaria, se quedó almorzando en una de las oficinas ubicadas en la parte delantera de la edificación, cuando de repente sintió que el panel yeso caía sobre su cuerpo con un fuerte ruido como una explosion que provenía de la cocina.

También coincide con el Cuerpo de Bomberos la hipótesis de la fuente de calor y la rotura en la tubería externa de gas:

Posibles Causas Inmediatas:

Condiciones Subnormales

Presuntamente la rotura de una tubería de gas y sumado a esto una fuente de calor e ignición, podría ser la causa de la deflagración, según informan ingenieros de la Empresa de Servicios Públicos de Yumbo (ESPY), por ello se llama al personal de Gases de Occidente quienes iniciaron una inspección con equipos de medición de gases, evidenciando la activación de la alarma del detector de gases, lo que permitió establecer la presencia de una fisura en la tubería de gas natural de ¾".

Esta hipótesis 1 es coincidente con una de las hipótesis del Cuerpo de Bomberos respecto de la fuente de calor generadora de la ignición:

Hipótesis 1: La fuente de energía proveniente del generador de chispa eléctrica de la estufa de gas ubicado en la cocina, la cual se encontró activada de manera continua, generando chispa en el quemador del fondo lado derecho y que fue evidenciado por un bombero de primera respuesta en la escena y un agente de la policía antiexplosivos.

Esta hipótesis 2 también es proyectada por el Cuerpo de Bomberos, pero no es una hipótesis tan fuerte si se contrasta con el relato del bombero Luís Carlos Otálora, quien encontró activado el generador de chispa de la estufa de gas ubicada en la cocina:

Hipótesis 2: Cualquier otra fuente de energía proveniente de televisor, nevera, microondas entre otros.

Respecto de la hipótesis 3, no es coincidente con la teoría del Cuerpo de Bomberos, quien verificó junto con GDO la salida de gas combustible por el sistema de alcantarillado de la Notaría. También se resalta que según la documentación técnica atrás reseñada, es normal que el gas natural fugado en la masa de suelo pueda recorrer importantes distancias, horizontales o verticales:

Hipótesis 3: Se encontró un escape de gas pero aún no se puede determinar la ruta de ingreso al interior del predio. El despacho del notario, se encuentra debajo de una caja de alcantarillado y que ese posiblemente es el punto donde se pudo haber iniciado la deflagración, debido que el piso se observa levantado en ese lugar. Con el personal de gases de occidente se procede a romper más sitios al interior del inmueble, para verificar y no se encontró ninguna caja de alcantarilla por el contrario había una viga de sigmentación. En la tubería que recorre el baño y la cocina que se encontraban al lado del despacho del notario, como posible teoría se presume que el gas natural se desplazó casi 3 metros hasta la caja de alcantarillado.

3.1.9- JUNIO 20 DE 2019. Deflagración; Informe de Atención por GDO (clic aquí doc 14).

- A las 12:55 se evidenció daño en la red de distribución ¾ de pulgada enseguida al predio ubicado en la Carrera 4 # 3-05 Yumbo, razón por la cual se realizó cierre de la Polivalvula del sector por parte del técnico GdO Luis Angel Ramos.

- Bomberos y CMGRD informaron públicamente que hubo seis (6) heridos, los cuales fueron remitidos a clinicas locales.

Después de la deflagración GDO realizó algunas tareas de verificación control, que no se realizaron para la reparación en esa misma zona de la red el 15 de abril de 2019, donde no aparecen reportes de las siguientes actividades: muestras del índice de odorización en campo, pruebas de LEL, ni pruebas de hermeticidad:

- Durante los días 20, 21 y 22 de junio se adelantaron actividades de limpieza en el exterior del predio, excavaciones en acometida, centro de medición y en el interior del predio, muestras de índice de odorización y pruebas de presencia de LEL. Adicionalmente se realizaron pruebas de hermeticidad a las redes.

- El día 22 junio 2019 a las18:30 horas se realiza reparación final de daño en red de distribución de gas natural y normalización del servicio.

- El 23 de Junio de 2019 se realiza nuevamente prueba de hermeticidad de la red con total normalización del servicio

En el reporte de GDO se reconoce también la rotura de la red externa de polietileno de ¾", sin informar otros sitios de falla en la red externa o interna de gas:

HALLAZGOS (se adjunta registro fotográfico)

- Deflagración al interior del predio ubicado en la Carrera 4 # 3-05 Yumbo
- Rotura en tubería de red externa del ¾ " PE P80
- Predio de destinación comercial (notaria) con cocineta, con presencia de electrodomésticos (aire acondicionado, televisor, computadores, fotocopiadora, nevera, horno microondas, estufa, entre otros)

3.1.10- JUNIO 20 DE 2019. Deflagración; Reporte de Emergencias RC-50 por GDO (clic aquí doc 15):


4 RESULTADO DE VISITA
Reportan explosión por parte. Vecinos se evidencio fuga
con conato de incendio. Se procede a cerrar polivalvula
A71 y dar Control
- Cor -
Apertura de polivalvula Sabado 22-JUNIO 2019. 18:30 A71

3.1.11- JUNIO 22 DE 2019. Informe técnico de la ingeniera civil Yulena Moreno (clic aquí doc 16) en el que se dictamina que la estructura de la edificación donde funcionaba la NOTARÍA no tuvo afectaciones de tipo estructural con la deflagración:

4. Conclusiones y Recomendaciones

- Los elementos estructurales -columnas y vigas en concreto- que conforman la edificación que aloja la notaria No.2, no presentan ninguna afectación que comprometan la estabilidad de la estructura.

3.1.12- Reportes de Patrullaje y Seguimiento de fugas por GDO (clic aquí doc 17); en los cuales se registra monitoreos preventivos de eventuales fugas de gas natural; pero **no se reporta** un seguimiento específico de la carrera 4 con calle 3, que es la zona de la deflagración; por lo dicho estos reportes resultan irrelevantes para el presente dictamen pericial.

3.1.13- Reportes en las estaciones de odorización (clic aquí doc 18) por GDO. Hay que distinguir los reportes en las estaciones de odorización, que son reportes de laboratorio, de los reportes de campo, como se advierte en la literatura transcrita en la primera parte de este escrito.

En estos reportes no consta la concentración de odorizante en el momento de la deflagración, que son los que ratificarían el cumplimiento normativo en la escena de los hechos.

En los reportes consta que han existido deficiencias en la odorización; por ejemplo, en el reporte de 28 de mayo de 2019 consta que el odorizador estaba apagado, en otros reportes consta la necesidad de aumentar la concentración, y en otros reportes constan defectos y reparaciones del equipo de odorización.

3.1.14- Mantenimiento preventivo estaciones (clic aquí doc 19) por GDO. Conforme lo dicho en el acápite anterior, estos reportes de mantenimiento resultan irrelevantes en la presente investigación.

3.1.15- Certificación instalaciones internas (clic aquí doc 20). De estas certificaciones se destacan dos elementos; que brilla por su ausencia la revisión penta anual de la red de gas, y que del exámen de las fachadas no se encuentran las ventilaciones obligatorias por norma, por lo que resulta extraña la certificación de conformidad.

Así reza la COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS del Ministerio de Minas y Energía en la RESOLUCIÓN No. 059 DE 2012 (25 JUN. 2012), *"Por la cual se modifica el Anexo General de la Resolución CREG 067 de 1995, el parágrafo del artículo 108 de la Resolución CREG 057 de 1996 y el artículo 108.2 de la Resolución CREG 057 de 1996 y se establecen otras disposiciones"*:

Plazo Máximo de Revisión Periódica: Es la fecha límite que tiene el usuario para que la Instalación Interna cuente con el Certificado de Conformidad y corresponde al último día hábil del mes en que se cumplen los cinco años de haberse efectuado la última revisión de la instalación interna de gas o la conexión del servicio.

Plazo Mínimo entre Revisión: Corresponde a los cinco meses anteriores al Plazo Máximo de la Revisión Periódica. Dentro de éste se programará y se podrá realizar la Revisión Periódica de la Instalación.

Revisión Periódica de la Instalación Interna de Gas: Es la inspección obligatoria de la Instalación Interna de gas, realizada por un Organismo de Inspección Acreditado, dentro de los plazos mínimo y máximo definidos en esta resolución, desarrollada en cumplimiento de las normas o reglamentos técnicos vigentes.

La Revisión Periódica de la Instalación Interna de Gas no incluye la comprobación del equipo de medición de que trata el numeral 5.29 del Código de Distribución.

3.1.16- Certificado calibración de equipos (clic aquí doc 21) GDO. Se encuentra conformidad con la calibración de equipos para medición de presión y detección de fugas.

Aún así, se aclara que a pesar de estar demostrada la correcta calibración de los equipos, no existe constancia de monitoreo periódico al interior y exterior de la Notaría, ni a la masa de suelo mediante el método de barras; es decir, de nada sirve el equipo calibrado si no es usado.

3.2- Inspección ocular. Se gestionó la inspección ocular al inmueble que compone la escena de los hechos, mediante correo electrónico que se remitió a sus propietarios; **lastimosamente estos no prestaron ningún tipo de colaboración para la pericia, de lo cual aquí se deja constancia**.

Como prueba de la solicitud de acceso al inmueble se anexa la siguiente documentación:

- Correo electrónico certificado que contiene la solicitud de acceso (clic aquí doc 22)
- Prueba de entrega (clic aquí doc 23)
- Prueba de visualización (clic aquí doc 24)

Aún así, se considera que a pesar de la imposibilidad de acceder al inmueble donde se presentó el incidente, se cuentan con los medios probatorios suficientes para el presente dictamen pericial.

También se intentó la inspección ocular a la manguera que provocó la fuga, para lo cual se solicitó a GDO que permitiera su inspección, así como se solicitó información adicional para redundar en elementos probatorios para el peritaje; **lastimosamente estos no prestaron ningún tipo de colaboración para la pericia, de lo cual aquí se deja constancia**.

Como prueba de la solicitud se anexa la siguiente documentación:

- Prueba de entrega del correo electrónico certificado que contiene la solicitud de inspección y de información (clic aquí doc 25)

3.3- Determinación de hipótesis.

Antes de lanzar unas hipótesis completas, se hace necesario analizar algunos elementos puntuales de la ciencia del fuego; así

3.1.1- Combustible. Conforme la información precedente, y las reglas de la lógica y la experiencia, no existe ninguna duda de que la deflagración fue producida por la **combustión de gas natural domiciliario**, pues en la Notaría no existían otros combustibles con capacidad de generar la deflagración presentada.

3.1.2- Oxidante. Conforme la información precedente, y las reglas de la lógica y la experiencia, tampoco existe ninguna duda que el comburente que permitió la reacción química del gas natural fue el oxígeno atmosférico presente en el aire que circulaba por la Notaría, premezclándose previamente a la ignición; pues en la Notaría no existían otros oxidantes con capacidad de reaccionar con el gas natural.

3.1.3- Fuente de calor. Respecto de la fuente de calor, las reglas de la lógica y la experiencia, y principalmente el testimonio del bombero Luís Carlos Otálora, señalan que fue el generador de chispa de la estufa de gas que estaba en la cocina, que el Bombero encontró activado; pues es un elemento idóneo para generar la ignición del gas natural.

Del anterior análisis, se descarta la existencia de condiciones de autoignición.

3.1.4- Deflagración o explosión. Por la condiciones del inmueble donde se premezcló el gas natural con el oxígeno atmosférico, el gas natural no contó con la presión suficiente para generar una explosión, sino que todo apunta indefectiblemente que lo ocurrido fue una deflagración.

3.1.5- Odorante. Ninguno de los reportes señala la presencia de olor a gas (odorante) previa a la propagación del fuego, lo cual implica dos posibilidades, el debilitamiento del olor del

odorante por el contacto con los minerales de la masa de suelo, o fallos en la adición del odorante al gas natural domiciliario transportado por GDO.

Aunque ambas posibilidades son dables para el caso concreto, pero ante la falta de evidencia que debió recaudar GDO al momento preciso de la deflagración (medición en campo del odorante), el suscrito perito se decanta por el debilitamiento del odorante por contacto prolongado con la masa de suelo.

3.1.6- Ventilación. Verificadas las condiciones física del inmueble afectado, no se encontró la ventilación obligatoria para el uso de gasodomésticos domiciliarios; sin embargo la existencia de dichas aberturas no cambiarían los resultados de esta investigación porque estas aberturas están diseñadas con base en la potencia de los gasodomésticos que es posible instalar, y no para garantizar seguridad ante fugas imperceptibles con el olfato.

3.1.7- Hipótesis propiamente dichas.

3.1.7.1- La primera hipótesis, que coincide con todo lo dicho por el Cuerpo de Bomberos, es que una **mala reparación** del daño presentado en la acometida el 15 de abril de 2019 generó una fuga de gas en la tubería enterrada de polietileno que sirve como acometida de la red de gas natural domiciliario comercial que estaba instalada en la Notaría; como todo el gas natural fugado no pudo salir directamente a la atmósfera por la barrera que constituye el pavimento, la acera de concreto y el piso de la Notaría, parte de este gas fugado se desplazó por la masa de suelo llegando al sistema de alcantarillado de la edificación donde funcionaba la Notaría, ingresando por este, acumulándose en la zona norte donde estaba ubicada la cocina y la oficina del Notario; el gas natural y el oxígeno presente en el aire al interior de la Notaría se premezcló sin que los funcionarios de esta se dieran cuenta porque el gas natural había perdido el odorante al entrar en contacto con el suelo, motivo por el cual no hubo una alerta, y por el contrario, a la hora del almuerzo fue accionado el generador de chispa de una estufa de gas, que generó la ignición de la mezcla combustible, generando una combustión que se propagó a modo de deflagración, inicialmente desde la estufa de gas hasta la caja de alcantarillado por donde ingresó el gas natural, donde estaba más concentrada la mezcla combustiba, para después propagarse por el resto de la edificación y el andén y pavimento, por donde parte del gas natural fugado salía por las rendijas.

3.1.7.2- La segunda hipótesis en una variante de la primera, dónde sólo cambia que la fuga de gas no es causada por la mala reparación sino por el daño a la acometida con un retrocargador por parte del CONSORCIO, el 15 de abril de 2019, cuando realizada las obras del tendido de redes de acueducto dentro del contrato Pozo Platanares.

3.1.7.3- La tercera hipótesis es una variante de la primera, en la que el gas natural no penetra por el alcantarillado sino que se acumula por una fuga en la red interna de gas natural.

3.1.7.4- La cuarta hipótesis es una variante de la segunda, en la que el gas natural no penetra por el alcantarillado sino que se acumula por una fuga en la red interna de gas natural.

3.1.7.5- La quinta hipótesis es una variante de la primera, en la que el gas natural no tenía la concentración de odorante necesaria en ese punto de la red.

3.1.7.6- La sexta hipótesis es una variante de la primera, en la que el gas natural no tenía la concentración de odorante necesaria en ese punto de la red.

3.1.7.7- La séptima hipótesis es una variante de la primera, en la que el punto de rotura de la tubería de gas natural es diferente al punto que reparó GDO el 15 de abril de 2019.

3.1.8- Comprobación de hipótesis.

3.1.8.1- Comparadas las hipótesis primera y segunda, el punto a resolver es si la fuga de gas natural que ingresó a la notaría se produjo por el daño a la acometida cuando el CONSORCIO realizaba excavaciones el 15 de abril de 2019, o si la fuga se presentó por la mala reparación de dicho daño.

La solución es simple si se estudia desde la previsibilidad técnica, desde la carga que tiene el dueño de la cosa de evitar la extensión del daño, y desde la posición de garante que adquiere GDO como especialista en la reparación de su red de transporte de gas.

Así pues, si el daño de 15 de abril de 2019 no se hubiera informado por el CONSORCIO a GDO, si hubiera permanecido oculto, tendría GDO menos posibilidades de evitar un evento desfavorable, así GDO sea especialista de la materia de gas natural y tenga la obligación de monitorear la red.

Pero si el CONSORCIO informa a GDO el daño de la red por la excavación realizada con un retrocargador, y GDO asume su reparación, y asume la reparación como especialista en reparaciones de redes de gas, lo que era imprevisible se convierte en un asunto previsible desde el punto de vista técnico, por lo siguiente:

- Está probado que GDO conoció el mecanismo con el cual se generó el daño, un mecanismo (retroexcavadora) que tiene la aptitud, no sólo de romper la red (como podría romperse con una barra o con un martillo neumático) sino de generar tensiones por jalar la red.
- La literatura técnica especializada indica que en este tipo de redes se pueden generar tensiones en puntos alejados al punto donde se genera directamente un daño, por lo que la evaluación debe ser rigurosa.
- La literatura técnica especializada considera **normal**, corriente, la fuga de gas hacia el interior de los inmuebles por medio del alcantarillado, por lo que esta situación no es extraña y debe ser monitoreada.
- El daño debe aprovecharse para verificar la concentración del odorante en sitio, pues no es suficiente verificarlo en laboratorio, pues la odorización es un mecanismo de seguridad muy importante, aunque debe redundar con otros.
- La literatura técnica especializada menciona varios mecanismos de revisión de fugas cuando es factible el ingreso de gas en la masa de suelo, entre las que se destaca el método de agujeros por barras sumado al uso de equipos detectores de gas, monitoreando el interior y exterior de la edificación aledaña al daño de abril 15 de 2019..

Así las cosas, GDO asumió voluntariamente y de manera íntegra la reparación del daño inicialmente causado por el CONSORCIO, debiendo aplicar todos los procedimientos de reparación y control de fugas bien documentados en la literatura especializada; por lo cual la **causa eficiente de los daños es**

la insuficiente reparación implementada por GDO, por lo que no es posible probar la hipótesis segunda y por tanto se descarta.

3.1.8.2- Analizada la tercera hipótesis, **no es posible probarla**, y se descarta, toda vez que está demostrada la fuga en la tubería externa que sirve de acometida, que no es la única prueba porque también está probada la carbonización de las baldosas aledañas el punto del alcantarillado por donde ingresó el gas natural; también porque está probada la presencia de gas natural en la masa de suelo, no sólo con los chequeos de GDO en compañía del Cuerpo de Bomberos, sino porque se demostró la combustión de gas natural por las rendijas del andén y del pavimento.

3.1.8.3- Analizada la cuarta hipótesis, **tampoco es posible probarla**, conforme lo dicho en los dos numerales anteriores.

3.1.8.4- Respecto de las hipótesis referentes a la presunta falta de odorante en concentración suficiente (quinta y sexta), a pesar de la factibilidad de la falla en la adición del líquido odorante, como atrás se explicó, no existen más elementos que permitan probar objetivamente dicha situación, por lo que se descartan las hipótesis quinta y sexta.

3.1.8.5- Respecto de la séptima hipótesis está demostrado, por ejemplo con el esquema elaborado por el Cuerpo de Bomberos, que el fallo de la tubería de polietileno **ocurrió en el mismo tramo de tubería que reparó GDO** el 15 de abril de 2019.

¿Pero el punto donde se detectó el fallo de la tubería después de la deflagración de junio 20 de 2019 es exactamente el mismo punto donde la retroexcavadora rompió la tubería? La respuesta es no, no es exactamente el mismo punto, cuestión que se torna irrelevante por lo siguiente:

- Atrás se advirtió que la literatura técnica tiene bien establecido que una afectación puntual en una tubería puede generar daños en otros puntos de la tubería debido a los esfuerzos de tensión; adicionando el perito que una retroexcavadora no sólo produce rotura por punzonamiento en la tubería sino que tiene la idoneidad mecánica de generar importantes efectos de tensión (puede jalar la tubería).
- Se tiene certeza que el fallo detectado después de la deflagración se presentó en el mismo tramo de red reparado; tramo que va desde la red secundaria hasta el medidor, que se conoce como acometida; tramo en el que se presentó el daño con la retroexcavadora el 15 de junio de 2019.

Así las cosas, está demostrado que la séptima hipótesis está subsumida por la primera.

3.1.8.6- La hipótesis primera se estudiará en el siguiente acápite

4- CUESTIONARIO A RESOLVER - CONCLUSIONES

4.1- Dictaminará el perito la causa de la deflagración ocurrida el día 20 de junio de 2019 donde funcionaba la Notaría 02 de Yumbo.

La causa eficiente es una **mala reparación** por GDO del daño presentado el 15 de abril de 2019, que generó una fuga de gas en la tubería enterrada de polietileno que sirve como acometida de la red de gas natural domiciliario comercial que estaba instalada en la Notaría; como todo el gas natural fugado no pudo salir directamente a la atmósfera por la barrera que constituye el pavimento, la acera de concreto y el piso de la Notaría, parte de este gas fugado se desplazó por la masa de suelo llegando al sistema de alcantarillado de la edificación donde funcionaba la Notaría, ingresando por este, acumulándose en la zona norte donde estaba ubicada la cocina y la oficina del Notario; el gas natural y el oxígeno presente en el aire al interior de la Notaría se premezcló sin que los funcionarios de esta se dieran cuenta porque el gas natural había perdido el odorante al entrar en contacto con el suelo, motivo por el cual no hubo una alerta, y por el contrario, a la hora del almuerzo fue accionado el generador de chispa de una estufa de gas, que generó la ignición de la mezcla combustible, generando una combustión que se propagó a modo de deflagración, inicialmente desde la estufa de gas hasta la caja de alcantarillado por donde ingresó el gas natural, donde estaba más concentrada la mezcla combustiba, para después propagarse por el resto de la edificación y el andén y pavimento, por donde parte del gas natural fugado salía por las rendijas.

Esta conclusión se sostiene en los siguientes hechos:

- Se demostró que la reparación realizada por GDO el 15 y 16 de abril de 2019 resultó fallida, pues precisamente es en el punto intervenido donde se detectó la fuga después de la ocurrencia de la deflagración; además no se encontraron registros que demuestren que en las reparaciones del 15 y 16 de abril de 2019 se hubiera realizado el despliegue de verificación y control que sí se implementó con posterioridad a la deflagración.
- Se demostró que la fuga se presentó en la acometida de polietileno, en la misma zona que fue reparada por GDO.
- Se probó que el gas natural ingresó al inmueble por la red de alcantarillado, porque se encontró gas en la masa de suelo, se encontró carbonización en las baldosas cercanas al punto de acceso, se encontró gas natural en la alcantarilla donde ingresó.
- La fuga de gas natural desde la tubería enterrada hasta el interior de una edificación es un caso muy estudiado en la literatura especializada.
- Está probado que en ninguno de los reportes se informó de olor a gas (olor del odorante).
- Está probada la fuente de ignición pues se probó una fuente de calor idónea como es el generador de chispa de la estufa de gas ubicada en la cocina.

4.2- Dictaminará el perito quién tiene la responsabilidad del mantenimiento, inspección, control, reparación y operación de las redes de gas natural domiciliario. Lo anterior incluso cuando hubo un daño causado por un tercero.

Conforme la normatividad atrás reseñada, la responsabilidad técnica del mantenimiento, inspección, control, reparación y operación de las redes de gas natural domiciliario **corresponde al operador de la red**, que es el prestador del servicio público domiciliario, en este caso GDO, no sólo porque es el propietario de las redes y tiene la capacidad de decisión sobre ellas, ni sólo porque se lucra del servicio prestado, sino principalmente porque es quien es quien desarrolla profesionalmente el transporte del gas

hasta el domicilio del usuario, es decir, **es quien tiene el conocimiento especializado** y por tanto está llamado a conjurar el *riesgo social*[3] que implica el transporte de gas combustible.

[3] *"El manejo del riesgo social supone entonces, en principio, que la persona o entidad responsable adopte todas aquellas medidas que sean razonables y proporcionadas para prevenir los riesgos identificados. La prevención es entonces el principio general aplicable a todas aquellas situaciones que supongan un riesgo social"*. Sentencia C-166-15.

"25. Al igual que la identificación y evaluación de riesgos sociales, su manejo, es decir, la adopción de medidas necesarias para prevenirlos, requiere de determinados conocimientos y capacidades. Como se dijo anteriormente, la identificación y evaluación de riesgos sociales requiere conocimientos sobre la actividad humana específica considerada riesgosa, y sobre los elementos que están sujetos a los riesgos asociados con dicha actividad. El manejo de riesgos sociales, por su parte, requiere además conocimientos sobre las medidas de mitigación, y su capacidad para prevenir, disminuir o corregir los riesgos respectivos. Así, por ejemplo, para manejar los riesgos propios del sector financiero o bursátil no sólo es necesario tener conocimiento de la manera como se comportan las variables tradicionales de estos mercados, como lo son la oferta y la demanda. Es necesario también que quien maneja dichos riesgos tenga el conocimiento suficiente para prever la manera como los agentes se comportan frente a la regulación del Estado. Del mismo modo, en relación con el caso que estudia ahora la Corte, el manejo de riesgos asociados al diseño de instalaciones eléctricas supone el conocimiento de los materiales utilizados no sólo para conducir la electricidad, sino para aislarla, y en general, es necesario que tenga conocimientos de todos aquellos medios utilizados para prevenir los riesgos que conlleva". Sentencia C-166-15.

{{Destinatario}}
{{Fecha}}

PERITAJE
Dictámenes Periciales



Sergio Mario Gaviria Zapata

*** Ingeniero Civil MP 05202 74405ANT**
*** Abogado TP 214 765**
*** Esp. en Patologías de la Edificación**
*** Esp. en Derecho Urbano**

300 811 88 54
a@peritaje.co
57 300 811 88 54
www.peritaje.co
Torre Almagrán Of. 703, Med (ppal).
Cra. 11B # 99-25, Bogotá
Cl. 4B # 35A-11, Cali

Perfil Profesional

Perito con 24 años de experiencia profesional, doble titulación, especializado en: Diseño estructural, diseño geotécnico, interventoría, medición de inmuebles, cantidades de obra, presupuestos, urbanismo, daños y perjuicios por construcciones, patologías de la edificación, estudio de títulos, servidumbres, licenciamiento urbanístico, registro inmobiliario y catastral, propiedad horizontal, ordenamiento territorial, postventas en construcción, reglamentación contra incendios, accidentes en la construcción y responsabilidad ético disciplinaria.

Dictámenes Periciales

Somos expertos en la ejecución de dictámenes periciales de ingeniería en temas inmobiliarios, de urbanismo y construcción.

Las experticias son dirigidas y sustentadas por el ingeniero Sergio Mario Gaviria Zapata, apoyado por un equipo multidisciplinario.

Nuestros clientes

Nuestros clientes son especialmente bufetes de abogados, constructores, multinacionales, tribunales, juzgados, entidades del sector público y particulares, vinculados a un conflicto jurídico o que se preparan ante la eventualidad de este, tanto en la jurisdicción civil como las jurisdicciones administrativa, laboral y familia, y entidades administrativas y disciplinarias.

Peritaje de Oficio / de Parte

Como en la actualidad no existe listado de auxiliares de la justicia para peritos, los jueces tienen la potestad de nombrar a profesionales especializados de reconocida trayectoria, por lo cual colocamos a consideración de los operadores judiciales nuestra experiencia para la elaboración de dictámenes periciales de oficio.

Ya sea para un peritaje de oficio o un dictamen aportado por la parte, cumplimos con todos los requisitos de idoneidad y experiencia para que nuestra experticia ilustre al juez.

Fortalezas

Nuestras cuatro principales fortalezas como auxiliares de la justicia son:

- Pensamiento concreto propio del ingeniero;
- Conocimiento técnico inmobiliario, urbanístico y construcción;
- La capacidad técnico científica para el análisis de los casos;
- La rigurosidad, pertinencia, precisión y claridad en los dictámenes.

www.peritaje.co

HOJA DE VIDA
COMO PERITO AUXILIAR DE LA JUSTICIA

Perito	Los dictámenes son dirigidos y suscritos por SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA CC 71756517, ingeniero civil con matrícula profesional 05202 74405 ANT; notificaciones en el correo electrónico a@peritaje.co, teléfono/whatsapp 300 811 88 54, Torre Almagrán Of. 703, Medellín (calle 7D # 43A-99). Inscrito como perito en las Cámaras de Comercio de Medellín, Dosquebradas, Tunja
Competencias	Nuestra idoneidad académica y experiencia nos hacen competentes como peritos en procesos judiciales de responsabilidad civil contractual y extracontractual, pertenencias, deslinde y amojonamiento, y demás procesos judiciales donde se requiera: ● Dictaminar la existencia de daños en edificaciones. ● Dictaminar las causas de los daños relacionados con edificaciones u obras civiles. ● Dictaminar la solución de daños relacionados con edificaciones u obras civiles. ● Dictaminar presupuestos para reparación de daños relacionados con edificaciones u obras civiles. ● Dictaminar las características de inmuebles, incluyendo mejoras y medidas. ● Dictaminar las causas de accidentes relacionados con edificaciones u obras civiles. ● Dictaminar el cumplimiento técnico de las normas NSR-10 y de la construcción. ● Dictaminar el cumplimiento técnico de la normatividad contraincendios. ● Dictaminar respecto de la tradición de inmuebles. ● Dictaminar el cumplimiento de contratos relacionados con inmuebles u obras civiles. ● Dictaminar el cumplimiento de normas ético disciplinarias en ingeniería y arquitectura. ● Dictaminar asuntos técnicos en las áreas del urbanismo, lo inmobiliario y la construcción
Formación profesional del responsable del dictamen	● Ingeniero Civil (1997) ● Abogado (2007) ● Especialista en Derecho Urbanístico (2008) ● Especialista en Patologías de la Edificación (2013)
Experiencia general del responsable del dictamen	● Cumplimiento de los requisitos de experiencia e idoneidad establecidos en la ley 400 de 1997 para ser constructor responsable, diseñador de elementos no estructurales, diseñador estructural, ingeniero geotecnista, interventor, revisor de los diseños, supervisor técnico, director de construcción. ● Diseñador estructural. ● Ingeniero geotecnista. ● Constructor de edificaciones. ● Interventor. ● Supervisor técnico. ● Testigo técnico. ● Analista de títulos inmobiliarios. ● Auxiliar de la justicia. ● Analista en identificación de inmuebles.
Experiencia pericial del responsable del dictamen	● Daños en edificaciones y obras civiles. ● Elaboración de presupuestos. ● Identificación de inmuebles urbanos y rurales, incluyendo mejoras y medidas. ● Accidentes relacionados con edificaciones u obras civiles. ● Cumplimiento técnico de las normas NSR-10. ● Cumplimiento técnico de la normatividad contraincendios. ● Cumplimiento de contratos relacionados con inmuebles u obras civiles. ● Contratación administrativa

Experiencia laboral del responsable del dictamen	SOLUCIONES ESTRUCTURALES SAS Cargo: Gerente Socio Desde agosto de 2003 a la fecha Funciones: Análisis y diseño estructural de edificaciones, estudios de suelos, evaluaciones patológicas, peritajes, elaboración de presupuestos, análisis técnico en procesos judiciales. DERECÓN SAS Cargo: Gerente Socio Desde mayo 2 de 2006 a la fecha Funciones: Asesor en derecho urbano, de la construcción e inmobiliario, asesor en ordenamiento territorial y licencias urbanísticas, asesor en el tema de postventas y recibo de zonas comunes de edificaciones sometidas al régimen de propiedad horizontal, entre otras funciones. Contratación estatal, estudios de títulos inmobiliarios, limitaciones a la propiedad inmobiliaria (servidumbres, uso, habitación, propiedad horizontal, patrimonio de familia, etc), gravámenes urbanísticos, gestión de licencias urbanísticas, registro inmobiliario y catastral, contratos inmobiliarios, régimen de propiedad horizontal, expropiación administrativa, prescripción adquisitiva de dominio, deslinde y amojonamiento, ordenamiento territorial, postventas en construcción, responsabilidad civil derivada de la actividad constructora, garantías reales y personales, resolución de contratos, entre otros. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI Cargo: Contratista Coordinador Regional en el Proyecto de Titulación de Bienes Fiscales VIS Desde septiembre de 2008 a diciembre de 2008. Interventor: Ingeniero Mario Martínez. Teléfono: (601) 369 4000 Funciones: Asesor en derecho urbano, de la construcción e inmobiliario, asesor en ordenamiento territorial y licencias urbanísticas, asesor en el tema de postventas y recibo de zonas comunes de edificaciones sometidas al régimen de propiedad horizontal, entre otras funciones. ZIGURAT LTDA Cargo: Profesional Asesor Desde mayo 22 de 2000 a agosto 9 de 2003. Teléfono: (604) 230 7800 Funciones: Asesoría en ordenamiento territorial y licencias urbanísticas, diseño y construcción de edificaciones, atención postventa, elaboración de presupuestos y licitaciones, entre otras. UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN Cargo: Analista de Investigaciones Desde noviembre 11 de 1998 a enero 10 de 1999. Jefe inmediato: Jefe del Área Centro de Estudios de Ingeniería Teléfono: (604) 340 55 55 Funciones: Analista de Investigaciones dentro del proceso de formulación y elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial para los municipios de Santa Rosa de Osos, Don Matías, Entrerríos, Belmira, y San José de la Montaña.
Listado de peritajes en los últimos años	Autoridad: Juzgado 02 Civil del Circuito de Medellín Demandante: Alfredo Antonio Echavarría Oquendo Demandado: Judy Gómez Jiménez Abogados: Materia: Identificación de inmueble urbano, inspección judicial. Autoridad: Juzgado 15 Civil del Circuito de Cali Demandante: Yameli Cárdenas Cuero

	Demandado: Gases de Occidente SA ESP Abogados: Darío Arce Materia: Verificación del cumplimiento de las previsiones técnicas en la reparación de red de distribución de gas que posteriormente generó una deflagración con afectación a la integridad física y bienes. Autoridad: Juzgado 10 Administrativo de Medellín Demandante: Carlos Ocampo Vargas Demandado: Municipio de Don Matías Abogados: Luís Alfonso Bravo Restrepo Materia: Verificación del cumplimiento de contrato de obra pública. Autoridad: Tribunal Administrativo del Valle del Cauca Demandante: Daniel Santiago Acevedo Sánchez Demandado: Municipio de Yumbo Abogados: Alan del Río Vásquez Materia: Verificación del cumplimiento de las previsiones técnicas en la reparación de red de distribución de gas que posteriormente generó una deflagración con afectación a la integridad física y bienes. Autoridad: Cláusula de confidencialidad Demandante: Cláusula de confidencialidad Demandado: Cláusula de confidencialidad Abogados: Cláusula de confidencialidad Materia: Determinación de las causas del colapso de elementos del sistema de conducción de energía que generaron la muerte de un transeúnte. Autoridad: Juzgado 04 Promiscuo Municipal de Apartadó Demandante: Empresas Públicas de Medellín ESP Demandado: La Hacienda SAS Abogados: María Molina González Materia: Identificación del inmueble con matrícula inmobiliaria 008-31513 de la ORIP Apartadó, así como la determinación de la necesidad técnica y viabilidad técnica de imponer sobre este inmueble una servidumbre de conducción de energía. Autoridad: Juzgado Civil del Circuito de Itagüí Demandante: Alejandro Álvarez Ortíz, Camilo Álvarez Ortíz y Juan Esteban Álvarez Ortiz Demandado: Cobral SAS Abogados: Daniel Ruíz Cadavid Materia: Sustentación técnica de la necesidad de constitución de servidumbre de acueducto. Autoridad: Juzgado 01 Promiscuo Municipal de San Carlos Demandante: Alirio de Jesús Parra Ciro Demandado: Personas indeterminadas Abogados: José David Ramírez Giraldo Materia: Identificación de inmueble urbano, inspección judicial. Autoridad: Juzgado Promiscuo Municipal de Santo Domingo (Ant.) Demandante: Rigoberto Arango Ocampo Demandado: Generamos Energía SA ESP Abogados: Sin información Materia: Identificación de mejoras en zona rural, presupuesto de obras de construcción, cantidades de obra, identificación en terreno y apoyo mediante fotografías aéreas.

	Autoridad: Juzgado Promiscuo Municipal de Liborina (Ant.) Acusador: Fiscalía General de la Nación Investigado: Adriana María Maya Gallego Abogados: Andrés Felipe Jaramillo Restrepo Materia: Identificación de obras de construcción en zona rural, presupuesto de obras de construcción, cantidades de obra, identificación en terreno y apoyo mediante fotografías aéreas, obras públicas. Autoridad: Juzgado Promiscuo Municipal de La Estrella Demandante: Alejandro Álvarez Ortíz, Camilo Álvarez Ortíz y Juan Esteban Álvarez Ortiz Demandado: Cobral SAS Abogados: Daniel Ruíz Cadavid Materia: Evolución constructiva de una bodega en La Estrella para verificación del cumplimiento de las normas urbanísticas y de la construcción. Autoridad: Juzgado 08 Civil Municipal de Medellín Demandante: Carlos Mario Londoño García Demandado: Juan Camilo García Arroyave Abogados: Germán García Materia: Identificación física y jurídica de inmueble urbano Autoridad: Tribunal Arbitral de la Cámara de Comercio de Medellín Demandante: Inverbetancur SAS Demandado: Guillermo León Ruíz Tamayo Abogados: Jorge Arroyave Valencia, Andrés Felipe Vasco Cardona, Cesar Augusto Correa Campiño Materia: Identificación de inmueble rural, identificación de mejoras, levantamiento topográfico, utilización de información catastral y fotográfica para evaluar la evolución de las construcciones en el tiempo. Autoridad: Juzgado Promiscuo Municipal de Titiribí Demandante: Darío de Jesús Quintero Demandado: Herederos indeterminados de Rosenda Villa y otros Abogados: Sin información Materia: Identificación de inmueble rural, visita técnica apoyada mediante dron y fotografías aéreas. Autoridad: Juzgado Promiscuo Municipal de Buriticá Demandante: Gilberto de Jesús Úsuga Luján Demandado: Lucas Higuita y personas indeterminadas Abogados: Victor Andrés Molina Escobar, Alejandro Zapata Bedoya Materia: Identificación de inmueble rural, visita técnica apoyada mediante dron y fotografías aéreas. Autoridad: Juzgado 02 Promiscuo Municipal de Ciudad Bolívar Demandante: Carlos Arturo Valencia Demandado: José Antonio González Sánchez Abogados: Materia: Identificación de inmueble urbano, visita técnica apoyada mediante dron y fotografías aéreas. Autoridad: Juzgado Promiscuo Municipal de Buriticá Demandante: Jaime de Jesús Oliveros Ospina Demandado: María Esther Rivera Higuita y otros Abogados: Materia: Identificación de inmueble rural, visita técnica apoyada mediante dron y fotografías aéreas. Autoridad: Juzgado 02 Promiscuo Municipal de Ciudad Bolívar

	Demandante: Carlos Fernando Vélez Londoño Demandado: Gonzalo de Jesús Vélez Soto y otro Abogados: Materia: Identificación de inmueble rural, visita técnica apoyada mediante dron y fotografías aéreas; demarcación de línea divisoria.

24 años de experiencia en imágenes

1. Fotocopia del documento de identidad 2. Matrícula profesional de Ingeniero Civil 3. Tarjeta profesional de Abogado 4. Diploma de Especialista en Patologías de la Edificación 5. Diploma de Especialista en Derecho Urbanístico	6. Certificado de antecedentes judiciales 7. Certificado de antecedentes de la Procuraduría 8. Certificado de antecedentes del COPNIA 9. Certificado de antecedentes del RNA 10. Diploma de Ingeniero Civil 11. Certificado de antecedentes Contraloría
 01. Matrícula profesional de ingeniero civil egresado de la Universidad de Medellín	 02. Tarjeta profesional abogado egresado de la Universidad de Antioquia


LA UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

y en atención a que

Sergio Mario Gaviria Zapata

ha completado los estudios reglamentarios de la

Facultad de Ingeniería Civil

le confiere, por medio del presente diploma, el título de

Ingeniero Civil

03. Diploma Ingeniero Civil de la Universidad de Medellín


LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

EN ATENCIÓN A QUE

SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA

HA COMPLETADO TODOS LOS REQUISITOS QUE LOS ESTATUTOS UNIVERSITARIOS EXIGEN PARA OPTAR AL TITULO DE

ABOGADO

04. Diploma Abogado de la Universidad de Antioquia


UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE

Arquitectura

ACTA DE GRADO NÚMERO 0580

CONSIDERANDO QUE

Sergio Mario Gaviria Zapata

C.C. 71.756.517 de Medellín

Especialista en Patología de la Edificación

05. Diploma Especialista en Patología de la Edificación Universidad Nacional de Colombia


Universidad Externado de Colombia

Sergio Mario Gaviria Zapata

Especialista en Derecho Urbano

06. Diploma Especialista en Derecho Urbanístico de la Universidad Externado de Colombia


Universidad de Medellín

LA SUSCRITA JEFE DE LA SECCIÓN DE PERSONAL DE LA UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN, en atención a la solicitud,

CERTIFICA:

Que el Ingeniero Civil SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, quien se identifica con la cédula de ciudadanía 71.756.517 expedida en Medellín, ha venido vinculado la Institución como Ingeniero Civil, dentro del contrato celebrado entre la Universidad de Medellín y la Asociación de Municipios del Norte de Antioquia (AMENA), con contrato a término fijo, inferior a un año, del 15 de Agosto al 30 de Octubre de 1998, primer contrato, y el actual del 16 de Noviembre de 1998 al 30 de enero de 1999, desempeñando las siguientes funciones: Acompañamiento a los planes de ordenamiento territorial de los municipios de Santa Rosa de Osos, Don Matías, San Pedro de los Milagros, Belmira, Entrerríos y San José de la Montaña, los cuales están contemplados en el contrato suscrito entre la Asociación y la Universidad de Medellín, recopilación de información y asesoría técnica, y demás funciones que sean inherentes en ejecuto.

07. Experiencia en elaboración de planes de ordenamiento territorial, Universidad de Medellín


CERTIFICAN QUE

MARIO GAVIRIA ZAPATA

Asistió al Primer Seminario Nacional EVALUACIÓN Y EJEMPLOS PRACTICOS DE LA NSR-98, con una duración de 16 horas.

Medellín, 3 y 4 de agosto de 2000

JESÚS HUMBERTO MURIAGO TOBÓN
Presidente de AIE

ENRIQUE LUIS MARÍA GONZÁLEZ
Presidente de AICE

08. Primer Seminario Nacional Reglamento de Sismorresistencia NSR-98, Asociación de Ingenieros Civiles de Eafit. Tengo la experiencia legal para ser diseñador estructural.


Universidad EAFIT

CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUA

CERTIFICA QUE

SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA

Asistió al programa

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON SAP 2000

09. Curso de análisis y diseño estructural con el software SAP2000, Universidad Eafit


UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Derecho y Ciencias Políticas

SERGIO GAVIRIA ZAPATA

PROPIEDAD HORIZONTAL

Ley 675 de 2001

JUAN CARLOS AMAYA CASTRILLÓN

10. Certificación Propiedad Horizontal Ley 675 de 2001. Cuento con decenas de experiencias en asesoría de propiedad horizontal


AICUDEM

Universidad de Medellín

AICUDEM

C E R T I F I C A

Que SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA

Diseño de Estructuras de Acero con Miembros Doblados en Frío

Medellín, 26 de Octubre de 19 2001

11. Certificación Diseño de Estructuras de Acero con elementos doblados en frío, Universidad de Medellín. Tengo experiencia en construcción de estructuras de acero


- Sergio tiene excelente motivación para el estudio y para el trabajo académicos.
- Muestra excelentes capacidades de análisis y síntesis en el tratamiento de problemas complejos.
- Muestra iniciativa y liderazgo al momento de sustentar ideas y propuestas de solución.
- Tiene excelente capacidad para verbalizar, y para comunicar con claridad sus ideas.
- Su constante carácter y perseverancia le hacen apto tanto para el trabajo individual como para el trabajo en equipo.

No dudo por lo anterior en recomendarlo al ingeniero Sergio Mario Gaviria para su admisión a cualquiera de nuestros programas de Postgrado.

Atentamente,

Fernando Arango I.

Fernando Arango Isaza.

Director Escuela Ingeniería de Sistemas.

La Facultad.

12. Recomendación académica del Director de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Minas


LA UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA

DIPLOMADO EN ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS ESPECIALES

13. Diplomado en Análisis y Diseño de Estructuras Especiales, Universidad de Medellín


EL COLEGIO ANTIOQUEÑO DE ABOGADOS

COLEGAS

CERTIFICA QUE

SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA

Participó como Ponente en el Seminario

LICENCIAS PARA VIVIENDAS DE INTERES PRIORITARIO MITOS O REALIDADES

14. Certificación ponencia Vivienda de Interés Prioritario, Colegio Antioqueño de Abogados



UNIVERSIDAD EAFIT

CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUA

CEC

CERTIFICA QUE

SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA

C.C. 71756517

Asistió al

II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE MONITOREO Y SALUD ESTRUCTURAL

36 horas de actividades académicas

Medellín, Colombia, 30 y 31 de octubre de 2014

15. Simposio Internacional de Monitoreo y Salud Estructural, Universidad Eafit



Clasifico al Ingeniero Gaviria así:

Capacidad intelectual	Excelente
Motivación para estudios avanzados e investigación	Excelente
Capacidad para el trabajo individual	Excelente
Competencias comunicativas (oral y escrita)	Excelente
Iniciativa/Desempeños distintos	Excelente
Creatividad/Perseverancia	Excelente
Capacidad para el trabajo en equipo	Excelente

En general, puedo decir que el Ingeniero Gaviria tiene una excelente aptitud para realizar estudios avanzados e investigación.

Atentamente,

Ing. LEÓN JAIRO ARANGO BEDOYA
C.C. 70.084.811
Profesor universidades: de Medellín, Eafit, Cooperativa
Bipe: 311 66 66 código 19623

16. Recomendación académica León Jairo Arango Bedoya, Magister en Estructuras, Profesor Universitario



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Territorial Guajira

EL SUSCRITO DIRECTOR DEL INSTITUTO NACIONAL DE VIAS TERRITORIAL GUAJIRA

CERTIFICA:

Que el Ingeniero SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, ejecutó para el INSTITUTO NACIONAL DE VIAS REGIONAL GUAJIRA el siguiente Contrato:

CONTRATO No.: RGUA 009/2003

OBJETO: MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA PASO POR SAN JUAN DEL CESAR

17. Experiencia en mantenimiento vial, Instituto Nacional de Vías



POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA

Consulta en línea de Antecedentes Penales y Requerimientos Judiciales

La Policía Nacional de Colombia informa

Que siendo las 04:51:47 PM horas del 12/09/2021, a ciudadano identificado con Cédula de Ciudadanía N° 71756517

Apellidos y Nombres: **GAVIRIA ZAPATA SERGIO MARIO**

NO TIENE ASUNTOS PENDIENTES CON LAS AUTORIDADES JUDICIALES

de conformidad con lo establecido en el artículo 248 de la Constitución Política de Colombia.

En cumplimiento de la Sentencia SU-458 del 21 de junio de 2012, proferida por la Honorable Corte Constitucional, la leyenda "NO TIENE ASUNTOS PENDIENTES CON LAS AUTORIDADES JUDICIALES" aplica para todas aquellas personas que no registran antecedentes y para quienes la autoridad judicial competente haya decretado la extinción de la condena o la prescripción de la pena.

Esta consulta es válida siempre y cuando el número de identificación y nombres correspondan con el documento de identidad registrado y solo aplica para el territorio colombiano de acuerdo a lo establecido en el ordenamiento constitucional.

18. Certificación de no tener asuntos pendientes con las autoridades judiciales, Policía Nacional



CENTRO SUR S.A.
NIT 811.037.405-1

CERTIFICA QUE:

El Ingeniero SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, con tarjeta profesional 10202-74405ANT y cedula de ciudadanía 71.756.517, prestó sus servicios profesionales como DIRECTOR DE INTERVENTORÍA en los siguientes proyectos de construcción de vivienda desarrollados por Nuestra Organización durante los años 2011 y 2012, inclusive:

1- ARBOLEDA DEL RODEO Apartamentos, 162 unidades de vivienda, Medellín.

2- ARAMUS CONJUNTO RESIDENCIAL, 88 unidades de vivienda, Sabaneta (Ant.).

3- POLARIS Apartamentos, 240 unidades de vivienda, La Estrella (Ant.).

19. Experiencia como Director de Interventoría en la construcción de 490 unidades de vivienda



INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
SEDE CENTRAL

NÚMERO: -2079 FECHA: 03 SEP 2008

CLASE: CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIO

CONTRATISTA: SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA
Cédula de Ciudadanía No. 71.756.517 de Medellín
Dirección: Carrera 83 B No. 33 - 72 (Medellín)
Teléfono: 444 2000

VALOR: Hasta $9.700.000.00

ENTRE LOS SUSCRITOS A SABER: LILIANA BUSTAMANTE RESTREPO, MAYOR DE EDAD, DOMICILIADA EN BOGOTÁ, IDENTIFICADA CON CÉDULA DE CIUDADANÍA No. 43.728.561 DE ENVIGADO, ACTUANDO EN REPRESENTACIÓN DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, EN SU CALIDAD DE SUBDIRECTORA DE CATASTRO Y CON FUNDAMENTO EN LA DELEGACIÓN EFECTUADA EN EL LITERAL A DEL ARTÍCULO 9 DE LA

20. Contratista Instituto Geográfico Agustín Codazzi, titulación de inmuebles urbanos



CONSTRUCTORA ARMANDO GAVIRIA LTDA.
ARRENDAMIENTO DE EQUIPOS - MATERIALES DE CONSTRUCCION

CERTIFICADO LABORAL

Certificamos que el Ingeniero SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, identificado con cédula de ciudadanía No. 71.756.517 de Medellín, laboró en nuestra empresa desde el día 09 de noviembre de 1996 hasta el 28 de febrero de 1997, desempeñándose en funciones técnicas y administrativas relacionadas con el cargo de INGENIERO CIVIL, en el contrato de construcción de obras civiles necesarias para la instalación de redraies y tramos de tuberías para el proyecto Gaviota – Cupiagua "Tall Trail Development – Piping Section

21. Experiencia en construcción de obras de concreto, pavimentos y otros, para transporte de fluidos



CONSTRUCTORA ARMANDO GAVIRIA M.
ARRENDAMIENTO DE EQUIPOS
Asesorías - Interventorías - Obras Civiles - Montajes Electromecánicos
Cálculos Estructurales - Topografía y Obras de Geotecnia

CERTIFICADO LABORAL

Certificamos que el Ingeniero SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, identificado con cédula de ciudadanía N°. 71.756.517 de Medellín, laboró en nuestra empresa desde el día 09 de Noviembre de 1996 hasta el 28 de agosto de 1997, desempeñándose en funciones técnicas y administrativas relacionadas con el cargo de INGENIERO CIVIL , en la construcción de siláres en concreto para el tendido de tubería. Obras para SAIPEM Spa por ciento cuarenta y cuatro millones de pesos (144.000.000) m/l

22. Experiencia en construcción de obras de concreto reforzado, para transporte de fluidos



CERTIFICACIÓN DE EMPLEO

ARMANDO VALENCIA VALENCIA
Ingeniero Civil Contratista

INFORMA :

Que el ingeniero ***SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA***, identificado con la cédula de ciudadanía número 71.756.517, expedida en Medellín (Antioquia), estuvo vinculado a mi empresa desde el 01 de junio de 1996 hasta el 08 de noviembre de 1996 en el cargo de Auxiliar de Ingeniería, desempeñando funciones técnicas y administrativas relacionadas con los contratos de construcción y Administración del Mantenimiento Vial de la carretera Turbo – Cañasgordas.

23. Experiencia en administración vial, Instituto Nacional de Vías, Turbo - Cañasgordas



DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO
(De conformidad con el artículo 25 de la Ley 962 de 2005)

SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, identificado con la cédula de ciudadanía 71.756.517, manifiesto bajo la gravedad del juramento que prestó mis servicios profesionales como ingeniero civil de licitaciones y presupuestos al ingeniero contratista JORGE ENRIQUE RENDEINA PAREDES, desde el 01 de febrero de 1999 hasta el 01 de octubre de 1999, desempeñando las siguientes funciones:

- Asistencia de visitas de obra para licitaciones públicas.
- Elaboración de licitaciones públicas.
- Elaboración de programaciones de obra y presupuestos.
- Revisión de pliegos de condiciones y solicitud de adendas.
- Interacción con los servidores públicos responsables de la licitación pública.

24. Experiencia en presupuestos y licitaciones, en obras públicas y privadas



EL SUSCRITO GERENTE GENERAL DE LA COMERCIALIZADORA DE DIVISAS NUTICAMBIOS S.A.

CERTIFICA:

Que el Ingeniero SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, identificado con cédula de ciudadanía No. 71.756.517, ha prestado servicios profesionales como Ingeniero asesor en diseño, construcción y reforma en varias sucursales de esta empresa de la siguiente forma:

Oficina	Valor contrato	Fecha de inicio	Fecha terminación
Sucursal Almacentro	$ 9.456.725	23/12/2000	20/01/2001
Sucursal Cartagena de I.	$ 12.775.700	31/01/2002	03/03/2002
Sucursal Ibagué	$ 4.895.525	18/02/2002	10/04/2002

25. Experiencia en diseño y construcción. Nuticambios Ltda



DINTEL

DINTEL LTDA.

26. Experiencia en diseño estructural, Dintel Ltda.


ZIGURAT

A QUIEN PUEDA INTERESAR

27. Experiencia en licenciamiento urbanístico, Zigurat Ltda.


Contrato de prestación de servicios.

Para el programa radial Urbanitas Vox:

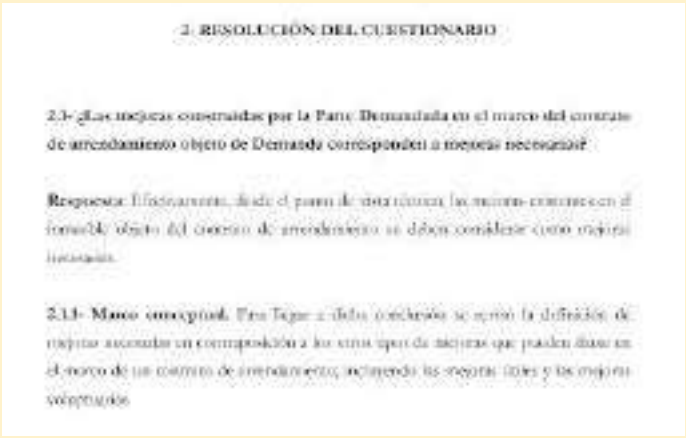
28. Experiencia como panelista radial en urbanismo y construcción


PERITOS.co

PERITAJE

JUZGADO PROMISCUO MUNICIPAL DE SANTODOMINGO

29. Peritaje con avalúo de mejoras, solicitado por Generamos Energía SA ESP presentado ante el Juez Promiscuo Municipal de Santodomingo (Ant)


2. RESOLUCIÓN DEL CUESTIONARIO

30. Peritaje con avalúo de mejoras, Pequeña Central Hidroeléctrica de Santiago (Antioquia)


EXPERTICIA TECNICA - "Versión 1 - Definitiva"

31. Peritaje en obras de construcción, presupuestos, en proceso penal, obras públicas


32. Evaluación ex post del cumplimiento de los diseños estructurales en un edificio en Rionegro (Ant).


CONDICIONES PARA EL EQUILIBRIO DE UN CUERPO RIGIDO

1.- La suma de las fuerzas es igual a cero

$$\sum \vec{F} = 0$$

2.- La suma de los momentos respecto a cualquier punto es igual a cero

$$\sum \vec{M}_{\text{cualquier punto}} = 0$$

3.3.6- EQUIPOS DE MEDICIÓN, CÓMPUTO Y FOTOGRAFÍA UTILIZADOS

33. Peritaje de accidente en desarrollo de actividad peligrosa con una persona fallecida



34. Algunas actividades requieren medición de precisión para las cuales usamos equipos electrónicos. En este caso se medía un acueducto público



35. No todos los peritajes desembocan en procesos judiciales; algunos desembocan en la decisión de conciliar, o no demandar. Aquí la evaluación de una zapata aislada y el refuerzo de la col.



Finalmente se deja la alternativa de modelar el proyecto con las vigas como están, lo cual es fácil, y chequear si se hace necesario alguna intervención en el edificio ya que la experiencia en este tipo de proyectos muestra que puede ser posible que no haya que realizar ninguna intervención diferente a la contenida en el Reglamento NSR-10 para los nudos estructurales.

3- SEPARACIÓN ENTRE EDIFICACIONES ADYACENTES. De conformidad con el numeral A.6.5.2, se debe cumplir con la separación con edificaciones adyacentes establecidas en los planos arquitectónicos aprobados, en este caso 10 centímetros, que se cuentan desde el nivel de vía.

Por lo anterior, se evidencia que existe una deficiencia de 5 centímetros para cumplir con el ancho de la cimentación, recomendamos que el muro de cierre del costado oriental sea construido en el sistema dryvall, con un ancho de 7 centímetros, procurando en lo posible evitar las demoliciones para el resto partes del proyecto general ya finalizadas se encontró mediante la **auscultación visual** una apariencia de buen ejecución de la ingeniería, pequeñas que no se abordaron por no ser el objeto contratado.

36. Segunda opinión para solucionar cambios en el sistema de cimentaciones de la edificación para una universidad, y opinión técnica sobre la separación sísmica entre edificaciones adyacentes



2.2.2- **Valoración.** Con base en la información recopilada y la visita de campo, se determina la existencia de las mejoras que a continuación enumeran, y el valor de las mismas.

ÍTEM	DESCRIPCION DE LA MEJORA	VALOR ACTUAL (AJUSTADO A MILLONES)
1	Presa en concreto reforzado, incluye excavaciones, compuertas, reja de captación, box coulvert, vertedero de excesos y planta.	$ 250'000.000
2	Cámara de derivación en concreto reforzado, incluye cámara de entrada, cámara de desfogue, cámara de carga, compuertas, vertedero de excesos.	$ 170'000.000
3	Tubería de aducción en tubo de poliéster reforzado con fibra de vidrio.	$ 132'000.000
4	Desarenadores en concreto reforzado tipo tanque de entrada y tipo cámaras desarenadoras.	$ 180'000.000

37. Por las competencias como ingeniero civil es común el encargo para elaboración de presupuestos; en este caso las obras



TRIBUNAL ARBITRAL PROMOVIDO POR INVERBETANCUR S.A.S. EN CONTRA DE GUILLERMO LEÓN RUIZ TAMAYO Y ALTAGRACIA DEL SOCORRO GUTIERREZ RESTREPO

Radicado No. 2020 A 0040

Medellín, veintiuno (21) de abril de 2021

OFICIO No. 001

Ingeniero
SERGIO MORA GAVIRIA
Ciudad

Respetado Ingeniero **MORA GAVIRIA**:

El Tribunal de Arbitramento integrado para dirimir las diferencias de

38. Peritaje para un litigio por arrendamiento en un inmueble rural. Tribunal de Arbitramento de la Cámara de Comercio de

de una PCH	Medellín.
	
39. Peritaje en proceso de pertenencia, zona rural. Juzgado Promiscuo Municipal de Titiribí	40. Experiencia peritaje cumplimiento de contrato de arrendamiento
	
41. Experiencia en verificación de cantidades de obra pública.	42. Experiencia identificación plena de inmuebles rurales
	
43. Experiencia en identificación plena de inmuebles urbanos.	44. Experiencia en estudio de títulos.



45. Experiencia en peritaje rural



46. Utilización de dron para identificación de inmuebles y grandes extensiones de tierra



47. Dictámenes de oficio y de parte



48. Acompañamiento al juez en inspecciones judiciales



49. Evaluación de imágenes satelitales verificando cambios del



50. Evaluación de información catastral

curso del río



51. Sobreposición de imágenes para identificación plena



52. Evaluación de mejoras en proceso de pertenencia



REPÚBLICA DE COLOMBIA
RAMA JUDICIAL DEL PODER PÚBLICO
JUZGADO SEGUNDO PROMISCUO MUNICIPAL DE CHIGORODÓ

Tres (3) de julio de dos mil diecinueve (2019)

Oficio 1444/2019

Ingeniero
SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA
Dirección TD No. 43 A -99 OF. 703
Teléfono 312-8743340 y
Correo electrónico
Medellín – Antioquia

Referencia: nombramiento de perito

Cordial saludo

53. Nombramiento como perito de oficio



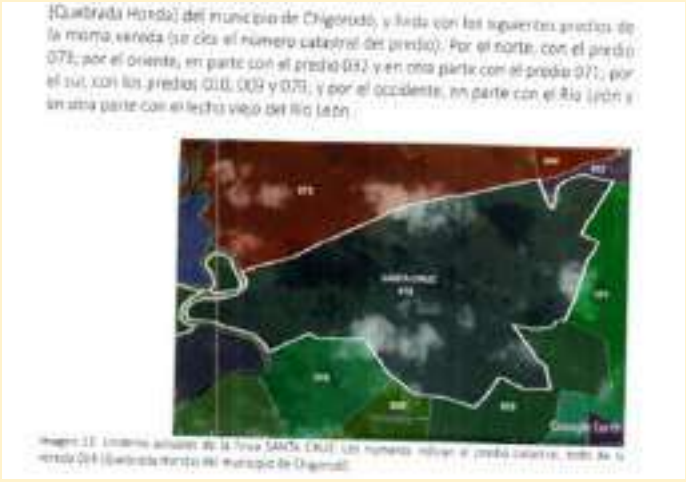
54. Experiencia en peritaje, accesión de inmuebles





55. Identificación de inmuebles urbanos

56. Determinación de línea divisoria entre predios



57. Identificación de inmuebles rurales



PRESUPUESTO PARA SOLUCIÓN DE HUMEDADES DE VIVIENDA EN CRA. 24C 30A 10
PROPIEDAD DEL SEÑOR GUSTAVO ADOLFO JARAMILLO RAMÍREZ Y OTROS
Este documento está vinculado al informe DERECON 02-20070009

HIPÓTESIS DEL PRESUPUESTO

Los precios están referidos a los análisis de precios unitarios de CAMACOL de Agosto de 2006.
Recuérdese que un presupuesto es una aproximación de costos y por tanto puede estar sujeto a variacion
Se presupuesta la alternativa constructiva de construcción de filtro e impermeabilización externa.
El presupuesto no incluye reubicación de los habitantes de las dos casas implicadas para realizar los trab
Los precios presentados incluyen un porcentaje del AIU equivalente al 30%.
Ante una ejecución por personal capacitado, la propuesta presentada puede tener una vida útil de 5 a 10

58. Elaboración de presupuesto reparación humedades



COPNIA

CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
N° 2201910EM0244760

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE
INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA

59. Antecedentes Copnia



Medellín, marzo 15 de 2013

Señores
CURADURÍA URBANA TERCERA

Referencia: Certificado de conformidad técnico del pozo séptico ubicado en la propiedad del señor LUIS FERNANDO TOBO MESA.

Cordial saludo.

El día 13 de marzo de los corrientes el ingeniero civil se dirigió hasta el predio del señor Tobo Mesa ubicado en el Corregimiento de Santa Elena, Vereda Perico, folio de matrícula inmobiliaria 020-5178502 y fin de verificar las condiciones técnicas del sistema de pozo séptico implementado, encontrando que el mismo se funciona y cumple los parámetros básicos de salubridad.

60. Evaluación pozo séptico





ESTUDIO DE TÍTULOS
Inmueble con matrícula 001-174562

1- OBJETIVO: El presente Estudio de Títulos tiene por objeto principal determinar cualquier vicio en la titularidad plena del inmueble en estudio, basándose en tres objetivos específicos a saber: a) Determinar la titularidad; b) Descartar vicios en la tradición; y c) Descartar limitaciones, gravámenes y cualquier otra afectación de las que se inscriben en el Registro.

Adicionalmente, lo que se pretende por parte de CONSTRUCTORA INVERNORTE SAS es un crédito hipotecario para la adquisición del inmueble, otorgando garantía hipotecaria de primero grado a favor de la Entidad Financiera.

2- IDENTIFICACIÓN:

- Matrícula inmobiliaria: 001-174562
- Código catastral: Cód. 050010104110002900190000000
- Municipio: Medellín
- Departamento: Antioquia
- Dirección: Carrera 81 A No. 34C - 39
- Urbano/Rural: Urbano
- Descripción en títulos: "UN LOTE DE TERRENO, situado en el municipio de Medellín, Barrión América, en la Urbanización Alcalá, distinguido con

61. Experiencia en diseño estructural

62. Experiencia en estudio de títulos



63. Experiencia en peritaje de infracciones urbanísticas



64. Peritaje humedades y otras lesiones patológicas



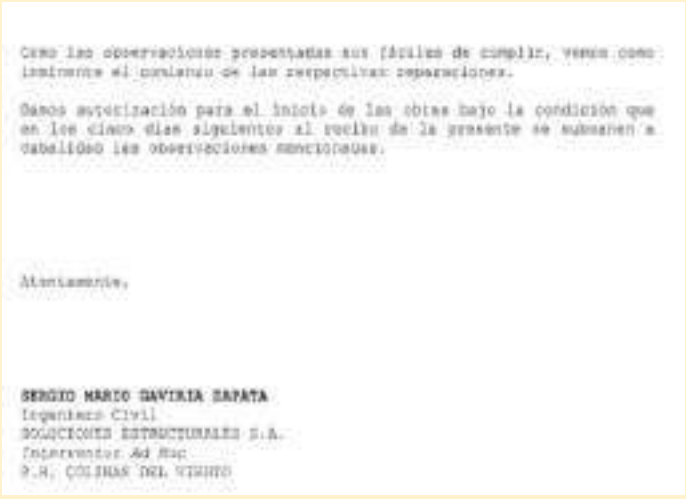
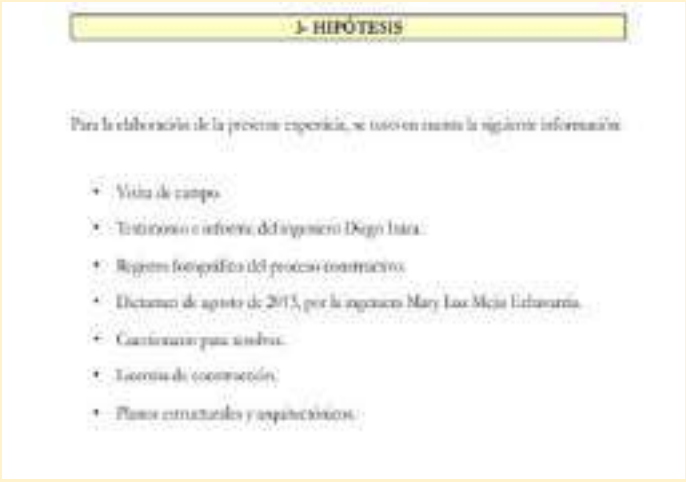
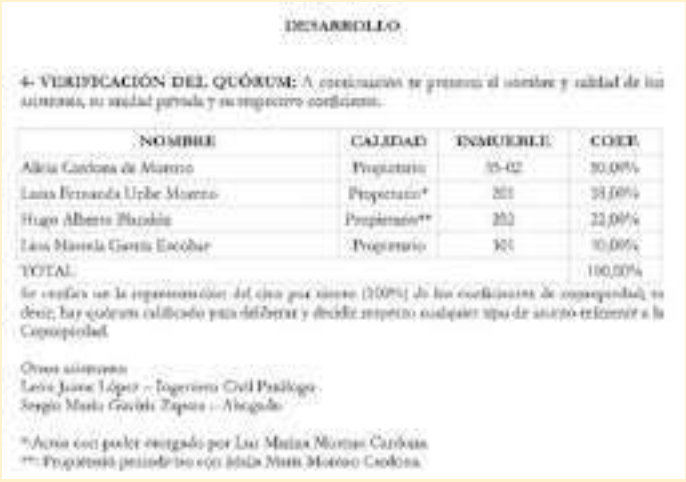
65. Estudio patológico en recubrimientos cerámicos



66. Peritaje en licenciamiento urbanístico





67. Peritaje responsabilidad civil contractual	68. Peritaje redes contra incendio
	
69. Interventoría en obras civiles	70. Estudio de antecedentes y contexto
	
71. Experticia sobre escaleras y salidas a prueba de humo	72. Experiencia en asambleas de propiedad horizontal



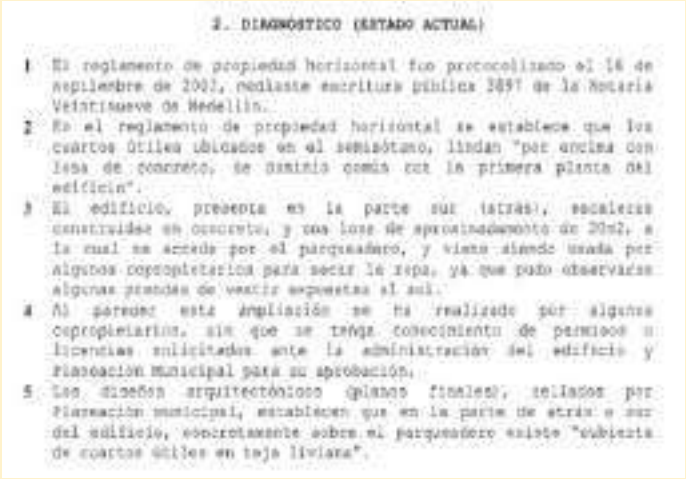
73. Solución de humedades por capilaridad



74. Experticia impermeabilización de terrazas con manto



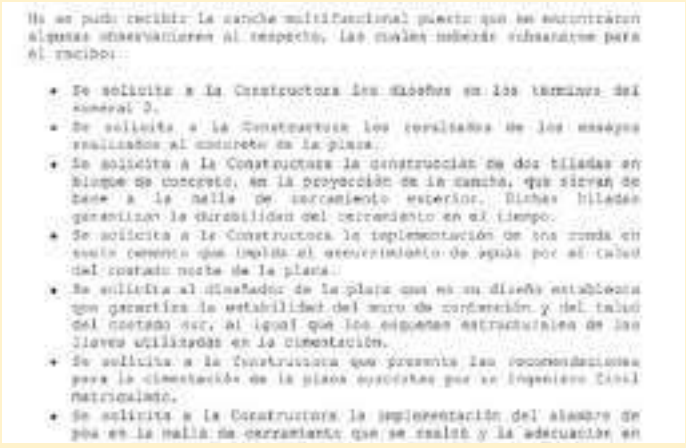
75. Interventoría recibo de zonas comunes



76. Concepto respecto de linderos de parqueaderos



77. Diagnóstico invasión de zonas comunes



78. Observaciones para recibo de placas deportivas



PERITOS

Peritaje especializado en urbanismo, inmobiliaria y construcción

7- ANEXO – PRESUPUESTO ECONÓMICO

Según lo señalado en este informe, a continuación se expone un presupuesto económico para las obras de reparación

Descripción	Un	Cant	Valor unit	Subtotal
Impermeabilización de muros	m	200	$70.000	$14.000.000
Reposición de pisos en madera	m2	0		$0
Adherencia cerámica	m	512	$6.500	$3.328.000
Reposición de pisos en cemento	m2	0		$0
Traslado de ambiente	gl	0		$0
Resane y pintura	m2	600	$5.500	$3.432.000
Retiro de elementos metálicos de columna	m	230	$3.000	$690.000
Total				$21.450.000

79. Presupuesto de obras

1.6 **ANALISIS DE LA LICENCIA**: El área del lote aprobada en la licencia de construcción, es de 1.670 metros cuadrados, y la establecida en el lote englobado mediante escritura pública y reglamento de propiedad horizontal es de 1782.18 metros cuadrados, en principio, ello conlleva a que existe un error en el área del lote aprobada en la licencia de construcción del Edificio Astorga Lofts.

1.7 **FRENTE AL EDIFICIO QUE SE CONSTRUYE**: Se pudo constatar que efectivamente se construye el Edificio Astorga, el cual fue aprobado mediante resolución 22 – 0303 de 2006, con licencia para la construcción de un edificio con sótanos y cuatro pisos.

- Según la licencia de construcción el área del lote sobre el cual se construye el Edificio Astorga Loafts tiene una cabida neta de 1780.31 metros cuadrados.
- No se conocen los diseños aprobados para dicho proyecto.

1.8 **LO OBSERVADO EN EL EDIFICIO**: En el edificio Astorga Lofts, pudo observarse en la parte sur, terrazas con muro de antepecho de .90m de altura, ventanales o vidrieras transparentes que permiten el registro al interior de los apartamentos y aunque no fue objeto de la consulta, no sobra destacar que en el nivel de los parqueaderos se observa una humedad de gran magnitud en el muro de contención, que se constituye en un vicio de construcción.

80. Análisis de licencias de construcción

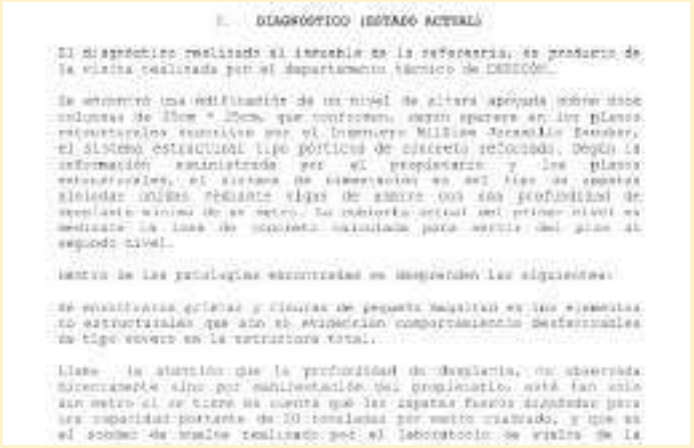
El inmueble esta ubicado en ZU-3: Zonas de uso mixto correspondientes a las áreas delimitadas por las convergencias de barrio y los principales corredores viales.

a. **Localización**: Las zonas de uso mixto corresponderán a las áreas determinadas por las convergencias de barrio se localizarán de acuerdo a la delimitación de las mismas, las cuales están especialmente definidas en el Plano N° CU-4.

b. **Regimen de interrelación**: Uso principal: Residencial; Vivienda Multifamiliar(R-M), Vivienda trifamiliar (R-T), Comercio y servicios; comercio minorista básico (C-1), comercio minorista de tipo medio(C-2), comercio minorista de bajo impacto(C-3), Talleres de servicio livianos(S-4), Servicios medios y especiales(S-5), servicios personales generales (S-7).

- **Uso complementario**: Residencial; Vivienda Bifamiliar (R-B), Vivienda productiva(R-P),Comercio y servicios; oficinas(S-8),servicios básicos(S-9);Industrial; industria artesanal (I-5) .
- **Uso restringido**: Residencial; Vivienda unifamiliar(R-U), Comercio y servicios; Comercio industrial liviano(C-4), Comercio de recuperación de materiales livianos (C-6),centros comerciales (C-12),pasajes comerciales(C-13), Servicios personales especiales (S-6),Servicios al vehículo liviano (S-11), Servicios mortuorios (S-13).
- **Uso prohibido**: Comercio y servicios; comercio mayorista de

81. Peritaje usos del suelo



II. DIAGNÓSTICO (ESTADO ACTUAL)

El diagnóstico realizado al inmueble en la referencia, es producto de la visita realizada por el departamento técnico de CERICOL.

Se encontró una edificación de un nivel de altura apoyada sobre unas columnas de 15cm * 25cm, que conforman, según aparece en los planos estructurales suscritos por el Ingeniero Williams Jaramillo Escobar, el sistema estructural tipo pórticos de concreto reforzado. Según la información suministrada por el propietario y los planos estructurales, el sistema de cimentación es del tipo de zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre con una profundidad de desplante mínima de 1m metro. La cubierta actual del primer nivel es mediante la losa de concreto calculada para servir del piso al segundo nivel.

Dentro de las patologías encontradas se encuentran las siguientes:

Se encontraron grietas y fisuras de pequeña magnitud en los elementos no estructurales que aún no evidencian comportamientos desfavorables de tipo severo en la estructura total.

Llama la atención que la profundidad de desplante, no observada directamente sino por manifestación del propietario, está tan solo un metro si se tiene en cuenta que las zapatas fueron diseñadas para una capacidad portante de 30 toneladas por metro cuadrado, y que en el sondeo de suelos realizado por el laboratorio de vialva de la

82. Peritaje patología en edificación



3. CAUSAS DE LOS DAÑOS

3.1 **FALTA DE IMPERMEABILIZACIÓN EN MURO DE CONTENCIÓN**: En el apique realizado no se encontró que el muro de contención estuviera provisto de impermeabilidad por medio de tela asfáltica.

3.2 **COLMATACIÓN DEL FILTRO EXISTENTE**: En el apique realizado no se pudo observar el existe o no filtro en la pata del muro. Si dicho filtro existiera es posible que se hubiera colmatado y sea ineficaz el porqué las humedades aparecieran varios años después de la entrega de la edificación.

3.3 **FALTA DE FILTRO**: Como se dijo en el numeral anterior no se constató la presencia de filtro o la calidad del mismo, en el caso de no existir el filtro también se podría explicar la aparición de la humedad un tiempo después de la construcción.

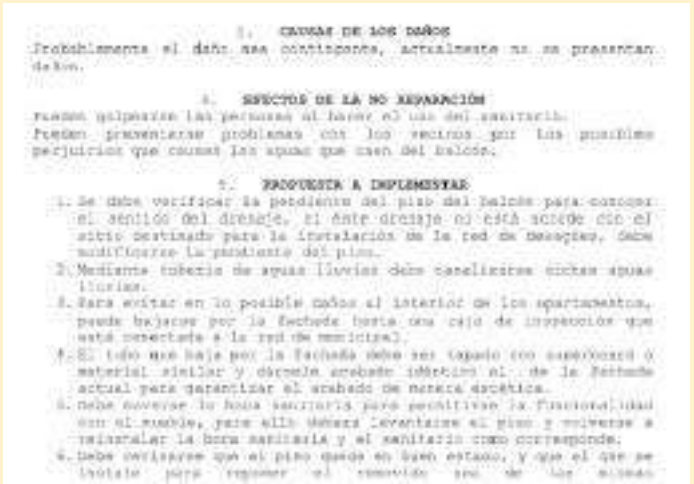
3.4 **REACCIÓN ENTRE LOS MATERIALES DEL MURO Y EL AGUA DEL SUBSUELO**: Como se observaron cristales posiblemente salinos, se puede presumir que los materiales utilizados en el relleno o en la mampostería tengan contenidos importantes de materia orgánica o de sales.

4. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN

4.1 **AFECTACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD**: La funcionalidad puede verse afectada considerablemente si los efectos que hoy se observan en un porcentaje importante del muro llegaren a invadir otro tanto importante de este. En dicho caso no solo se afectaría la estética sino también la salubridad ya que dicho ambiente es propicio para la aparición de hongos, bacterias y otros vectores que pueden repercutir en la salud humana.

4.2 **AFECTACIÓN DE LA ESTRUCTURA PORTANTE**: Si las aguas subterráneas en contacto con la edificación no llegan a verse adecuado puede

83. Peritaje por humedades en muro de contención



3. CAUSAS DE LOS DAÑOS

Probablemente el daño sea contiguente, actualmente no se presentan daños.

4. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN

Pueden golpearse las personas al hacer el uso del sanitario.
Pueden presentarse problemas con los vecinos por los posibles perjuicios que causen las aguas que caen del balcón.

5. PROPUESTA A IMPLEMENTAR

1. Se debe verificar la pendiente del piso del balcón para conocer el sentido del drenaje, si ante drenaje no está acorde con el sitio destinado para la instalación de la red de desagües, debe modificarse la pendiente del piso.
2. Mediante tubería de aguas lluvias debe canalizarse dichas aguas lluvias.
3. Para evitar en lo posible daños al interior de los apartamentos, puede bajarse por la fachada hasta una caja de inspección que está conectada a la red de municipal.
4. El tubo que baje por la fachada debe ser tapado con superboard o material similar y dársele acabado idéntico al de la fachada actual para garantizar el acabado de manera estética.
5. Debe moverse la boca sanitaria para permitirse la funcionalidad con el mueble, para ello deberá levantarse el piso y volverse a reinstalar la boca sanitaria y el sanitario como corresponde.
6. Debe verificarse que el piso quede en buen estado, y que el que se instale para reponer el removido sea de los mismos

84. Peritaje por humedades en balcón



3. DIAGNÓSTICO (ESTADO ACTUAL)

El diagnóstico realizado al conjunto Residencial Ciudadela Prado, es producto de la visita realizada por el departamento técnico de CONDECO y la aplicación de encuestas a los administradores, propietarios y residentes en Ciudadela Prado. Los problemas encontrados asociados a nivelación, se observa que son generales en todas la unidades de la urbanización:

1.1 **TALUD INESTABLE.** Se encontró que el talud ubicado al costado sur oriental de la portería de la Unidad Residencial etapa IV presenta falla local por erosión. La falla se presenta sobre un área de aproximadamente cien metros cuadrados (en planta), dicha falla es evidentemente superficial. Así mismo en las etapas II y III, también se observa falla en el talud.

1.2 **GRIETAS EN CERRACION DE LA PISCINA.** Se encontró que en todo el cerramiento de la piscina se agrecian grietas que indican un asentamiento diferencial hacia el costado occidental.

1.3 **EMPOZAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN CAJAS DE INSPECCIÓN.** Se encontró agua empozada en las cajas de inspección ubicadas en las vías internas de las cuatro etapas inspeccionadas en la Ciudadela Prado.

1.4 **PENDIENTE INVERSA EN LAS ALFAJÍAS.** Se observa que la pendiente de las alfajías de las ventanas quedó colocada hacia adentro, lo que ocasiona que el agua lluvia se dirija hacia la parte interior de los inmuebles.

1.5 **CHAFLANES EN MUROS DE CONOCIMIENTO.** Se observa la falta de chaflanes de mortero en los muros de contención, que permitan

85. Peritaje por daños en talud y piscina



1. INTRODUCCIÓN

El 21 de diciembre de 2010 fuimos contactados por el señor OSCAR JAIME TRUJILLO VILLEGAS, con el propósito de emitir un concepto Técnico de Ingeniería Civil y Asesoría Jurídica a cerca del estado actual del inmueble de la referencia.

El informe técnico jurídico que Ad streamia a continuación, está basado en la información suministrada por nuestro asesino, la visita de reconocimiento realizada por el departamento técnico de DERECHOS y el estudio de los documentos aportados.

Las posibles soluciones que se presentan en el informe de asesoría están basadas en el estudio de la información recopilada y se ajustan a la normatividad vigente aplicable al caso particular.

Quien nos consulta nos ha informado:

1 Que hace 13 años adquirió el inmueble mediante compra realizada a Bando S. A.N. y CONIMA.
2 Que el vendedor es el mismo constructor.
3 Que el apartamento presentó grietas en el piso y fue cambiado una vez por la firma constructora.
4 Que al colocar el piso nuevo debió hacerse el recorte del mueble de la cocina.
5 Que para la instalación del piso debió trasladarse a otro apartamento de propiedad de la firma constructora.
6 Que el nuevo piso instalado ha presentado fisuras, algunas por la misma parte de las anteriores.

86. Peritaje por responsabilidad civil contractual



4. CONCLUSIONES

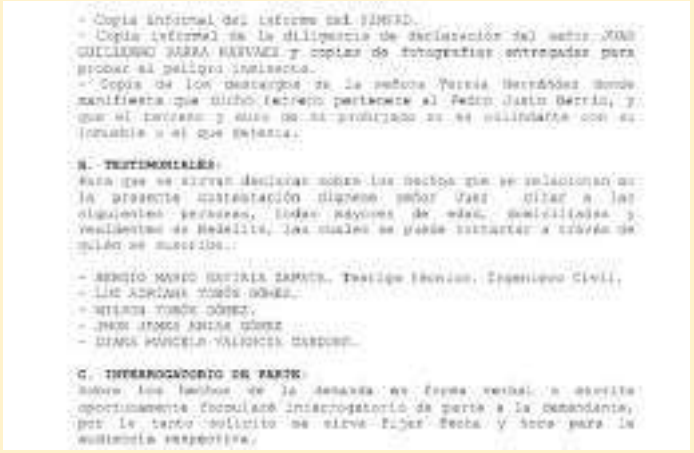
Se adelanta la construcción de una edificación contigua al inmueble ubicado en la carrera 34 Nº 45 B – 34, de la que puede afirmarse que existe una infracción a las normas de construcción, concretamente al acuerdo 30 de 1998, que se verifica mediante la construcción de unos vanos o ventanas de aproximadamente 60cm de altura por todo el largo de la construcción al límite con los linderos.

Lo anterior, dado que al no cumplirse con las respectivas servidumbres pactadas se constituyeron de la servidumbre de luz otorgada por el dueño del predio afectado, la cual no pudo haber otorgado la licencia de construcción, donde se aprobaron las ventanas hacia los linderos, a menos que se hubieran respetado las distancias o retiros, en tal forma que se obtuvieran patios o vacíos al interior de la edificación.

Así si la licencia hubiera aprobado los vanos o ventanas con los respectivos retiros se está incumpliendo la norma, debido a que no se está cumplimentado los retiros establecidos para la construcción de estos vanos y por lo tanto en ello radica la infracción a la norma urbana o a la licencia.

5. RECOMENDACIONES

87. Peritaje por incumplimiento de licencia urbanística y servidumbre de luz



- Copia informal del informe del IDIGER.
- Copia informal de la diligencia de declaración del señor JUAN GUILLERMO ZABALA ESTEVEZ y copias de fotografías entregadas para probar el peligro inminente.
- Copia de los descargos de la señora Teresa Hernández donde manifiesta que dicho terreno pertenece al Pedro Juan Garzón, y que el terraza y muro no se prolongan en se colindante con el inmueble o el que reclama.

B. TESTIMONIALES:
Para que se sirvan declarar sobre los hechos que se relacionan en la presente contestación dígnese señor Juez citar a las siguientes personas, todas mayores de edad, domiciliadas y residentes en Medellín, las cuales se puede notificar a través de quien se suscribe.

- SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA. Testigo técnico. Ingeniero Civil.
- LUZ ADRIANA TORÓN GÓMEZ.
- MILENA TORÓN GÓMEZ.
- JHON JAIRO ARIZA GÓMEZ
- DIANA MARCELA VALENCIA CARDONA.

C. INTERROGATORIO DE PARTE:
Sobre los hechos de la demanda en forma verbal o escrita oportunamente formularé interrogatorio de parte a la demandante, por lo tanto solicito se sirva fijar fecha y hora para la audiencia respectiva.

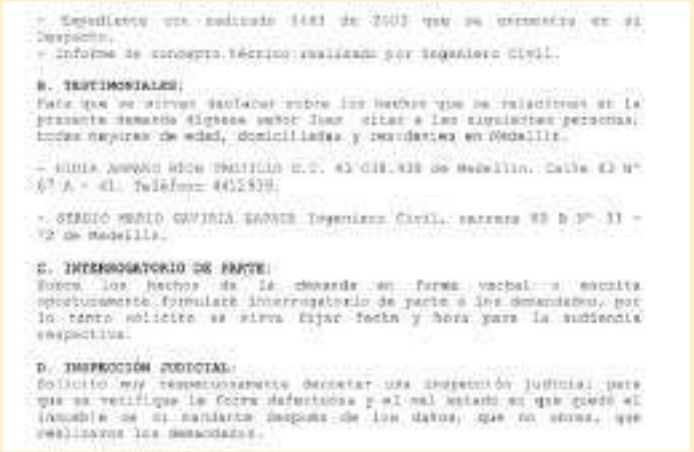
88. Experiencia como testigo técnico caso RCE



Respecto de la parte arquitectónica se tiene las siguientes quejas:

1. **PARQUEADEROS**: La disposición y conformación de los parqueaderos ubicados en el semisótano, contravienen las normas urbanísticas, no se cumple con el cúmulo de parqueaderos según las especificaciones para vivienda de tipo multifamiliar, en la zona donde a personas diferentes los usuarios utilizan un parqueadero improvisado, al cual se le puede dar un uso comercial limitado. Por acualtación visual, puedo decirse que los parqueaderos están construidos conforme a la licencia, destacando que la licencia misma no la que viola las normas urbanísticas.
2. **RAMPA DE ACCESO**: La rampa de acceso al semisótano, tiene una pendiente de aproximadamente 20% y sobresale del andén público en unos 30 cm sin afectar la funcionalidad de circulación del andén. Cada APARTE que dicha rampa como sólo constituida no contraviene la licencia, teniendo en cuenta que según los planos aprobados la rampa debe salir perpendicular al paramento 3 metros.
3. **ESCALAS DE ACCESO DEL SEMISOTANO AL PRIMER PISO**: Estas escalas en la actualidad no están conforme a la licencia otorgada, seguramente para cubrir un parqueadero en la zona donde en los planos aparecen cuatro cuartos útiles. Las escalas presentan buena funcionalidad y gracias al espacio para la que fueron construidas.
4. **CUARTOS ÚTILES EN SEMISÓTANO**: Se aprecia que los cuartos útiles del 1 al 4, indicados en los planos aprobados no están

89. Peritaje verificación del cumplimiento de las normas de construcción



- Expediente con radicado 5161 de 2003 que se encuentra en el Inspector.
- Informe de concepto técnico realizado por Ingeniero Civil.

B. TESTIMONIALES:
Para que se sirvan declarar sobre los hechos que se relacionan en la presente demanda dígnese señor Juez citar a las siguientes personas: todas mayores de edad, domiciliadas y residentes en Medellín.

- SILVIA ADRIANA ARIAS CASTILLO C.C. 43.018.438 de Medellín. Calle 63 Nº 67 A – 41. Teléfono: 4412939.

- SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA Ingeniero Civil, carrera 93 B Nº 31 – 72 de Medellín.

C. INTERROGATORIO DE PARTE:
Sobre los hechos de la demanda en forma verbal o escrita oportunamente formularé interrogatorio de parte a los demandados, por lo tanto solicito se sirva fijar fecha y hora para la audiencia respectiva.

D. INSPECCIÓN JUDICIAL:
Solicito muy respetuosamente decretar una inspección judicial para que se verifique la forma defectuosa y el mal estado en que quedó el inmueble de mi mandante después de los daños, que no obras, que realizaron los demandados.

90. Experiencia como testigo en caso de RCE



CASO	CONTACTO
Desarrollo de acuerdo conciliatorio con Constructora	Calixto Del Viento P.H.
Visita de la construcción y otros	Ciudadela Prado etapas 1 a 4 y zonas comunes.
Suspensión de obras sin el debido proceso	Jardín Jesús Izquierdo M.
Visita de la construcción y construcción viviendo irregular.	Edificio Jardines de Belén. Lina María Quintero Pedraz
Perjuicios ocasionados por construcciones vecinas	Edificio Antonia Lobo P.H.
Daños ocasionados por construcciones vecinas	Lina Ricardo Izquierdo Urdu. John Jairo Ramos V.
Expropiación ilegal de lote por Alcaldía de Envigado	Diego de Jesús Mejía
Asesoría en Propiedad Horizontal	Orlando Vargas Rivera y Roberto Calderón Castro
Asesoría en Propiedad Horizontal	Jaime Alberto Betancur Arango
Visita de la construcción	Distribuna Punto Peñarola S.A.
Visita de la construcción	Oscar Jaime Trujillo Villegas

91. Algunos antiguos clientes de peritaje



PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Humedades en las plataformas de parqueaderos, tales encontrados en la zona baja	**POSIBLES CAUSAS** • Principalmente atribuidas al tratamiento inadecuado de juntas y falta del drenaje apropiado • Las juntas, de las plataformas se ha interpuesto hacia vías diseñadas, generando grietas no programadas. • Las juntas de las plataformas inferiores las juntas con los elementos apropiados para evitar la filtración indeseable del agua y que además cumplan (no debidas) apropiada (sin respecto debe verificarse que esto el especial de mantenimiento de estos cumplan, si la entrega) el verdadero y el constructivo) • Defectos en las pendientes que garantizan el drenaje superficial de agua hacia los desagües. **POSIBLES SOLUCIONES** • En cuanto a las losas a la intemperie, deberá requerirse al ingeniero estructural del proyecto a fin de implementar nuevas juntas o la posibilidad de evaluar el refuerzo. • Deberá adecuarse las juntas con un material apropiado que garantice el rendimiento, elasticidad y durabilidad necesario en este tipo de dolor en combradores. Las juntas que funcionen como drenaje deberán acondicionarse para facilitar su mantenimiento, mejorar su eficiencia y garantizar la apariencia estética • Las losas con problemas de estanqueidad en agua no programado deben cumplirse con un nuevo manteni para el efecto se deberá consultar al Ingeniero Estructural para que apruebe si se vierte sobre el se siente o si debe hacerse una intervención previa, y demás recomendaciones pertinentes. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • El problema estético de las juntas no programadas es evidente, a ello se le suma la dificultad para el mantenimiento por la inaccesibilidad de la grieta con lo que se aumenta el riesgo de filtraciones. Las filtraciones además de afectar la habitabilidad y funcionamiento también pueden generar deterioro excesivo de los elementos estructurales y de los vehículos que albergan. • Las juntas abiertas con materiales inapropiados aumentan las posibilidades de filtraciones indeseables que afectan la funcionalidad, seguridad y confort. • Los empozamientos no programados de las losas generan humedades que además de afectar la funcionalidad y el confort, deterioran más y progresivamente la capacidad estructural de los elementos

92. Dictamen pericial por humedades en parqueaderos



Agrietamiento y desprendimiento en pavimento en el límite entre las dos torres	**POSIBLES CAUSAS** • Falta de conformidad laboral mediante el proceso de contención • Humedad excesiva en la masa de suelo que genera empujes laterales adicionales **POSIBLES SOLUCIONES** • Construcción de muro de contención con estudio que no afecte la estética del conjunto. Debe tener obras para procesos de elementos de drenaje apropiados **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Aumento de la grieta hasta tal vez con el pequeño colapso. El agua que se infiltra por la grieta causa daños en mas el terreno que sirve de soporte lateral a la vía interna • Posible aparición de grietas en otras secciones de la vía interna
Hundimiento en andén en torno de vía que une las dos torres	**POSIBLES CAUSAS** • Mal cierre en el cuerpo de fundación de la acera • Mal cierre compactación del material que rodea el concreto de andén **POSIBLES SOLUCIONES** • Demolición de las franjas afectadas, retiro del material de fundación e deficiente, ubicación del nuevo material debidamente compactado y fundición del concreto de las franjas afectadas **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Afectación de la estética afectando la apariencia de las viviendas
Filtraciones en sótano del semisótano	**POSIBLES CAUSAS** • Contenido orgánico del material constitutivo de las juntas • Incumplimiento de la norma NTC correspondiente a las piezas de ladrillo de arcilla cocida • Fisuración de las vigas ocasionadas por la presión ante una vez el agua del terreno de juego **POSIBLES SOLUCIONES** • Limpieza del ladrillo mediante ácido para luego proceder a su fabricación • Utilización en la impresión de un contenedor de sales **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Se afecta la estética deteriorando la propiedad • Aumento de los costos de mantenimiento

93. Informe patológico en pavimentos y zonas comunes



6.3 CUADRO DE ÁREAS Y COEFICIENTES DE COPROPIEDAD

APTO/PARQ.	ÁREAS EN PLANOS (PRIVADO) CONST.	TERRAZAS	PARQ./ETC.	ÁREAS MEDIDAS (PRIVADO) CONST.	TERRAZAS	PARQ./ETC.	COEFICIENTE P.H. EN PLANOS	MEDIDO	DIFERENCIA
201	80.61	15.57		82.80	16.55		2.97%	3.06%	3.18%
202	68.36	21.29		69.61	20.76		2.60%	2.68%	3.62%
203	80.82	29.21		82.40	17.42		3.01%	3.01%	-2.82%
301	74.91	5.37		75.09	5.71		2.69%	2.71%	1.35%
302	43.62	6.27		43.79	6.36		1.59%	1.61%	0.93%
303	98.59	10.24		97.76	9.70		3.60%	3.54%	-1.63%
401	74.91			73.48			2.66%	2.66%	0.06%
402	68.29			64.78			1.96%	1.96%	-4.58%
403	68.80			80.61			3.12%	3.06%	-1.36%
501	74.91			75.46			2.66%	2.66%	0.06%
502	65.29			64.78			1.96%	1.96%	-4.58%
503	68.80			80.61			3.12%	3.06%	-1.36%
601	74.91			75.46			2.66%	2.66%	0.06%
602	65.29			64.78			1.96%	1.96%	-4.58%
603	68.80			80.61			3.12%	3.06%	-1.36%
701	74.91			75.46			2.66%	2.66%	0.06%
702	65.29			64.78			1.96%	1.96%	-4.58%
703	68.80			80.61			3.12%	3.06%	-1.36%
801	74.91			75.46			2.66%	2.66%	0.06%
802	65.29			64.78			1.96%	1.96%	-4.58%
803	68.80			80.61			3.12%	3.06%	-1.36%
901	74.91			73.80			2.66%	2.66%	1.27%

94. Experiencia en cálculo de coeficientes de copropiedad



PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Fisuras en mampostería tanto en muros y antepechos de losas sobre garajes/viviendas y tales colgantes de la vivienda.	**POSIBLES CAUSAS** • Ejecución en zona de construcción **POSIBLES SOLUCIONES** • Debe realizarse dejando una revisión para garantizar una adecuada apariencia estética **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Por ingreso de una junta de construcción no ofrece peligro siempre el punto de vista estructural, se adapte la apariencia, si se deja en cambio se la puede ser deberá evidenciarse un profesional para que la monitoree y de ser el caso proponga las observaciones al respecto.
Humedades en la zona del muro del garaje de la casa 5	**POSIBLES CAUSAS** • Falta de relleno adecuado entre la edificación en la cuenta ALVARECOPAR y la vivienda, dejando dentro el agua por aquella existente • Falta de canalización de las aguas que recorren por el antejardín • Colmatación del filtro que posteriormente ocasionaría en la urbanización cerrada por el exceso de caudal de agua que generaría inundación **POSIBLES SOLUCIONES** • Primero se debe asegurar que la zona entre las edificaciones cuenta con una buena y suficiente cota, elementos extraños que dentro que el agua fluya normal por la zona, asegurándola y evacuándola hasta la red de aguas fluviales • Como alternativa adicional puede impermeabilizarse dicho muro por su cara a la vista utilizando morteros impermeabilizantes o cualquier otro producto que el fabricante ofrezca garantía **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Siguen apareciendo humedades que aumentan la apariencia estética y deterioran la propiedad. • Deterioro acelerado de los materiales que conforman las elementos estructurales y no es estructurales. • Levado de los frisos de suelos por el humedecimiento de pendientes de el segundo piso.

En la edificación VICINO se encontraron las siguientes patologías:



5.2 HIPÓTESIS RESPECTO A LOS VICIOS CONSTRUCTIVOS

5.2.1 La constructora adujo reparar las escalas en acceso a los apartamentos, las cuales aún presentan vicios constructivos.

5.2.2 Las escalas que se proponen en los planos arquitectónicos relacionados con la respectiva licencia de construcción son en concreto según la que se aprecia en los cortes de los planos arquitectónicos.

5.2.3 Durante el trámite de licencia de construcción, la Curaduría Urbana no solicitó al constructor el diseño de alemería ni estructurales, en especial el de las escalas.

5.2.4 Según las memorias de cálculos, a folio 244 del cuaderno de Curaduría Urbana, la separación obligatoria entre edificaciones vecinas debe ser de 8.15 metros (10 centímetros).

5.3 HIPÓTESIS RESPECTO DE LOS VICIOS URBANÍSTICOS

5.3.1 La Urbanización Ciudadela Nazareth fue aprobada mediante resolución 3010 - 10- 2008 de la Curaduría Primera de Envigado.

5.3.2 La Urbanización Ciudadela Nazareth fue recibida parcialmente por la Secretaría de Planeación del municipio de Envigado, el 31 de agosto de 2016, mediante resolución 750.

5.3.3 En los documentos aportados por el solicitante de la asesoría

7. VIABILIDAD DEL ENCLAVE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO CONSTRUCTIVO

7.1 VIABILIDAD DE INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA

De manera clara se puede afirmar que es viable la integración de las oficinas desde la vista arquitectónica.

Esta integración implica la demolición del muro común de las oficinas sin intervenir el muro que compone el núcleo (conducto que contiene tuberías comunes) ubicado en uno de los baños.

Esta integración tampoco implica necesariamente que la oficina del interior 604 colinde cerca del muro común debe correctivo en una zona libre que permita el tránsito cómodo entre la 604 y la 603.

7.2 VIABILIDAD EN CUANTO A LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

Haciendo la salvedad que no se conocieron planos estructurales; lo más seguro es que el muro común tenga la simple característica de ser divisorio y no estructural (este aspecto se verificará una vez sean suministrados los planos estructurales).

Desde hace y continuamente una revisión somera al tema estructural, y con el ánimo de proponer por aquellos ajustes y precisiones que garanticen seguridad para los propietarios y vecinos, de manera grave y muy respetuosa, se presentan las siguientes observaciones:

1. **La concepción estructural de la propuesta de intervención, en general, es adecuada.**
2. Es necesario que se complementen las memorias de cálculo con la descriptiva, en una escrita, de la intervención, mencionando en que consiste, (CSP-A.1.3.3.
3. El parecer es en cuanto en cuanto de la propuesta de intervención al sótano existente.
4. Por la importancia y riesgo de la intervención estructural se necesitan complementar las memorias estructurales.
5. **Existe divergencia entre la sección de la columna típica indicada en los planos y la indicada en las memorias de cálculos.**
6. Existe divergencia entre el número de pisos de la edificación indicado en los planos (6) y el indicado en las memorias (5).
7. **Es necesario detallar como será la intervención de las vigas radiantes. Las nuevas vigas de reforzamiento. Por la importancia de este aspecto es importante se acrediten en detalles como conectores de cortante, preparación e indicación de la superficie de apoyo, determinar si las vigas irán colgadas o embebidas en la losa (como dijo el Ingeniero Residente), eventual utilización de mortero autonivelante, entre otras precisiones pertinentes.**
8. Por la seguridad y valor de intervención (demolición del sistema estructural) debe reevaluarse porque se tomó un valor

Elementos no parte estructural (muros)	**POSIBLES CAUSAS** • Humedad de tipo capilar ascendente (vasos comunicantes) no hay barrera efectiva de capa. Deficiencias en los drenajes por mala programación en tubería de la losa, construcción en el momento (ver Folio N° 24 – 30). **POSIBLES SOLUCIONES** • Realizar el retiro para eliminar las condiciones de la losa estructural. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Procedimiento costoso por daño en acabados, con el tiempo puede especular en desintegración de los materiales que hacen parte de la composición de la obra.
Mal funcionamiento de redes hidráulicas	**POSIBLES CAUSAS** • Se encuentran deterioradas en el piso de hormigón en el sótano del inmueble debido en la cantera (Ø N°01 – 02 por deficiente técnica constructiva. **POSIBLES SOLUCIONES** • Picar el hormigón existente y reconstruirlo nuevamente, empleando acondicionador (tintas y pintas). **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Mala apariencia estética
Exposición del concreto con afectación visible (particulas)	**POSIBLES CAUSAS** • El vaciado del concreto existe que se contruye mostró síntomas en agua/cemento bajo "Concentrados" **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** Se presenta una exposición a particulares a la propiedad por invasión del ambiente, el hierro pudiera las fisuras a estudio anterior.
Expresión problemas estructurales	• Si se observan que más síntomas por insuficiencia en las fundaciones

6.4 INVENTARIO DE NORMAS URBANÍSTICAS INCUMPLIDAS

6.3 PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS SEÑALADAS EN LA VISITA TÉCNICA, CAUSAS, SOLUCIONES Y EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN

Durante la visita técnica el representante de la Corporación señala algunas patologías específicas que motivaron la consulta.

Dentro de dichas patologías se observaron:

PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Elementos presentan con acabado en óptimo	**POSIBLES CAUSAS** • Filtración de las juntas del sótano con material de bajas especificaciones técnicas • Primera entrada de deterioro en el acabado en la pared y losa hidrogenación (a la entrada). • Se agrieta esta deficiencia en un 25% de la manipostería a la vista de pocas centavos. Esto, la vez no la protección del material de las estructuras. **POSIBLES SOLUCIONES** • Cambio de las juntas más afectadas hasta de la fachada para retirar todo los concreto y elementos inadecuados superficiales para colocar adecuado del hormigón. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Deterioro progresivo de la manipostería a la vista. Con ello se deteriora la capa superficial de las piezas (ladrillo) al deterioro es inferiores. • Costo elevado en las piezas de manipostería bajo no se incluyen la hidrogenación pero el costo de la viga. • Deterioro progresivo de la manipostería a eventual pequeños sobres deteriores.
Placa en concreto en el cuarto (Armadura G)	**POSIBLES CAUSAS** • Asentamiento diferencial de la cimentación • Corrosión a barra dígita deficiente • Falta de separación apropiada entre los elementos estructurales (la estructural y los elementos no estructurales con este caso, muros de carga.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

aledaño al Conjunto Residencial Castelobianco P.H., específicamente al costado occidental, se construya el Centro Comercial Samafá.

Para la construcción de dicho complejo comercial se necesitaba la implementación de obras de protección y de seguridad sobre un talud de altura importante ubicado en el costado oriental del lote de terreno del proyecto mencionado.

En palabras del mismo constructor, las obras de protección consistían: *"fue anclajes necesarios para la estabilización de los muros permanentes de la obra, por estabilidad y estabilidad del suelo aledaños tanto al centro comercial como a la unidad residencial"*.

Estos anclajes implican presiones sobre la masa de suelo, generando desplazamiento de la masa de agua contenida en el suelo del área aledaña a los trabajos.

El desplazamiento de la masa de agua también implica desplazamiento de las partículas sólo (finos del suelo, disueltas en dicho fluido).

El desplazamiento de la masa de agua y suelo se evidencia con el hecho de pasturo desde el suelo hacia la superficie del terreno atravesando paso por las zonas más débiles del suelo en forma de chorro, evidenciándose alturas de hasta con (3) metros.

CONCLUSIONES

- Existen abundantes evidencias del asentamiento de suelo de cimentación a causa de las obras del proyecto Samafá. Estas evidencias se han presentado en los elementos no estructurales de mayor fragilidad, principalmente.
- **Dichas evidencias no indican, aún, comprometerán estructurales que pongan en peligro la estabilidad del edificio.**
- De manera inmediata debe solicitarse a los constructores del proyecto Samafá que procedan a la reparación técnica de la columna de pizarro el desencadenamiento, previa propuesta de reforzamiento que sea sea aprobada por DERECHO DE LA CONSTRUCCIÓN S.A.

RECOMENDACIONES

- Los copropietarios del Conjunto deben permanecer vigilantes, monitoreando de manera permanente la aparición de nuevas grietas o fisuras, dejando un registro fílmico o fotográfico.
- Hacer la aparición de cualquier otro signo (goteras, desprendimiento, otro tipo) en cualquier otro elemento estructural (vigas, columnas o losas) debe dejarse parte a la autoridad competente (PERSONERÍA DE MEDELLÍN – SIMAR) para que emita el concepto correspondiente y tomar acciones de carácter inmediato.



Empozamiento en terrazas	**POSIBLES CAUSAS** • Deficiencia en las pendientes de la superficie para conducir el flujo hasta el desagüe. • Las terrazas para instalaciones deben estar privadas, alejadas de la bóa estética o cubiertas una sistema de impermeabilización, en ca que ésta que resulta el uso peatonal. • Deficiencia constructiva en la instalación del nuevo sellado. **POSIBLES SOLUCIONES** • Mejorar la superficie adecuadamente mediante un mortero cementante, previa preparación de la superficie. Se debe asesorar con el Ingeniero Estructural del proyecto respecto a los cargas del material de nivelación aplicados y del peso máximo admisible y las holguras del diseño. • Construcción de los respectivos medios de flujo. • Instalación de nuevo sellado o otro sistema de impermeabilización adecuado, consultar especialmente con el Ingeniero Estructural y los antecedentes. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Problemas de habitabilidad en el apartamento debajo de la losa por la humedad que provoca deterioro en la salud humana y en la apariencia estética de la unidad de vivienda. • Con el tiempo, la humedad genera problemas estructurales por la corrosión del acero de refuerzo.
Humedades en muros de fachada por fallas en juntas de dilatación, juntas de revestimientos cerámicos y de ventanería	**POSIBLES CAUSAS** • Falta del drenaje horizontal en el encuentro entre la losa. • Falta del drenaje agregado en las zonas cercanas de la losa que evitan la entrada de agua. **POSIBLES SOLUCIONES** • Aprovisionar de drenaje aprovechando las viga. • Aprovisionar de drenaje aprovechando la zona en voladizos de la viga. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Deterioro prematuro del cableado en contacto con la humedad. • Daños irreparables en los redes de telefonía y energía. • Incendios provocados por fallo circuito. • Deficiencia total o parcial en el servicio de telefonía y energía.
	POSIBLES CAUSAS • Insuficiencia en la base de soporte de los elementos de concreto.



6.1 VICIOS CONSTRUCTIVOS SEÑALADOS EN LA VISITA TÉCNICA. CAUSAS, SOLUCIONES Y EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN

Durante la visita técnica al conjuntamente con, diversa serie especies patologías específicas que motivaron la consulta.

Dentro de dichas patologías se observaron:

PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Empozamiento en pisos de terraza	**POSIBLES CAUSAS** • Inadecuada y mal ubicada red externa de drenaje de aguas lluvias y negras. **POSIBLES SOLUCIONES** • Corrección del sistema de drenajes y reparcheo/pintura de las zapatas. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • En el corto plazo la humedad reconocida puede llegar a inutilizar los acabados constructivos de la edificación existente.
Obstrucción en tuberías	**POSIBLES CAUSAS** • Falta de sistema de ventilación. • Uso de aparatos sanitarios sin sifones de aguas lluvia. **POSIBLES SOLUCIONES** • Implementación de un sistema de ventilación. • Corrección de aparatos sanitarios conectados al sistema de aguas negras. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Taponar de manera permanente. • Usarlo menos.
Fisuras de fachada por los drenajes	**POSIBLES CAUSAS** • Inadecuado de los elementos del sistema de drenajes. • Obstrucciones en el sistema de drenajes. **POSIBLES SOLUCIONES** • Mejorar o cambiar el sistema de drenajes y ventilación. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Taponar de forma permanente.



Referencia: **Ciegues estructural de los paneles de Cerbada instalados en el edificio Atlántico**

Atento saludo.

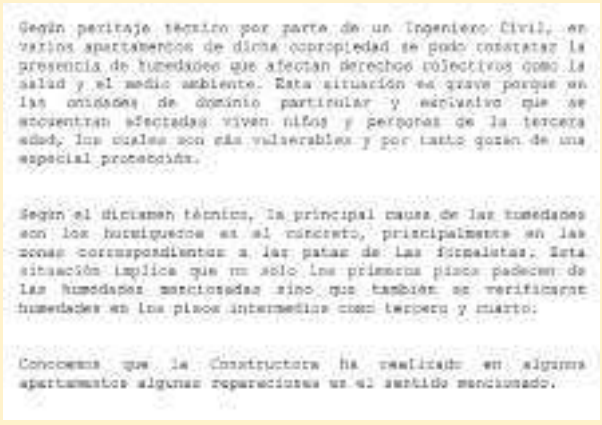
A solicitud del Ingeniero Henry Garcia se procedió al ciegues estructural de los paneles del sistema drywall que conforma de Cerbada al edificio de la referencia, a continuación me permito el resultado.

DESCRIPCIÓN DEL PANEL A ANALIZAR

Se trata de una Cerbada del sistema drywall conformada con estructura metálica y placas en ambas caras, la exterior en especificación espesor 12 mm y la cara en placa de yeso con espesor 12 mm. Esta Cerbada se instalado en los pisos 8, 9 y 10 de un edificio ubicado en el barrio el poblado.

El tratamiento de elementos no estructurales en los cuales no se ha especificado el grado de desempeño, según las prestaciones de las Normas Sismo Resistentes Colombianas sobre de obtendrán que el grado de desempeño previsto será GRAD.

La estructura de esta fachada está conformada por parales verticales con referencia M2045-24 los cuales fijia técnica empotrados mediante un perfil tipo U a las entregapisos superior e inferior. Estos parales están espaciados cada 400 milímetros.



Según peritaje técnico por parte de un Ingeniero Civil, en varios apartamentos de dicha copropiedad se pudo constatar la presencia de humedades que afectan derechos colectivos como la salud y el medio ambiente. Esta situación es grave porque en las unidades de dominio particular y exclusivo que se encuentran afectadas viven niños y personas de la tercera edad, los cuales son más vulnerables y por tanto gozan de una especial protección.

Según el dictamen técnico, la principal causa de las humedades son los hormigueros en el concreto, principalmente en las zonas correspondientes a las patas de las formaletas. Esta situación implica que no solo los primeros pisos padecen de las humedades mencionadas sino que también se verificaron humedades en los pisos intermedios como tercero y cuarto.

Conocemos que la Constructora ha realizado en algunos apartamentos algunas reparaciones en el sentido mencionado.



PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Falta de drenaje adecuado en zonas cubiertas de torres 3 y 8	**POSIBLES CAUSAS** • Incorrecta planeación y construcción del sistema de drenaje externo. **POSIBLES SOLUCIONES** • Construcción de filtros y elementos complementarios del sistema de drenaje superficial. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Dificultades para el disfrute de las zonas afectadas.
Objetos que obstaculizan adecuadamente en el piso.	**POSIBLES CAUSAS** • Incorrecta planeación y construcción del sistema de alcantarillado. **POSIBLES SOLUCIONES** • Adecuación del sistema de alcantarillado y conexión a la red pública. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Dificultades para el disfrute en zonas afectadas.
Falta de drenaje agregado en el campo natural	**POSIBLES CAUSAS** • Incorrecta planeación y construcción del sistema de drenaje externo. **POSIBLES SOLUCIONES** • Construcción de filtros y elementos complementarios del sistema de drenaje superficial. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Aboca la deterioro fundamentales las obra y construcción. • Dificultades para el disfrute en las zonas afectadas.
Humedad de cimiento independientes humedades de la construcción	**POSIBLES CAUSAS** • Inadecuada planeación y construcción del sistema de alcantarillado sanitario. **POSIBLES SOLUCIONES** • Adecuación de los respectivos circuitos. **EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN** • Problemas de contaminación en ella. • Mayor gasto de servicios públicos por consumo de energía el estar humedas afectadamente áreas previstas de iluminación natural.



Señores
EDIFICIO ESMERALDA DE PALMIRA P.H.
ASUNTO: DE ADMINISTRACIÓN
montagnesjatar2011@yahoo.com

Cordial saludo.

Atendiendo que la copropiedad escogió la modalidad de construcción mutual, que efectivamente así sucedió, por cortesía presentamos un informe técnico de los averiguaciones encontradas en la visita técnica realizada un día de hoy a la copropiedad con relación a las patologías en áreas comunes y privadas.

DIAGNÓSTICO

En la visita técnica se evidenció la presencia de grietas y fisuras en los elementos no estructurales (muros, pisos y cielos) del primer y segundo nivel de apartamentos. Estas patologías serían ocasionado el asentamiento del suelo de soporte de la estructura. Dicho asentamiento pudo propiciarse debido al movimiento de tierras y cargas de apoyo superficiales que se dio con motivo de la construcción del proyecto Nuevo conglomerados mutual. Aunque no se tuvo acceso a los registros de cimientos de fisuras y grietas, se deja expreso constancia que a la fecha de visita no se encontraron indicios de patologías estructurales que sugieran inestabilidad estructural.

A dicha situación pueden acuerdos la circunstancia de contar la edificación con pocas distancias entre columnas de medianeras a



ENCHARCAMIENTO EN ZONAS VERDES

SINONIMOS. En las zonas verdes, verdines zonas privadas, se presenta un encharcamiento excesivo que evita su natural disfrute. La causa de dicho anormalidad es la falta de elementos de drenaje que permita la rápida evacuación de las aguas de escorrentía.
SOLUCIÓN PROPUESTA. Como solución se propone la implementación de un muro divisorio de material prefabricado con protección mediante geotextil, conectado correctamente a la red de aguas lluvias. Sobre dicho muro divisorio se orientaría la grama. El sistema de drenaje que se implemente debe garantizar una vida útil de diseño 20 años. Adicionalmente al muro divisorio se debe implementar un sistema de control que atienda las aguas provenientes del talud aledaño.

FALTA DE CAPACIDAD EN DESAGÜE CONEX TIPO CAÑUELA

SINONIMOS. La cañuela ubicada en la zona posterior del inmueble está entorpecida a una caja desarenadora, que a su vez está conectada a una cañuela de aguas lluvias de 3 o 4 pulgadas. Dicha tubería es bastante insuficiente para un área tributaria de aproximadamente 200 metros cuadrados. Para incrementarla aunque la inundación de las zonas privadas es la casa [5].

SOLUCIÓN PROPUESTA. Conectar a la caja desarenadora una tubería de diámetro suficiente.



6.3 PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS SEÑALADAS EN LA VISITA TÉCNICA, CAUSAS, SOLUCIONES Y EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN

Durante la visita técnica al representante de la propuesta señaló algunas patologías específicas que motivaron la consulta.

Dentro de dichas patologías se encuentran:

PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Sistema pluvial de la quebrada de la ladera	POSIBLES CAUSAS • Falta de limpieza y mantenimiento de la ladera. POSIBLES SOLUCIONES • Limpieza de la ladera con implementos o similar para posteriormente aplicar fertilizar. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Deterioro paisajístico de la ladera y afectaciones de la vegetación.
Procedimiento inadecuado en las cuentas (días 5 al 15	POSIBLES CAUSAS • Ingreso vehicular de forma inadecuada. • Falta de control de velocidad y señalización para peatones y vehículos. POSIBLES SOLUCIONES • Implementación de bolardos para controlar el ingreso vehicular. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Posible fisuración de las cuentas por la inestabilidad de suelo en caso de un movimiento sísmico de gran magnitud. • Daños a los vehículos parqueados en las cuentas (días) principalmente los de mayor.
Inundación de parqueaderos por falta de cubierta en zona de estacionamiento	POSIBLES CAUSAS • Falta de cubierta en zona de parqueo. POSIBLES SOLUCIONES • Implementación de cubierta en policarbonato o similar. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Posibles afectaciones a los vehículos parqueados y deterioro de la propiedad.
Edificación no cuenta con sistema de evacuación de aguas lluvias	POSIBLES CAUSAS • Falta de conocimiento por parte de la constructora. POSIBLES SOLUCIONES • Implementación de sistema de evacuación de aguas lluvias. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Deterioro de la propiedad.



Falta de parqueaderos de visitantes, todos son privados.	• Se incumple el artículo 21 del Acuerdo 06 de 1990, que ordena un parqueadero de visitantes por cada tres unidades de vivienda, o que se traduce en siete parqueaderos para visitantes. • El incumplimiento no deriva en la cantidad total de parqueaderos sino en la venta de algunos que deberían tener el carácter de públicos.
Sitio de almacenamiento de basuras	• Según el artículo 152 del acuerdo 28 de 1989, (numeral 4), para el almacenamiento de basuras se necesitaría un cuarto con capacidad para almacenar 8 canecas de 55 galones (200 litros). Se incumple. • Las características de los sitios de almacenamiento están mencionadas en el artículo 151 Idem. Se incumple.
Área común sola	• Se incumple el índice de construcción.
Acceso de discapacitados a zonas comunes (6), piscina).	• Este aspecto es incumplido por el Constructor de Torre Ballenatos. • NSR-98 (Decreto 33 de 1998), numeral K.3.2.7. Ordenanza de renovación para discapacitados. (...) *Cuando se proyecte se refiere o componga de edificios o instalaciones que constituyan un complejo arquitectónico, tal se proyectará y construirá en condiciones que permitan en todo caso, la accesibilidad de las personas discapacitadas a las diferentes dependencias e instalaciones complementarias.* (...) En el mismo sentido se manifiesta el parágrafo del artículo 46 de la Ley 361 de 1997. • Ley 361 de 1997. Artículo 43 y siguientes. • Decreto Reglamentario 1538 de 2005. • Ley 762 de 2002. Por medio de la cual se aprueba la "Convención Interamericana para la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra las Personas con Discapacidad", suscrita en la ciudad de Guatemala, Guatemala, el día 7 (7) de la de mil novecientos noventa y nueve (1999)"



Ubicación	*ubicados principal en puertas y ventanas, pero específicamente el área del cuarto (empleado o visitante del apartamento al momento ubicado a sus dimensiones (...).* • Debe verificarse en vilo a el vidrio utilizado por la constructora cumplir con dichas exigencias.
Dimensiones inadecuadas en cuarto de basuras	• La dimensión encontrada fue 2.40 metros y la requerimiento es de 3.20 según el Acuerdo 28 de 1989.
No entregaron documentos de garantía de las instalaciones y equipos, como ordena la Ley 675	• Se incumple artículo 24 de la Ley 675 de 2001
Falta de trabajos adicionales en las zonas	• Se incumple normatividad de ensuche
Falta de desagüe y sistema contra incendios en la cubierta	• Se incumple artículo 140 de Acuerdo 28 de 1989. ARTÍCULO 140. Cuarto para subestaciones de energía. En el área destinada exclusivamente a la colocación de los equipos de medida, los elementos de protección generales y los transformadores que posean un requerido para esta edificación. Estas piezas son ubicadas en algunas columnas o en áreas libres o a la emergencia. Normas generales (...) 4. Las subestaciones deben estar dotadas de: - Iluminación e ventilación adecuada. - Señalización y avisos de peligro cerca al acceso de la subestación. - Extintores y tomas de seguridad contra incendios. - Un desagüe adecuado, para evitar que cualquier acumulación de agua o aceite (...)



	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Deterioro paisajístico de la ladera y afectaciones de la vegetación.
Inundación de parqueaderos por falta de cubierta en zona de estacionamiento	POSIBLES CAUSAS • Falta de cubierta en zona de parqueo. POSIBLES SOLUCIONES • Implementación de cubierta en policarbonato o similar. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Posibles afectaciones a los vehículos parqueados y deterioro de la propiedad.
Diseño geométrico no cumple satélites de rampa	POSIBLES CAUSAS • Utilización de materiales de calidad insuficiente y con espesor inadecuado. • Cuentas sobre pendientes que propician el encharcamiento. POSIBLES SOLUCIONES • Adecuación de las pendientes y renivelación de un sistema de impermeabilización adecuado. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Apertura de grietas y humedades. • Deterioro de cubiertas livianas. • Problemas estructurales en el largo plazo.
Humedades en cubierta	POSIBLES CAUSAS • Falta de impermeabilidad en la estructura de la cubierta y losa/muro aplicados. • Instalación de antigua sin impermeabilizar. POSIBLES SOLUCIONES • Aplicación de material de impermeabilización en la estructura de cubierta, tanto en cubierta inclinada como en losa plana. Tener en cuenta especificaciones y casos diferentes. EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Deterioro de cubiertas livianas. • Deterioro de la estructura.



Carrera 4
LORENA PALACIO
Ing. Jefatura de Cimientos
Carrera 14 # 4n. 43 A sur — 50
Envigado (Ant.)

Referencia: Informe técnico Única de Construcción en muro de CONTENCIÓN VECINA A CASA 128

Atento saludo:

El día 9 de marzo de 2009 se realizo visita técnica a la Urbanización Torres de Claraval con el propósito de verificar si la forma que presenta el muro de contención vecino a la casa 128 presenta algún tipo de patología que ponga en peligro la estabilidad o integridad de tal estructura de contención o la de edificaciones vecinas.

Directamente en el sitio se pudo constatar que no se trata de una grieta o fisura sino de una junta vertical, indicada en la construcción, que no presenta ningún tipo de evidencia de comportamientos anormales.



PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Construcción antitécnica de los muros en la línea de colindancia entre los predios Edificio Balcones de Santiago.	POSIBLES CAUSAS • Posiblemente por construcción antitécnica en la época de las propiedades
	POSIBLES SOLUCIONES • Retiro de los elementos actuales, que tienen peligro inminente e implementación de una Lona con la funcionalidad y estética propia de estos elementos
	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Desvalorización de la propiedad ante la falta de estética • Mayores costos al momento de realizar los mantenimientos a la cubierta
Filtraciones por paso de agua	POSIBLES CAUSAS • desmantelamiento parcial del Edificio Balcones de Santiago
	POSIBLES SOLUCIONES • Realizar mantenimiento de manera técnica
	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Deficiencias estética externa
Grietas en los muros deficiente	POSIBLES CAUSAS • desmantelamiento del Edificio Balcones de Santiago • Trabajos en el techo para impermeabilizar
	POSIBLES SOLUCIONES • Levantar tapa en la parte afectada, corrección de la humedad (verificar causa) y reparación de la misma.
	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Deficiencia progresiva de los bienes en contacto con la humedad
Fisuras con humedades en la zona de sauna y baja continua	POSIBLES CAUSAS • Deficiente ventilación de baño general.
	POSIBLES SOLUCIONES • Corrección en las causas y soluciones
	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Deficiencia progresiva de los bienes en contacto con la humedad



PATOLOGÍA	CAUSAS / SOLUCIONES / EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN
Falta de cubierta sobre los balcones de algunos pisos	POSIBLES CAUSAS • Decisión técnica arquitectónica
	POSIBLES SOLUCIONES • Instalar una nueva cubierta de cubierta, un armazón metálico por ir anclando. Debe tenerse de presente que la licencia de construcción no contempló ninguna cubierta para ninguno de los balcones, tanto los encontrados como los demolidos • Para evitar las filtraciones de las aguas lluvias en el piso de voladizo se sella de escapamiento del agua del material mientras se puede aplicar un material estético y privarlo de mantenimiento particular. Para evitar daños privilegiar la opinión estética de los otros elementos y la estética.
	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Incremento progresivo del daño de voladizo y de la estructura a la humedad constante de cuando en ocasionando voladizos en el nivel 2 del sótano C / C / del Reglamento NSR-98, para acceder siguiente a la siguiente • La estructura con humedad deteriorada e inquieta tiene que ver con la falta de mantenimiento y impermeabilización de la cubierta de voladizo en los balcones.
Deficiencia, pendiente de fachadas	POSIBLES CAUSAS • Deficiencia en el procedimiento de vaciado o fraguado en. • Constructivo en fases superiores de algunos.
	POSIBLES SOLUCIONES • Vaciado o fraguado en.
	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Daño progresivo de las fachadas. • Desvalorización de la propiedad
Grietas en placa de la zona de humedad, cercas de las escaleras y la cocina	POSIBLES CAUSAS • Asentamiento del suelo de base
	POSIBLES SOLUCIONES • Demoler y volver correspondiente. Rellenar de agua viva y picados de concentración • Evaluar tratamiento con material estable y no reducir el material que afecta la erosión • Dotar de apoyo en terrazas del nivel de voladizos y cubrir con las planchas de agua tengan adecuado uso.
	EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN • Empuje de agua con la placa sea cubierta, microfisuras e agrietamiento • la cubierta genera humedades incrementa. • Puedan generarse asentos horizontales sobre el resto de cimentación

6. DIAGNOSTICO TÉCNICO

6.1 RESPECTO DE LAS FALLAS OBSERVADAS CERCANAS AL INMUEBLE

Según los documentos antes relacionados, se evidencia que el Conjunto Residencial Valmonte II sufrió en una zona de amenaza alta ATA, existencia comprobada de varias fallas geológicas.

En tal contexto, el solo hecho que se trate de suprimir tal afectación, *per se*, no implica riesgo cierto en materia de alguna relevancia, pero sí se ve claro compromiso de alerta respecto de la necesidad de una extremada responsabilidad técnico-científica, tanto en el diseño como en la construcción, que permita garantizar que los riesgos contra la vida y los bienes no estén por encima de los permitidos en las diferentes Códigos aplicables al caso concreto.

Así mismo las conclusiones del informe presentado a la CDMB para la expedición de la Resolución 0370 de 2004:

Se determinó que el predio no presenta amenazas por fallamiento geológico ya que la

Se determinó que el predio no presenta amenazas por fallamiento geológico ya que la estructura de la formación Girón en conjunto a lo largo del predio los rumbos y buzamientos de las capas se mantienen en un rango constante y no existen zonas de falla dentro del predio.

6.2 RESPECTO DE LA CIMENTACIÓN SOBRE SUELO REMOLDEADO (LLENO).

En este caso específico, aunque las Normas de Sismo Resistencia aplicables a nivel nacional no prohíben la cimentación de edificaciones sobre rellenos en laderas, las normas locales sí lo prohíben, generando una premisa jurídica contundente.

Desde el punto de vista estrictamente técnico, SÍ es posible realizar una construcción segura sobre un suelo de relleno en ladera, siempre y cuando se tomen estrictamente todas las medidas

6.3 EFECTO DE LOS ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES.

Los asentamientos diferenciales se generan a partir de grandes diferencias en la interacción suelo-estructura dentro de una misma edificación. Estas diferencias pueden provenir de cambios en las características de cimentación o de cambio en las condiciones del suelo de cimentación.

Según la técnica estructural, deben estimarse en lo posible los asentamientos diferenciales, pero es cierto que por las condiciones particulares del proyecto no se pueden evitar, debido a ciertas dentro del diseño estructural y la construcción las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de la filosofía de las normas sismo resistentes colombianas, establecidas en el Decreto Nacional 0926 de 1998, Reglamento NSR-98.

A.7.2.2 – OBJETO – El presente Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98, tiene por objeto reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos. Una definición detallada siguiendo

2.2.5 Según el peritaje que se anexa[1], el sábado 14 de noviembre de 2020, a las 10:00 a.m. Sergio Gaviria se reunió con la Secretaria de Planeación de Bello de Antioquia con el doctor Nelson Soto Lopo. En tal entrevista se le autorizó examinar la totalidad del expediente con motivo de la licencia urbanística en cuestión. Examinado el expediente pudo comprobar directamente que no existe información diferente a la que se le oportunidad fuera remitida al Juzgado Promiscuo Municipal con motivo de la acción de tutela promovida por el señor Sergio Gaviria (radicado 2020-00177).

2.2.6 Según el mismo peritaje[1], se constató que dentro del trámite en referencia brillan por su ausencia los siguientes requisitos establecidos en los artículos 08 y 23 del Decreto Nacional 564 de 2006, modificados por el Decreto Nacional 1172 de 2020, que son obligatorios, y que indefectiblemente afectan de manera grave y evidente la legalidad del acto administrativo de la referencia, incluso para fácilmente acaecer la comisión de una vía de hecho administrativa:

2.2.5 La solicitud de licencia no se acompañó del formulario único nacional establecido en el numeral 2 del artículo 23 del Decreto Nacional 564 de 2006. Entre otras cuestiones, este formulario es importantísimo porque debe contener las firmas de los profesionales participantes en el proyecto (arquitecto, ingeniero estructural, ingeniero de suelos, diseñador de los elementos no estructurales), quienes LO DEBEN FIRMAR en señal aceptación de la responsabilidad que asumen[2].

2.2.6 La solicitud de licencia no se acompañó del Plano de localización e identificación del predio objeto de la solicitud, establecido en el numeral 4 del artículo 23 del Decreto Nacional 564 de 2006. En los planos arquitectónicos aportados no aparece se distingue que es lo adicionado y cual es lo consentido[3].

3.2 VISITA TÉCNICA.

En la visita técnica, que fue realizada por el Departamento Técnico de PERICIAL DE LA CONSTRUCCIÓN el 26 de noviembre de 2010, en compañía de la doctora Patricia Elena López, Administradora de la Copropiedad, se pudo constatar directamente el estado real de los inmuebles y las patologías presentadas.

En dicha visita se recorrieron las zonas comunes de la copropiedad.



5 CONCLUSIONES

Según el estudio de títulos elaborado, en la actualidad la Parcelación Hacienda El Castillo P.H. no es propietaria de ningún bien inmueble de uso particular y exclusivo, por lo que la facturación del impuesto predial proviene de un error o inconsistencia de la oficina de Catastro o de la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos.

La Parcelación Hacienda El Castillo P.H. fue propietaria de tres (3) bienes de uso particular y exclusivo, el de la Parcela 36 creada en el año 1999, la adición a la Parcela 36 creada en 2004 y la nueva adición del año 2005, que mediante dichas escrituras se transfirió el dominio a los actuales propietarios de la Parcela 36.

Tema: Reforma de la demanda
Demandante: Urbanización Senderos del Palmar
Demandado: Municipio de Medellín y otros
Radicado: 2011-00043

JUAN DIEGO PALACIO MESA, abogado de los actores populares, dentro de la oportunidad legal procedo a modificar la demanda, en los siguientes términos:

1. Se adiciona como demandado a EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN, quien recibe notificaciones en la carrera 58 No. 42-125, representada legalmente por su Gerente Federico Restrepo Posada. Se anexa certificado de existencia y representación.

2. Se anexa prueba pericial. De conformidad con el artículo 116 de la Ley 1395 de 2010, solicitamos tener como prueba pericial el informe que allí anexa, rendido por el Ingeniero Sergio Mario Saenz Zapata, Especialista en Derecho Urbano. En el informe se anexan los documentos que acreditan la experiencia profesional y título de idoneidad. Para el efecto, y conforme la mencionada disposición, le solicitamos citar al mencionado perito para que sea interrogado en audiencia, si así el Despacho lo considera necesario a la parte contra quien se aduce así lo solicita. El Ingeniero Saenz Zapata puede ser localizado en la carrera 86 No. 30DA-41, Medellín.

VIVIENDA DE INTERÉS PRIORITARIO (VIP) EN MEDELLÍN
MARCO LEGAL, VENTAJAS, ABUSO Y CONTROLES
(MARZO DE 2011)

1. INTRODUCCIÓN

En el presente ensayo se aborda el tema de la Vivienda de Interés Prioritario en Medellín, haciendo énfasis en los controles legales y técnicos necesarios para garantizar la finalidad de acceso a una vivienda digna para las personas con menos ingresos.

Para ello, se aborda el marco jurídico y político nacional y municipal, las particularidades sobre la Vivienda de Interés Social (VIS) y sobre la Vivienda de Interés Social Tipo 1 y 2 (VIP), posteriormente el tema de control en materia de vivienda, y en la parte final se trabaja el tema de regulación que trajo el Decreto Municipal 12 de 2011.

Con el presente ensayo se pretende el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Presentar el marco legal de la política colombiana de vivienda social.

Presentar el marco legal de la política municipal de la vivienda social.

Establecer los tópicos fundamentales a controlar en los Proyectos VIP.

4.2 PRUEBAS DOCUMENTALES QUE SE APORTAN.

4.2.1 Solicitamos señor Juez tener como pruebas documentales las siguientes, que se anexan:

4.2.1.1 DOCUMENTAL UNO. Informe técnico elaborado por el Ingeniero Civil SERGIO SAVIENTA, Especialista en Derecho Urbano.

4.3 PRUEBAS DOCUMENTALES QUE SE SOLICITAN. Solicito muy respetuosamente señor Juez, exhortar a las autoridades pertinentes a fin de tener como pruebas documentales las siguientes:

4.3.1 AL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DE MEDELLÍN, para que:

4.3.1.1 Remita el Proceso copia auténtica y total, de las declaraciones de recibo de obra[9], para cada una de las tres etapas del PROYECTO.



PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN
URBANIZACIÓN BALCONES DEL
Medellín (Antioquia)



SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA

ESTUDIO DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
SEPARACIÓN SÍSMICA EN EL EDIFICIO MASERU



Señores
LAURELES DEL CASTILLO PH
Atención Doctora **Nubia Tapias** - Administradora
laurelescastillo@gmail.com

Asunto y respetuoso saludo.

El día viernes 13 de diciembre de 2019 el suscrito abogado e ingeniero civil procedió a realizar una asesoría verbal referente al desplazamiento de parte del salón ubicado en la principal vía costado de la Copropiedad.

En resumen, el diagnóstico de la situación es la posibilidad de afectar la pólizas de todo contrato con el mismo pero también la posibilidad de reparar jubilosamente a la Constructora CASA en virtud de la garantía decenal (10 años) establecida en el artículo 2060 del Código Civil.

Señores
G.R. TIERRA GRATA PALMAS P.H.

Atento y respetuoso saludo.

De acuerdo con su solicitud, procedemos a realizar un informe de gestión y a clarificar los diferentes temas expuestos recientemente por la Constructora Javier Londoño S.A. (en adelante, La Constructora).

1- Recorridos de inspección técnica. A la fecha se han realizado dos (2) grandes recorridos de inspección técnica a las zonas comunes.

El objetivo de estos recorridos es poner en conocimiento de la Constructora las **inconformidades técnicas** encontradas, procurando que las zonas comunes sean recibidas a **entera satisfacción para el bienestar** de los Copropietarios.

Estos recorridos se han programado conforme la información disponible y el variable ritmo de trabajo por parte de la Constructora.

2- Equipo de Trabajo para el Recibo de Zonas Comunes. El equipo de trabajo está conformado por el Ingeniero ARMANDO CAICEDA, Ingeniero Civil con más de **35 años de experiencia** profesional, experto en Dirección de Obra e Interventoría.

También hace parte el **Ingeniero Civil y Abogado** SERGIO MARIO GAVIRIA ZAPATA, con 17 años de experiencia profesional, experto en Derecho Urbanístico, Protección de la Construcción y Diseño Estructural.

En dicha visita se recorrieron las zonas comunes de la copropiedad.

5.3 PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS SEÑALADAS EN LA VISITA TÉCNICA. CAUSAS, SOLUCIONES Y EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN:

Durante la visita técnica al reconocimiento de la copropiedad señalé algunas patologías específicas que motivaron la consulta. Dentro de dichas patologías se observaron:

PATOLOGÍA: Fisuras en placas.	
CAUSAS: Deficiencias constructivas, incluyendo ausencia implementación de juntas y dinteles, específicamente. En el corredores diseño de juntas y dinteles el informe de especialista técnico.	
SOLUCIONES: Recomendaciones de acuerdo previo concepto de juntas y dinteles y	

PATOLOGÍA: Humedades en cubierta del Salón Social y Gimnasio.
CAUSAS: Humedades provenientes de la pintura y deficiente construcción en el muro de fachada.
EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN: Deterioro progresivo del cielorraso, mayor posibilidad de colapso, efectos nocivos para la salud, desmejoramiento de la Copropiedad.

PATOLOGÍA: Lesiones en losas de parqueadero.
POSIBLES CAUSAS: Deficiencia constructivas y del concreto, inadecuado tratamiento del concreto, posible hundimiento de tierras.
EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN: Degradación progresiva, incluyendo ruina física y funcional.

PATOLOGÍA: Lesiones en salones.
CAUSAS: Falta de drenaje, inadecuado manejo de pendientes y desagües.
EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN: Riesgo de deslizamientos y consecuentemente riesgo de lesiones.

PATOLOGÍA: Filtraciones en techos.
CAUSAS: Inadecuada construcción del material de apoyo e inflexión inadecuada entre elementos estructurales.
EFECTOS DE LA NO REPARACIÓN: Filtración progresiva y afectación de otros elementos no estructurales y a largo plazo afectación de elementos estructurales.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 2505

2006-05-24

INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS COMBUSTIBLE DESTINADAS A USOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES

E: INSTALLATIONS FOR FUEL GAS SUPPLYING INTENDED TO COMMERCIAL AND RESIDENTIAL USES

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: Instalación de gas; suministro de gas; instalación pública.

I.C.S.: 91.140.40

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Cuarta actualización
Editada 2006-06-07

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 2505 (Cuarta actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2006-05-24.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 159 Gasoductos.

AGREMGAS
AGUA Y GAS INGENIERÍA
CBM DE COLOMBIA
COBRETEC S.A.
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN
EPG LTDA.
EXCEL AMÉRICA
EXTRUCOL S.A.
GAS CORDILLERA S.A. E.S.P.
GAS NATURAL DEL CENTRO S.A. E.S.P.
GAS NATURAL S.A. E.S.P.
GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
GASES DEL CARIBE S.A. E.S.P.
GRUPO CORASSA UNIFIX
IMPREVEL LTDA.
INDUSTRIAS HUMCAR
INSUGAS
LEE CO ACCESORIOS
LLANOGAS S.A. E.S.P.
MAYUN LTDA.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
SEGURIDAD GAS LTDA
SERVICONFORT COLOMBIA S.A.
SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS
TORNILLOS Y COMPLEMENTOS LTDA.

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.
ALUMINIO NACIONAL S.A.
BP EXPLORATION COMPANY COLOMBIA
CDT DE GAS
COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL
COMPAÑÍA AMERICANA DE MULTISERVICIOS
CONFEDEGAS
CONSORCIO METALÚRGICO NACIONAL
COLMENA
ECOPETROL
EQUIPOS INDUSTRIALES JOSERRAGO
GAS DEL RISARALDA S.A. E.S.P.
GAS INSTRUMENT LTDA.
GASES DE BOYACÁ Y SANTANDER S.A. E.S.P.
GASES DE LA GUAJIRA S.A. E.S.P.

GASES DEL CUSIANA S.A. E.S.P.
GASES DEL NORTE DEL VALLE S.A. E.S.P.
GASNACER S.A. E.S.P.
GASORIENTE S.A. E.S.P.
HIDROTEST LTDA.
INCICON S.A.
J&W INGENIEROS LTDA.
MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO
PROMIGAS S.A. E.S.P.
PROVISERVICIOS S.A. E.S.P.
REDES TRADING COMPANY CI LTDA.
SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
SURTIGAS S.A. E.S.P.
TRANSGAS DE OCCIDENTE S.A.
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
UNIVERSIDAD NACIONAL

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

ÍNDICE

Página

1. OBJETO 1

2. DEFINICIONES 1

3. CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO 7

3.1 ASPECTOS BASICOS 7

3.2 TIPOS DE REGULACIÓN 9

3.3 LÍNEAS INDIVIDUALES 9

4. MATERIALES Y EQUIPOS 9

4.1 TUBERIAS 10

4.2 ELEVADORES 11

4.3 ACCESORIOS 11

4.4 VALVULAS DE CORTE 12

4.5 REGULADORES 12

4.6 MECANISMOS DE CONTROL DE SOBREPRESIÓN 12

4.7 MEDIDORES 13

4.8 SELLANTES 14

5. REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN 14

5.1 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS 14

5.2 MÉTODOS DE ACOPLAMIENTO DE TUBERÍAS 25

5.3 PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN 27

5.4 UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CORTE 27

5.5 CENTROS DE MEDICIÓN 28

6. VERIFICACIÓN Y ENSAYOS **31**

6.1 VERIFICACIONES **31**

6.2 ENSAYOS **32**

7. PUESTA EN SERVICIO **33**

8. REFERENCIAS NORMATIVAS **34**

ANEXO A (Informativo)

TIPOS DE REGULACIÓN **38**

ANEXO B (Informativo)

PAUTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNIONES A PRESIÓN **39**

ANEXO C (Informativo)

BIBLIOGRAFÍA **41**

Tablas

Tabla 1. Distancias para dispositivos de anclaje **24**

Tabla 2. Presiones para el ensayo de hermeticidad **32**

Figuras

Figura 1. Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas cuando se instalan enterradas y tuberías de otros servicios **18**

Figura 2. Zona de trazado de instalaciones de tuberías embebidas **20**

Figura 3. Detalle de la instalación de las tuberías embebidas **20**

Figura 4. Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tuberías de otros servicios **21**

Figura 5. Tuberías por conductos **22**

Figura 6. Protección mecánica de tuberías que conducen gas mediante camisas y conductos **23**

Figura 7. Esquema de ubicación de válvulas en las líneas de servicio para suministro de gas **28**

INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS COMBUSTIBLE DESTINADAS A USOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES

1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer los requisitos que se deben cumplir en el diseño y construcción de instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales, así como las pruebas a que se deben someter dichas instalaciones para verificar su operación confiable y segura.

Las instalaciones para suministro de gas combustible cubiertas por esta norma comprenden los sistemas de tubería, accesorios, elementos y otros componentes que van desde la salida de la válvula de corte (registro) en la acometida hasta los puntos de conexión de los artefactos de uso doméstico ó comercial que funcionan con gas.

Cuando el combustible suministrado sea GLP, las instalaciones cubiertas por esta norma comprenden desde el punto de salida del regulador situado en la salida del tanque hasta los puntos de conexión de los equipos.

Las instalaciones que emplean GLP como combustible deben cumplir la NTC 3853, la NTC 3853-1 y otras que sean aplicables en relación con los tanques de almacenamiento y las facilidades para el suministro del combustible.

2. DEFINICIONES

Para efectos de esta norma las definiciones conceptuales de: Líneas primarias o redes troncales, Líneas secundarias, Redes de distribución urbana (Red local) y Máxima presión de operación permisible, deben ser las referidas en la NTC 3728 y en la NTC 3838, según sea aplicable. Adicionalmente se deben tener en cuenta las siguientes definiciones:

2.1
accesorios
elementos utilizados para empalmar las tuberías para conducción de gas. Forman parte de ellos los usados para hacer cambios de dirección, de nivel, ramificaciones, reducciones o acoples de tramos de tuberías.

2.2
anillo de distribución
parte de las líneas secundarias conformada por accesorios y tuberías que forman mallas o anillos.

2.3
áreas comunes
partes de la edificación que pertenece a los copropietarios o que están afectadas por una servidumbre.

2.4
áreas privadas
partes de una edificación multifamiliar que están destinadas para fines de habitación (vivienda).

En el caso de edificaciones comerciales, son aquellas partes de la construcción destinadas al desarrollo de la actividad comercial.

2.5
armario, local, caseta o nicho de medidores
recinto debidamente ventilado donde se ubican uno o varios medidores.

2.6
artefactos a gas
son aquellos en los cuales se desarrolla la reacción de combustión, utilizando la energía química de los combustibles gaseosos que es transformada en calor, luz u otra forma.

2.7
cabeza de ensayo
elemento conformado por un instrumento de medición y por accesorios que permiten el registro y verificación de la presión suministrada a una instalación en un instante determinado.

2.8
camisas
tubos que alojan en su interior una tubería de conducción de gas.

2.9
capacidad instalada
máxima potencia expresada en kW, (Btu/h) que puede suministrar una instalación, la cual depende de las especificaciones de diseño de la misma.

2.10
centro de medición
conformado por los equipos y los elementos requeridos para efectuar la regulación, control y medición del suministro del servicio de gas para uno o varios usuarios.

2.11
centro de medición colectivo
conformado por los medidores, reguladores, válvulas de corte del suministro y accesorios necesarios para el control de gas a varios usuarios.

2.12
centro de medición individual
conformado por el medidor, el regulador, la válvula de corte del suministro y los accesorios para el control de gas a una sola vivienda.

2.13
conductos
espacio destinado para alojar una o varias tuberías para conducción de gas.

2.14
conducto de evacuación
destinado a la conducción hacia el exterior de la edificación de los productos generados en el proceso de combustión del gas.

2.15
conexión abocinada
es aquélla donde la hermeticidad se obtiene por la compresión entre las paredes cónicas y esféricas de dos metales en contacto.

2.16
conexión roscada
es aquélla donde la hermeticidad se logra en los filetes de la rosca de la unión.

2.17
consumo de gas de los artefactos
cantidad de gas utilizado por un artefacto en la unidad de tiempo.

2.18
detector de gas combustible
equipo que permite verificar la presencia de gas combustible en la atmósfera.

2.19
distribuidor de gas combustible por redes (distribuidor)
quien presta el servicio público domiciliario de distribución de gas combustible.

2.20
edificación
cualquier construcción para uso residencial o comercial. En el caso de uso residencial puede ser unifamiliar o multifamiliar.

2.21
elevador
elemento mecánico que permite la transición entre tubería plástica y metálica o viceversa.

2.22
empaque
elemento elástico de determinadas características fisicoquímicas, que al ser comprimido entre dos piezas metálicas debe producir condiciones de hermeticidad al sistema.

2.23
factor de coincidencia
relación existente entre la máxima demanda probable y la máxima demanda potencial de gas.

2.24
familias de gases combustibles
clasificación de los gases en función del índice de Wobbe de acuerdo con lo establecido en la NTC 3527.

2.25
gas o gases combustibles
gases de la segunda o tercera familia aptos para uso como combustible en aplicaciones de tipo doméstico, comercial o industrial, suministrados a los usuarios a través de uno o varios sistemas de tuberías. Los tipos comunes de estos gases que se distribuyen comercialmente en la República

de Colombia son el gas natural (GN), y los gases licuados del petróleo (GLP) en estado de vapor mediante vaporización natural o forzada, con o sin la mezcla de aire propelente.

2.26
gasificación
proceso mediante el cual se desplaza el aire o gas inerte existente en una tubería, reemplazándolo por gas combustible.

2.27
gas tóxico
es aquél constituido por elementos nocivos para la salud, como el monóxido de carbono, generado por la combustión incompleta del gas.

2.28
instalación para suministro de gas
conjunto de tuberías, equipos y accesorios requeridos para el suministro de gas a edificaciones; está comprendida entre la salida de la válvula de corte en la acometida y los puntos de salida para conexión de los gasodomésticos o equipos para uso comercial que funcionan con gas.

2.29
juntas mecánicas por compresión
elementos de unión donde la hermeticidad se consigue aplicando presión sobre las paredes de la tubería y los componentes de la unión, mediante un elemento de material plástico.

2.30
línea de acometida o acometida
derivación de la línea secundaria que llega hasta el válvula de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta la válvula de corte general.

2.31
línea individual
sistema de tuberías internas o externas a la edificación que permiten la conducción de gas hacia los distintos artefactos de consumo de un mismo usuario. Está comprendida entre la salida de los centros de medición (o los reguladores de presión para el caso de instalaciones para suministro de gas sin medidor) y los puntos de salida para la conexión de los artefactos de consumo.

2.32
líneas matrices
sistemas de tuberías exteriores o interiores a la edificación (en este último caso, ubicadas en las áreas comunes de la edificación), que forman parte de la instalación para suministro de gas donde resulte imprescindible ingresar a las edificaciones multiusuario con el objeto de accesar los centros de medición. Están comprendidas entre la salida de la válvula de corte en la acometida de la respectiva edificación multiusuario y los correspondientes medidores individuales de consumo.

NOTA En el caso de instalaciones de uso comercial, a criterio de la compañía distribuidora por consideraciones de diseño, la línea individual puede ser considerada como línea matriz hasta los puntos de salida para la conexión de los equipos, inclusive.

2.33
material autoextinguible
material que sometido a una fuente de ignición arde pero que una vez retirada ésta no mantiene la ignición y se extinguen las llamas.

2.34
material dieléctrico
elemento que aísla eléctricamente dos metales.

2.35
mecanismo de alivio
dispositivo instalado en un sistema presurizado de tuberías para gas con el objeto de prevenir que la presión dentro del sistema exceda un límite predeterminado, bien sea mediante el venteo hacia la atmósfera exterior del gas excedente o desviándolo hacia sistemas alternos de menor presión que puedan absorberlo sin exceder sus propios límites de seguridad.

2.36
medidor de consumo
instrumento de medición que registra el volumen de gas suministrado a un usuario para su consumo interno.

2.37
parámento de la edificación
delimitación del área permitida para construcción, de conformidad con las reglamentaciones legales vigentes.

2.38
patio de ventilación
espacio ubicado dentro de una edificación, en comunicación directa con el medio exterior.

2.39
persona competente
aquella que ha sido entrenada, tiene experiencia y posee certificado de competencia laboral. para realizar actividades referentes a la instalación de gas

NOTA El certificado de competencia laboral se debe ajustar a la reglamentación vigente en el país.

2.40
presión de servicio de los gasodomésticos
presión del gas medida en la conexión de entrada al gasodoméstico cuando este se encuentra en funcionamiento.

2.41
presión normal de suministro
es la presión que deben entregar y mantener las empresas distribuidoras en el punto de entrada de la instalación para suministro de gas.

2.42
productos de combustión
conjunto de gases, partículas sólidas y vapor de agua que resultan en el proceso de combustión.

2.43
purga
procedimiento para sacar de una tubería de gas el aire, el gas o una mezcla de ambos.

2.44
red interna[1]
es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio de gas al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquél sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

2.45
regulación de la presión
proceso que permite reducir y controlar la presión del gas en un sistema de tuberías hasta una presión especificada para el suministro. La regulación puede efectuarse en una o en varias etapas.

2.46
regulador de presión
dispositivo mecánico empleado para disminuir la presión de entrada y regular uniformemente la presión de salida de un sistema.

2.47
sellante
sustancias o elementos destinados a garantizar la hermeticidad en montajes mecánicos.

2.48
semisótano
entrepiso de una edificación, ubicado parcialmente por debajo del nivel del terreno.

2.49
soldadura blanda capilar
aquélla soldadura en la que la temperatura de fusión del metal de aporte es inferior a 500 °C.

2.50
soldadura fuerte capilar
aquélla soldadura en la que la temperatura de fusión del metal del aporte es igual o superior a 500 °C.

2.51
sótano
entrepiso de una edificación, ubicado por debajo del nivel del terreno.

2.52
trazado
recorrido de un sistema de tuberías para suministro de gas dentro o fuera de una edificación.

2.53
tubería a la vista
tuberías sobre la cual hay percepción visual directa.

[1] Se incluye esta definición dada por la Ley de servicios Públicos Domiciliarios únicamente para facilitar la identificación de los tramos de la instalación que forman parte del concepto de “Red interna” establecido por la Ley, pero la misma no es relevante para los efectos de esta norma.

2.54
tubería de venteo
tuberías conectadas al orificio de alivio del regulador de presión usadas para conducir a la atmósfera o a sitios ventilados el gas expulsado por el regulador en caso de una sobrepresión en el sistema o una ruptura en el diafragma del regulador.

2.55
tubería embebida
tubería incrustada en una edificación cuyo acceso sólo puede lograrse mediante la remoción de parte de los muros o pisos del inmueble.

2.56
tubería enterrada
tuberías instaladas dentro del suelo.

2.57
tuberías ocultas
son aquellas tuberías sobre las cuales no hay una percepción visual directa. Pueden ser: embebidas, enterradas o por un conducto.

2.58
tuberías por conducto
tuberías instaladas en el interior de conductos o camisas.

2.59
usuario
persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación del servicio de distribución de gas, bien como propietario del inmueble en donde se presta, o como receptor directo del servicio.

2.60
unión a presión
aquella en la cual la hermeticidad se obtiene usando una herramienta específica para comprimir un accesorio o ensanchar un tubo para permitir la formación de la unión.

NOTA Este tipo de unión no puede ser desmontada o reutilizada

2.61
unión mecánica
empalme entre dos tuberías mediante accesorios o elementos que proporcionan hermeticidad sin que haya continuidad entre los materiales de las tuberías a diferencia de las uniones soldadas. Las uniones mecánicas pueden ser desmontables o no y son de diversos tipos: abocinado, roscado, de anillo de ajuste y acoples por compresión entre otros.

2.62
vivienda
parte de la edificación destinada para fines de habitación.

3. CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

3.1 ASPECTOS BÁSICOS

El diseño de instalaciones para suministro de combustibles gaseosos debe tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos básicos:

a) El tipo de gas suministrado.

b) La posibilidad de usar gases de diferentes familias si se prevé que hacia el futuro puede presentarse el suministro de un gas diferente al considerado inicialmente.

c) Las variables del medio externo que puedan afectar la integridad y seguridad de las instalaciones para suministro de gas.

d) La demanda máxima prevista que garantice el cumplimiento de los parámetros de funcionamiento de todos los gasodomésticos y equipos que utilizan gas y que van a estar conectados en la instalación.

e) La caída de presión en la instalación, de manera que bajo las máximas condiciones probables de demanda, la presión a la entrada de cada artefacto esté dentro del rango estipulado en las Normas Técnicas Colombianas pertinentes.

f) La longitud del sistema de tuberías y el número y tipo de accesorios de acople utilizados, así como otros elementos instalados en el sistema.

g) El factor de coincidencia u otro factor asociado al cálculo de la demanda máxima probable.

h) Las previsiones técnicas para atender demandas futuras.

i) En el caso de edificaciones residenciales, las limitaciones en cuanto a la máxima presión de operación permisible en sistemas de tuberías instaladas en el interior de las edificaciones, señaladas en la NTC 3838.

Para líneas matrices en instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales, donde la presión máxima es de 34,5 kPa (5 psig), ésta puede incrementar hasta 138 kPa (20 psig) previo cumplimiento de uno de los siguientes requisitos:

1) El sistema de tuberías se construye con conexiones de tipo soldado. El proceso de soldadura y los soldadores que lo apliquen deben calificarse según los parámetros establecidos en la NTC 2057.

2) El sistema de tuberías que conduce el gas debe ser instalado en conductos ventilados, dedicados exclusivamente al alojamiento de éstas, de tal forma que se evite la acumulación accidental de gas combustible en el evento de un escape. Dichos conductos deben ser construidos de materiales autoextinguibles y deben estar comunicados directamente a la atmósfera exterior.

j) En el caso de edificaciones comerciales, las limitaciones en cuanto a la máxima presión de operación permisible en sistemas de tuberías instaladas en el interior de las edificaciones, señaladas en la NTC 3838.

Para líneas matrices en instalaciones para suministro de gas destinadas a usos comerciales, donde la presión máxima es de 34,5 kPa (5 psig), la presión de operación en el sistema de tuberías podrá incrementarse hasta 138 kPa (20 psig) previo cumplimiento de uno de los siguiente requisitos:

1) El sistema de tuberías se debe construir con conexiones de tipo soldado.

2) El sistema de tuberías que conduce el gas debe ser instalado en conductos ventilados, dedicados exclusivamente al alojamiento de éstas, de tal forma que se evite la acumulación accidental de gas combustible en el evento de un escape. Dichos conductos deben ser construidos de materiales autoextinguibles y deben estar comunicados directamente a la atmósfera exterior.

3) El sistema de tuberías se localiza en zonas comunes conectadas directamente con el exterior

3.2 TIPOS DE REGULACIÓN

Los tipos de regulación están determinados básicamente por las necesidades de reducción de presión que se presenten en la instalación para dar cumplimiento a la NTC 3838, por las condiciones particulares de consumo y para garantizar un suministro seguro del gas combustible. En el anexo A se presenta a titulo informativo algunos tipos de regulación.

3.3 LÍNEAS INDIVIDUALES

Los siguientes parámetros de diseño deben considerarse para las líneas individuales residenciales y comerciales:

a) Un factor de coincidencia u otro factor asociado al cálculo de la demanda máxima probable que garantice el suministro de gas para el correcto funcionamiento de los artefactos previstos en la instalación.

b) Los hábitos de consumo inherentes al estrato socioeconómico del sector donde se desarrolla el proyecto.

c) Si de una línea individual ya existente se desea extender el servicio a otros artefactos, o cambiar el tipo de gas suministrado, se debe revisar la capacidad de la misma y de los equipos asociados y hacer las modificaciones a que haya lugar como requisito para la prestación del servicio.

d) Se deben tener en cuenta las condiciones mínimas de ventilación del lugar destinado a la instalación de los artefactos a gas, de manera que se garantice el suministro de un volumen permanente de aire de acuerdo con lo establecido en la NTC 3631 y las recomendaciones particulares del fabricante sin perjuicio de lo establecido en la norma referida.

4. MATERIALES Y EQUIPOS

Todos los materiales y equipos empleados en la construcción de instalaciones para suministro de gas deben cumplir con las normas técnicas referenciadas en este capítulo. El uso de estos materiales y equipos está supeditado a las recomendaciones y restricciones que señale el fabricante de los mismos.

El material de las tuberías debe resistir la acción del gas y del medio exterior con el que está en contacto; de lo contrario, las tuberías deben estar protegidas.

Los espesores de las paredes deben cumplir como mínimo las condiciones de ensayo de presión y de resistencia mecánica especificadas para cada material en la norma correspondiente.

4.1 TUBERÍAS

4.1.1 Tuberías plásticas

Las tuberías plásticas deben cumplir con lo establecido en la NTC 1746 y deben emplearse únicamente en instalaciones enterradas.

4.1.2 Tuberías metálicas (rígidas y flexibles)

Para la conducción de gas en ningún caso se puede utilizar tubería de hierro fundido. Los tipos de tubería metálica que pueden ser utilizados en la construcción de las instalaciones para suministro de gas son:

a) Acero.

1) Tuberías rígidas. La tubería rígidas de acero debe ser mínimo cédula 40 y debe cumplir con una de las siguientes normas, según sea aplicable:

a. ANSI/ASME B36.10: Standard for Welded and Seamless Rought-Steel Pipe.

b. NTC 3470: Tubos de acero soldados o sin costura recubiertos de cinc por inmersión en caliente, de conexión soldada (según los procedimientos de la norma ASME B31.8) o conexión roscada (del tipo cónico NPT según las especificaciones de la NTC 332).

c. ASTM A106: Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service.

d. Tuberías de acero fabricadas según la NTC 2249, de conexión roscada tipo cónico según las especificaciones de la NTC 2104.

e. Otras tuberías de acero fabricadas bajo normas ASTM de iguales o mayores especificaciones que las establecidas en la NTC 3470.

2) Tubería flexible corrugada. La tubería flexible corrugada de acero inoxidable debe cumplir los requisitos especificados en la NTC 4579.

b) Cobre. La tubería de cobre debe cumplir con una de las siguientes normas, según sea aplicable:

1) Tubería rígida de cobre sin costura, según la NTC 3944.

2) Tubería flexible de cobre sin costura, según la NTC 4128, la ASTM B280, ASTM B88 de tipo K o L, o ASTM B88M de Tipo A o B.

No deben emplearse tuberías de cobre si el contenido promedio de sulfuro de hidrógeno por cada metro cúbico estándar del combustible gaseoso es superior en promedio a 7 miligramos (por cada cien pies cúbicos estándar del combustible gaseoso es superior en promedio a 0,3 granos).

c) Aluminio puro o Aleación de aluminio. Tubería rígida o flexible fabricada de aluminio puro o aleación de aluminio sujeta al cumplimiento de la norma ASTM B345.

Las tuberías de aleación de aluminio deben protegerse contra la corrosión cuando se encuentren localizadas en ambientes exteriores o en contacto con la mampostería, yeso o cuando estén sometidas a humedad repetitiva de agua, detergentes o aguas residuales.

No deben emplearse tuberías de aluminio puro en localizaciones exteriores y en aplicaciones enterradas.

d) Multicapas (PE / AL / PE, PE-X / AL / PE-X). La tubería multicapas debe cumplir con la norma ISO 17484-1 o AS 4176. Estas tuberías deben quedar protegidas de la luz solar directa.

4.2 ELEVADORES

Los elevadores están sujetos al cumplimiento de la NTC 4534.

4.3 ACCESORIOS

Todos los accesorios utilizados para efectuar las conexiones deben permitir un suministro de gas en condiciones de hermeticidad. En general los accesorios deben ser compatibles con el tipo de tubería utilizado.

4.3.1 Accesorios para tuberías de polietileno

Los accesorios se deben fabricar de conformidad con la NTC 3409, NTC 3410 y ASTM F1055.

4.3.2 Accesorios para tuberías metálicas (rígidas y flexibles)

a) Accesorios para tubería de acero. Los accesorios deben ser fabricados en acero forjado o por fundición de hierro vaciado en molde de arena y tratados térmicamente para obtener hierro maleable.

Los accesorios de acero forjado deben cumplir con la norma ANSI B16.11.

Los accesorios de hierro maleable deben cumplir con la norma ANSI B16.3 y ASTM A47.

Los accesorios al igual que las tuberías deben ser protegidos contra la corrosión.

b) Accesorios para tuberías flexibles de cobre. Los accesorios deben cumplir los requisitos de la NTC 4137 ó la NTC 4138.

c) Accesorios para tubería rígida de aleación de aluminio. Los accesorios deben cumplir los requisitos de la norma ASTM B361.

d) Accesorios para tuberías flexibles corrugadas de acero inoxidable. los accesorios (racores) deben cumplir los requisitos de las normas NTC 4137 ó la NTC 4138.

e) Accesorios para tuberías flexibles de aleación de aluminio, los accesorios deben cumplir con las normas MIL-F-52618 C.

f) Accesorios para tuberías rígidas de cobre. Los accesorios para soldar tuberías rígidas de cobre deben cumplir los requisitos establecidos en las normas ANSI B 16.18 ó ANSI B 16.22 según sea aplicable.

g) Accesorios para tubería multicapas (PE / AL / PE, PE-X / AL / PE-X). Los accesorios deben cumplir los requisitos de la norma ISO 17484-1 o AS 4176.

4.3.3 Empaques para accesorios

Los empaques para accesorios deben ser de vitón, neopreno o buna-n u otro material de características similares o superiores.

4.4 VÁLVULAS DE CORTE

Las válvulas de corte deben ser de cierre rápido mediante el giro del maneral en un cuarto de vuelta.

Las válvulas deben cumplir con las siguientes normas de acuerdo con la presión de operación.

a) Las válvulas de corte con presión de operación inferiores a 6,9 kPa (1 psig) deben cumplir con lo establecido en la NTC 3740.

b) Las válvulas de corte con presión de operación desde 6,9 kPa (1 psig) hasta 862 kPa (125 psig) deben cumplir con lo establecido en la NTC 3538.

c) Cuando en tuberías de polietileno se instalen válvulas, éstas deben cumplir con la NTC 2576.

4.5 REGULADORES

Los reguladores se deben seleccionar de acuerdo con el tipo de gas suministrado, atendiendo de manera particular las siguientes directrices:

a) Reguladores para instalaciones atendidas con gas natural cuyas características de funcionamiento estén de acuerdo con lo establecido en la Tabla 1 de la NTC 3727.

b) Reguladores para instalaciones atendidas con GLP o gas natural y que forman parte de la instalación como reguladores de última etapa con limitador de venteo de acuerdo con la NTC 3293.

c) Reguladores para instalaciones atendidas con GLP de media o baja presión que cumplan con los requisitos establecidos en la NTC 3873.

4.6 MECANISMOS DE CONTROL DE SOBREPRESIÓN

Con el objeto de evitar sobrepresión dentro de la red interna de las instalaciones, éstas deben contar con un dispositivo de seguridad que evite tales sobrepresiones cuando se presente una falla del regulador; este dispositivo puede estar integrado con el regulador o puede ser un equipo adicional que se instale junto con el regulador.

El conjunto regulador-dispositivo de seguridad debe estar dispuesto de modo que se requiera la falla simultánea de los dos dispositivos para que se presente una sobrepresión en el sistema.

a) El dispositivo de seguridad puede ser uno de los siguientes equipos:

1) Un dispositivo de alivio cargado por resorte o por piloto.

2) Un regulador monitor instalado en serie con el regulador de servicio.

3) Un regulador instalado en serie aguas arriba del regulador de servicio y ajustado para limitar la presión a la entrada del regulador de servicio a la máxima presión de operación permisible (MPOP) del sistema de tuberías aguas abajo.

4) Un dispositivo de corte automático por sobrepresión instalado en serie con el regulador de servicio. Este debe ser diseñado de manera que sea necesario restablecer manualmente el servicio cuando se presente una falla.

b) Se puede obviar el uso de los dispositivos limitadores de presión o los de alivio, siempre y cuando se cumpla la totalidad de las siguientes condiciones:

1) Que la presión de la fuente de suministro de gas sea inferior que 400 kPa (60 psi).

2) Que el regulador de presión cumpla con las siguientes características:

a. El tamaño de las conexiones del regulador de servicio no debe exceder de 50,4 mm de diámetro nominal.

b. Todos los elementos de control estén dentro del regulador.

c. Que el diámetro del orificio de la válvula interna del regulador no supere la recomendación del fabricante para soportar la máxima presión de alimentación al sistema.

d. Que el asiento del orificio de la válvula interna del regulador esté hecho de un material resistente diseñado para resistir la abrasión del gas, las impurezas, el corte del orificio y la deformación permanente ocasionada por la constante presión sobre él.

e. Que sea capaz, bajo condiciones normales de operación, de regular la presión aguas abajo, dentro de los límites de precisión establecidos y que bajo condiciones de no flujo, limite la presión de descarga de acuerdo con lo establecido en la NTC 3727

4.7 MEDIDORES

Los medidores deben seleccionarse de acuerdo con la capacidad requerida para la máxima y mínima presión de operación prevista en el sistema y su máxima caída de presión permisible.

El medidor de gas debe garantizar la correcta medición del gas que esta circulando.

Las características físicas y metrológicas de los medidores tipo diafragma deben ajustarse a las especificaciones definidas en la NTC 2826, NTC 2728, NTC 3950 ó NTC 4554, según sea aplicable.

Las características físicas y metrológicas de los medidores tipo rotatorio deben cumplir con la NTC 4136.

4.8 SELLANTES

En las uniones o conexiones roscadas se deben utilizar sellantes de tipo anaeróbico (trabas químicas) que cumplan los requisitos de la NTC 2635, ó cinta de teflón que cumpla los requerimientos de la norma BS 7786 o MIL SPECT T-27730-A u otro sellante para gas que cumpla con las normas técnicas colombianas correspondientes.

No se permite el uso de cáñamo y pinturas para el sellado de conexiones roscadas en tuberías que conduzcan gas.

5. REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN

5.1 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

a) Los sistemas de tuberías para suministro de gases combustibles deben ser totalmente independientes; por esta razón, no se deben conectar con otro sistema de gas diferente al que se esté suministrando.

b) Las tuberías para suministro de gas pueden instalarse en forma oculta (embebidas, enterradas o por conductos) o visible.

c) Las tuberías flexibles pueden estar alojadas dentro de otras tuberías o camisas de material autoextinguible, dedicadas exclusivamente para este fin, con el objeto de facilitar su instalación.

d) El trazado de las tuberías en ningún momento debe afectar los elementos estructurales de la edificación tales como vigas y columnas.

Las tuberías no se pueden embeber en las paredes del foso en el cual va ubicado el ascensor.

e) Las tuberías pueden doblarse de acuerdo con lo permitido en la respectiva norma de producto de cada tipo de tubería.

f) Cuando sea imprescindible instalar tuberías con uniones mecánicas por encima de los cielos falsos, éstas no podrán apoyarse en la estructura que los conforman. El cielo falso debe ser fácilmente removible y el espacio entre el cielo falso y el techo debe contar con un área de ventilación calculado así:

1) Cuando la zona que conforma el cielo falso posea aberturas que estén comunicadas directamente con el exterior, el área de entrada y salida de aire (s), expresadas en cm^2 debe ser mayor o igual a 10 veces la superficie en planta (A), expresada en m^2, del cielo falso a ventilar:

$$S\ (cm^2)\ \geq 10\ A\ (m^2)$$

2) Cuando las aberturas del cielo falso se encuentren comunicadas con un recinto ventilado, el área efectiva de comunicación entre los dos espacios debe ser mayor o igual a 50 veces la superficie en planta (A) en m^2 del cielo falso.

$$S\ (cm^2)\ \geq\ 50\ A\ (m^2)$$

g) Se permite el trazado de tubería por encima de cielos falsos sin tener en cuenta las consideraciones de ventilación del literal f anterior, siempre y cuando el tramo sea continuo o las uniones sean del tipo soldado.

h) Las tuberías para suministro de gas no deben pasar por dormitorios, baños, conductos de aire, chimeneas, fosos de ascensores, sótanos y similares sin ventilación, conductos para instalaciones eléctricas y de basuras, en los cuales un escape de gas se pueda esparcir a través del edificio, ni por áreas donde haya transformadores eléctricos o recipientes de combustibles líquidos o líquidos cuyos vapores o ellos mismos sean corrosivos. Cuando se requiera instalar una tubería que pase por cuartos de baño o por dormitorios, se debe exigir que el tramo de tubería sea continuo, de lo contrario debe ir encamisada.

Se exceptúa de este requisito el punto de conexión de artefactos tipo C y su respectiva válvula de corte.

Las tuberías de cobre no deben instalarse en zonas donde queden expuestas a la acción de compuestos amoniacales o aguas residuales. En caso contrario deben encamisarse sin que esta camisa requiera ventilación.

Cuando sea imprescindible atravesar juntas de dilatación puede utilizarse tubería flexible corrugada con las holguras necesarias para absorber los efectos del desplazamiento de las edificaciones.

i) Cuando por la naturaleza de la construcción resulte imprescindible la entrada de las tuberías a través de sótanos o semisótanos, se debe instalar una válvula de corte de fácil acceso en el exterior del sótano y se deben cumplir adicionalmente las siguientes condiciones de ventilación:

1) El sótano o semisótano debe tener aberturas de entrada y salida de aire en comunicación directa con el exterior, de tal forma que en caso de un escape se permita la evacuación del gas combustible menos denso que el aire por tiro natural.

2) El área de entrada y salida de aire (S) en cm² debe ser mayor o igual a diez veces la superficie en planta del recinto (A) en m², siendo el área mínima 200 cm².

$$S\ (cm^2)\ \geq 10\ A\ (m^2)$$

3) Cuando el área de ventilación resulte superior a 200 cm², puede subdividirse en superficies de 200 cm² como mínimo, que al ser rectangulares debe tener un lado de dimensión mínima igual a 10 cm.

4) Si no es posible proporcionar al sótano ventilación natural, ésta debe efectuarse mediante un conducto cuya sección transversal sea igual al área calculada anteriormente, afectándola por un factor en función de la longitud del conducto, así:

Longitud (m)	Factor
$3 \leq L \leq 10$	1,5
$10 < L \leq 26$	2,0
$26 < L \leq 50$	2,5

j) Para gases más densos que el aire, se permite la instalación de tuberías metálicas con uniones mecánicas por sótanos o semisótanos siempre y cuando vayan dentro de una camisa metálica rígida abierta al menos por uno de sus extremos y que sobresalga hacia el exterior del sótano. Los extremos de la camisa deben distanciarse como mínimo 3 m de cualquier abertura de ventilación de sótanos. En este caso una de las aberturas del sótano a las que se refiere el literal i de este numeral debe quedar en la parte inferior del recinto.

En caso de no poder encamisar dicha tubería, las uniones de las mismas deben ser soldadas.

k) Para gases menos densos que el aire, se permite la instalación de tuberías metálicas con uniones mecánicas por sótanos o semisótanos, siempre y cuando el área de ventilación sea el doble de lo requerido en el literal i de este numeral, de lo contrario se debe utilizar tubería metálica con uniones soldadas o llevarlas dentro de una camisa metálica rígida, abierta al menos por uno de sus extremos y que sobresalga hacia el exterior del sótano o semisótano.

l) Se podrán emplear tuberías de polietileno enterradas de conformidad con lo establecido en la NTC 3742 y cumpliendo los requisitos del numeral 5.1.1 de la presente norma. Cuando la tubería aflore por encima del nivel del piso dentro de la edificación debe estar protegida por una camisa o conducto de un material permitido por esta norma para las instalaciones en el interior de las edificaciones, hasta el sitio del elevador (véase el numeral 5.1.1.3).

m) Ubicación de válvulas de corte de gas. Todas las válvulas de corte de gas previstas en la conexión de los artefactos de consumo deben estar ubicadas en sitios que garanticen el fácil acceso y operación. Para instalaciones en operación en las que no se presenta el fácil acceso a las válvulas, se debe reubicar la válvula existente o instalar una válvula adicional en la instalación interna que permita cumplir con esta condición.

Todas las salidas de gas deben permitir la localización de los artefactos, de forma tal que no estén expuestos a corrientes de aire.

En el caso de los equipos de cocción la válvula debe instalarse de tal manera que el accionamiento de la misma no se realice sobre la zona de cocción.

Cada salida debe estar provista de un tapón metálico, utilizando el sellante especificado y su remoción sólo debe realizarse cuando se efectúe la conexión del artefacto. No está permitido el uso de tapones de madera, corcho u otro material inadecuado.

5.1.1 Tuberías ocultas

5.1.1.1 Tuberías enterradas

Para esta aplicación se deben utilizar tuberías plásticas o tuberías metálicas que cumplan los requisitos de los numerales 4.1.1 y 4.1.2, respectivamente. En la instalación de tuberías enterradas se debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

a) Debe instalarse por debajo del nivel del suelo, en una zanja con una profundidad mínima de 46 cm cuando la tubería pueda estar expuesta a cargas por tráfico vehicular o similar; y 30 cm cuando el trazado sea por zonas de jardín o donde no este expuesta a cargas debidas a tráfico vehicular o similar. Cuando por razones justificadas no pueda respetarse la profundidad antes indicada, debe construirse un sistema que brinde protección mecánica mediante alguna de las siguientes opciones: un conducto o camisa, una losa de hormigón o una plancha metálica, de manera que se reduzcan las cargas sobre la tubería a valores equivalentes a los de la profundidad inicialmente prevista.

b) No se deben instalar tuberías por debajo de cimientos, zapatas y placas de cimentación.

c) Cuando se requiera pasar tuberías a través de elementos como cimientos, muros y estructuras que soportan cargas tales que se generen asentamientos que puedan afectar las tuberías, se deben encamisar.

d) En los cruces de tuberías de gas con conducciones de otros servicios debe disponerse, entre las partes más cercanas de las dos instalaciones, de una distancia como mínimo igual a 10 cm en los puntos de cruce y de 20 cm en recorridos paralelos (véase la Figura 1). Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse las distancias mínimas entre servicios, se deben interponer entre ambos pantallas de fibrocemento, material cerámico u otro material de similares características mecánicas y dieléctricas. Siempre que sea posible deben aumentarse las distancias anteriormente relacionadas, de tal manera que se reduzcan para ambas instalaciones los riesgos inherentes a la ejecución de trabajos de reparación y mantenimiento de las instalaciones vecinas.

e) Las tuberías enterradas deben instalarse sobre un lecho libre de piedras o aristas cortantes o sobre una capa de arena de 5 cm de espesor, siguiendo el procedimiento que a continuación se indica:

   1) Una vez instaladas las tuberías en el fondo de la zanja, se cubren con una capa de 10 cm del material seleccionado de la misma zanja, compactado con un apisonador manual. El material de relleno no debe ser plástico y debe estar exento de materia orgánica.

   2) Se debe emplear un sistema de señalización, el cual puede ser una cinta que debe tener un ancho mínimo de 10 cm, ubicada a una distancia comprendida entre 20 cm y 30 cm por debajo del nivel del suelo.

   3) Posteriormente, se continúa el relleno de la zanja en capas de máximo 20 cm con apisonador, hasta lograr la compactación requerida.

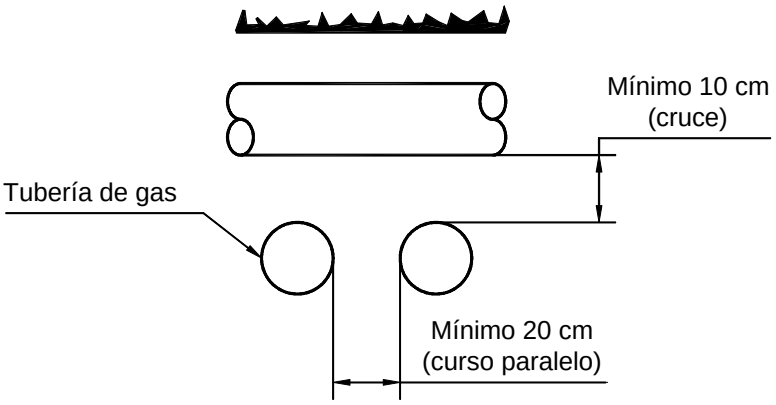


Figura 1. Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas cuando se instalan enterradas y tuberías de otros servicios

f) Si se utilizan tuberías de polietileno se deben tener en cuenta los criterios establecidos en la NTC 3742 excepto en cuanto a las profundidades de instalación, adicionalmente se deben considerar los siguientes aspectos:

1) La instalación dentro de la zanja debe efectuarse en forma serpenteada para facilitar los movimientos de contracción y dilatación que puedan presentarse.

2) Cuando se haga un cambio de dirección sin codo, se debe dar a la tubería una curvatura con un radio mínimo igual a 25 veces el diámetro externo del tubo. No se deben permitir uniones en la curvatura.

3) Las válvulas de seccionamiento deben anclarse a fin de evitar que se transmitan a los tubos los esfuerzos producidos al maniobrarlas.

g) Cuando se utilicen tuberías metálicas enterradas deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1) Por ningún motivo se deben conectar a las tuberías metálicas para gas las conexiones a tierra de redes y artefactos eléctricos de cualquier naturaleza.

2) Las tuberías metálicas enterradas deben protegerse contra la corrosión, atendiendo lo señalado en el numeral 5.3.

3) Las tuberías pueden curvarse siempre y cuando lo permita la respectiva norma de producto de la tubería.

4) No se permitirán conexiones de tipo roscado en tuberías metálicas enterradas. La única conexión aceptada para esta aplicación es la de tipo soldado.

5.1.1.2 Tuberías embebidas

Las tuberías metálicas se pueden embeber excepto en los casos en que esta norma o la norma particular de producto de la tubería o las instrucciones del fabricante de la misma lo prohíban.

Las tuberías embebidas están sujetas al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) El trazado de este tipo de instalación debe definirse de manera que la ubicación de las tuberías se efectúe en sitios que brinden protección contra daño mecánico. Dicho trazado debe realizarse preferiblemente en una zona comprendida dentro de una franja de 30 cm medida desde el nivel de techo, la losa del piso o las esquinas del recinto, tal como se muestra en la Figura 2.

Se exceptúan de este requisito las derivaciones para los puntos de conexión a los artefactos.

Las tuberías embebidas en muros deben tener un recubrimiento en mortero mezcla 1:3, con un espesor mínimo de 20 mm alrededor de toda la tubería.

b) En el caso de conexiones roscadas embebidas, se debe proteger las roscas contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.3 de esta norma. Se exceptúa de la protección las roscas de materiales no suceptibles de ser afectadas por la corrosión.

c) Las tuberías embebidas en pisos deben quedar instaladas como mínimo a 20 mm por debajo del nivel del piso terminado.

d) El concreto no debe contener acelerantes, agregados de escoria, o productos amoniacales, ni aditivos que contengan cloruros, sulfatos y nitratos, debido a que estos productos atacan los metales.

e) Las tuberías embebidas no deben estar en contacto físico con otras estructuras metálicas tales como varillas de refuerzo o conductores eléctricos neutros (véase la Figura 3).

f) Las cavidades que deban hacerse para embeber las tuberías no deben comprometer muros estructurales que afecten la solidez del inmueble.

g) Las distancias mínimas entre las tuberías embebidas que conducen gas y las tuberías de otros servicios deben ser las que se indican en la Tabla de la Figura 4. Si no es posible cumplir con las distancias señaladas en la Tabla de la Figura 4 se debe proporcionar un aislamiento entre las tuberías.

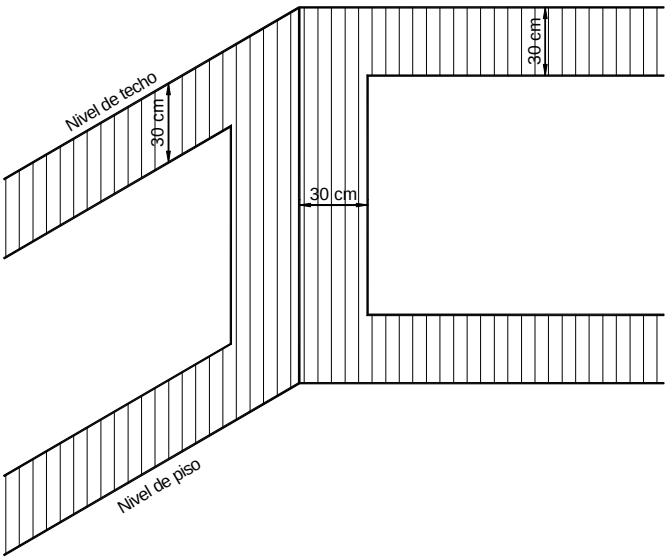


Figura 2. Zona de trazado de instalaciones de tuberías embebidas

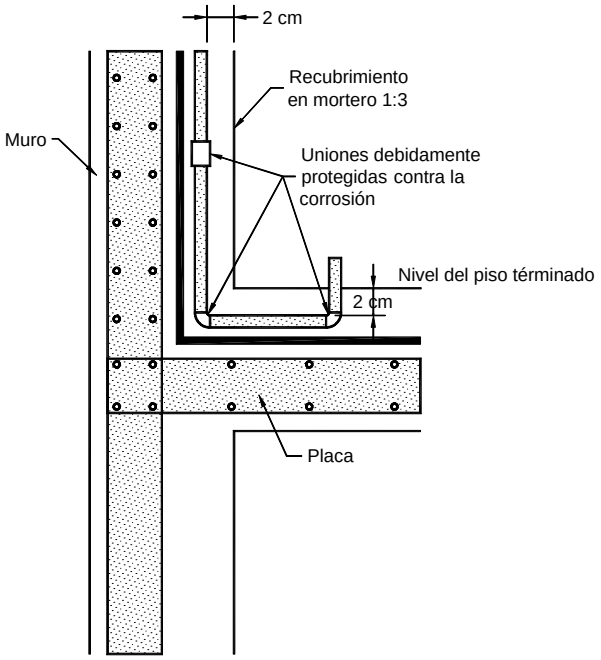
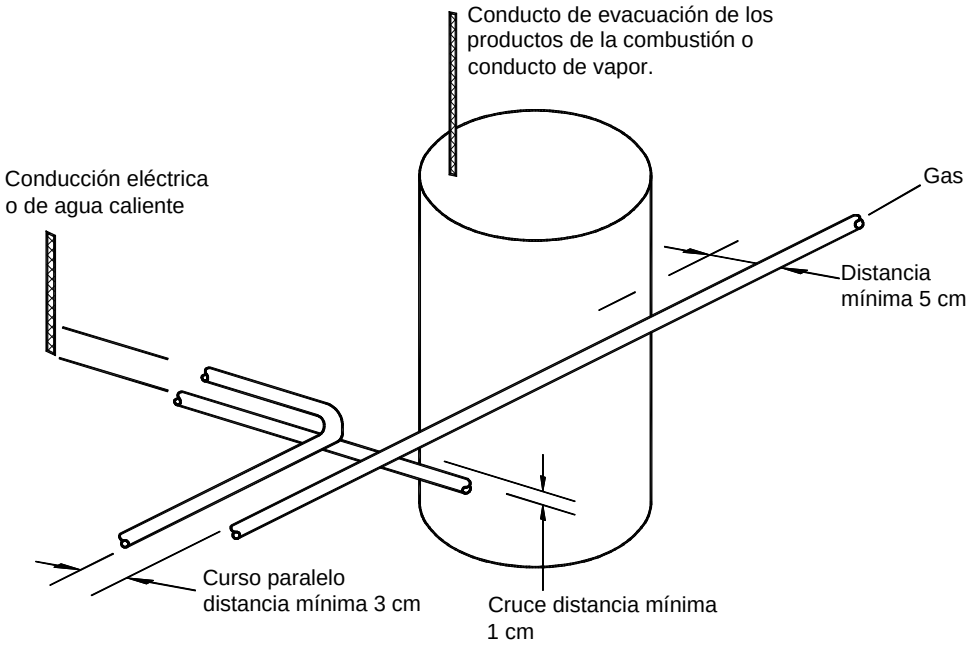


Figura 3. Detalle de la instalación de las tuberías embebidas



Tubería de otros servicios	Curso paralelo	Cruce
Conducción agua caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica	3 cm	1 cm
Conducción de vapor	5 cm	5 cm
Chimeneas	5 cm	5 cm

Figura 4. Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tuberías de otros servicios

5.1.1.3 Tuberías por camisas y conductos

Cuando se requiera encamisar las tuberías que conducen gas se deben cumplir los siguientes requisitos, según sea aplicable:

a) Cuando se realice un encamisado por ventilación, los extremos de las camisas deben ser abiertos y ventilados al exterior. Si ello no es posible basta con comunicar el extremo más alto con el exterior y el otro se debe mantener sellado.

b) Cuando se requiera encamisar para proteger contra daño mecánico la camisa debe ser rígida y tener un espesor mínimo de 1,5 mm.

c) Cuando se deseen ocultar o disimular las tuberías por motivos estéticos los conductos deben ser fabricadas con materiales autoextinguibles que no originen par galvánico con las tuberías que contienen.

d) Los conductos deben ser continuos en todo su recorrido; si su extremo superior no está abierto debe disponer de rejillas de ventilación a máximo 30 cm de sus extremos para la evacuación de los eventuales escapes que puedan ocasionarse en las tuberías alojadas en su interior. La superficie exterior de las camisas y conductos debe estar recubierta mediante una protección que impida el ataque del ambiente exterior (véase la Figura 5).

e) No debe existir contacto físico entre las camisas o conductos metálicos, con las estructuras metálicas de la edificación ni con cualquier otra tubería metálica.

f) Cuando las tuberías verticales estén localizadas en sitios susceptibles de recibir golpes como por ejemplo en garajes o zonas de parqueo, éstas deben protegerse con un elemento cuya altura mínima sea de un metro (véase la Figura 6).

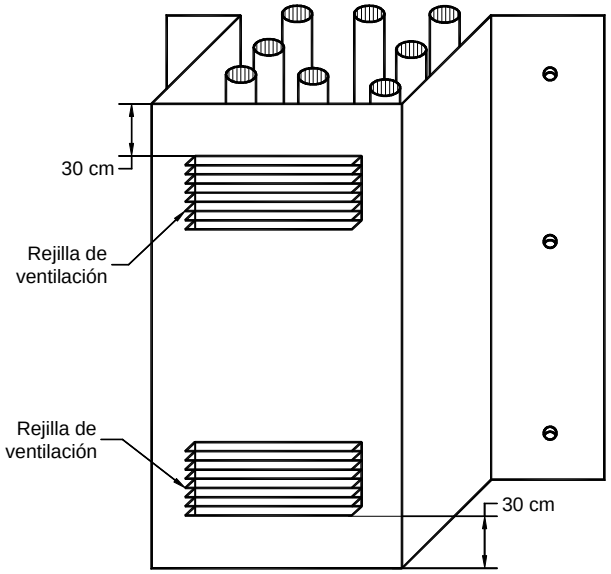


Figura 5. Tuberías por conductos

5.1.2 Tuberías a la vista

En la instalación de tuberías a la vista deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

a) Se debe garantizar la seguridad, alineamiento y estabilidad mediante la adopción de mecanismos de amarre y arriostramiento.

b) Las tuberías aéreas se deben apoyar sobre elementos estables, rígidos y seguros de la edificación.

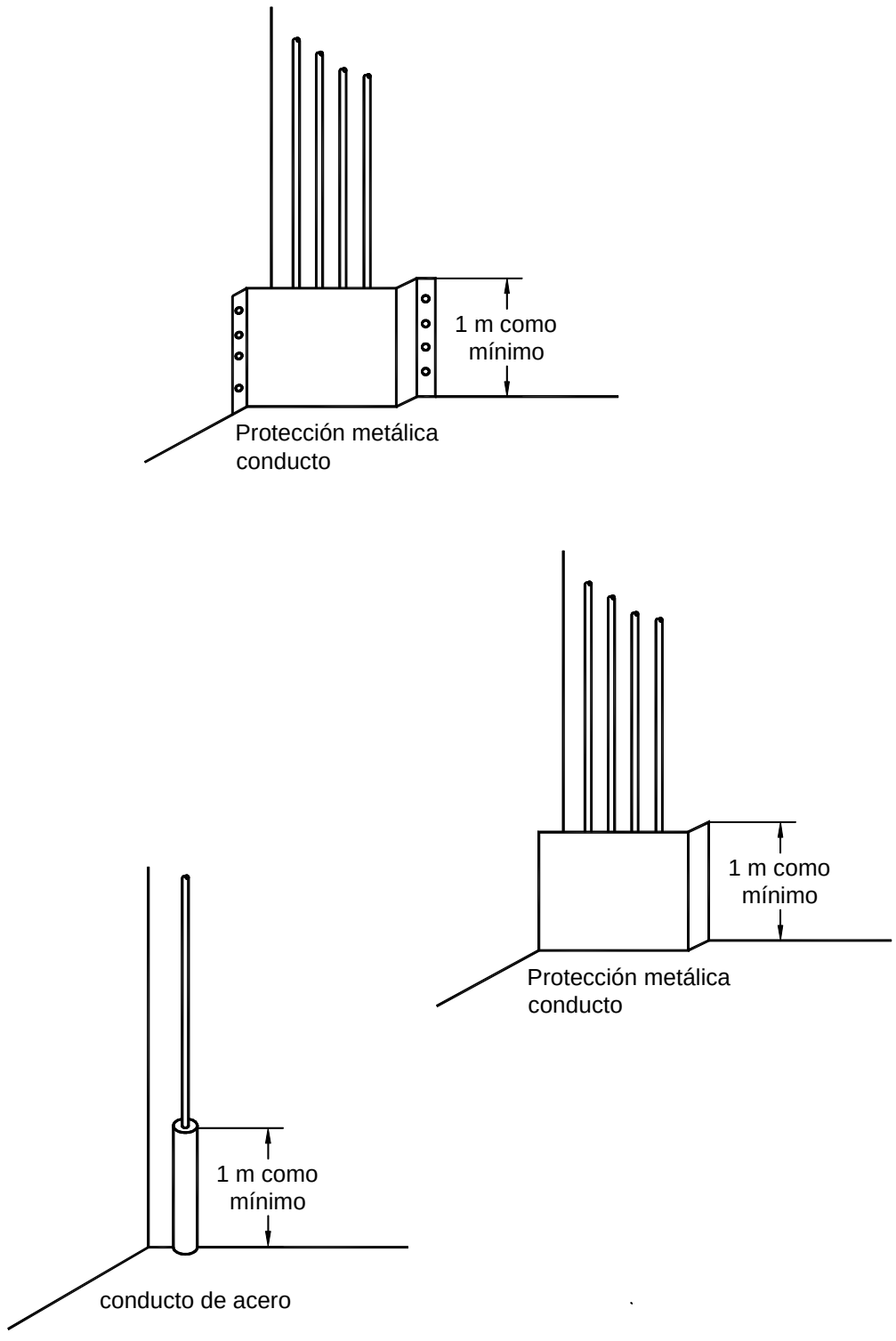


Figura 6. Protección mecánica de tubería que conducen gas mediante camisas y conductos

c) Las tuberías a la vista deben soportarse con un dispositivo de anclaje de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.1.3 de esta norma.

d) Se deben tomar las medidas necesarias para procurar la libre contracción y dilatación de los tubos con los cambios de temperatura.

e) Las tuberías a la vista deben estar protegidas contra los agentes nocivos del medio donde se encuentren expuestas, mediante un sistema adecuado, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.3.

f) Las tuberías para suministro de gas no deben estar en contacto con conducciones de vapor, agua caliente, o eléctricas. Las distancias mínimas entre una instalación de gas a la vista y otro tipo de conducción deben ser las relacionadas en la Figura 4.

g) El trazado de las tuberías a la vista debe realizarse de manera que éstas queden protegidas contra daños mecánicos.

5.1.3 Dispositivos de anclaje

a) Se deben ubicar con una distancia máxima de conformidad con las especificaciones de la Tabla 1.

Tabla 1. Distancias para dispositivos de anclaje

Tamaño nominal de la tubería rígida (pulgadas)	Distancia entre soportes		Tamaño nominal de la tubería flexible (pulgadas)	Distancia entre soportes	
	m	pies		m	pies
1/2	1,85	6	1/2	1,25	4
3/4 o 1	2,45	8	5/8 o 3/4	1,85	6
1 1/4 o mayores (Horizontales)	3,0	10	7/8 o 1	2,45	8
1 1/4 o mayores (Verticales)	una en cada nivel o piso		1 o mayores (verticales)	una en cada nivel o piso	

b) En el caso de tuberías metálicas, debe intercalarse entre el tubo y la abrazadera un material dieléctrico que evite el contacto directo de los dos metales.

c) En caso de ser necesario se debe colocar un dispositivo de anclaje cercano a la válvula de paso de cada artefacto.

d) En caso de ser necesario los sitios de cambios de dirección deben colocarse dispositivos de fijación adicionales.

e) En cualquier caso, en los tramos verticales debe colocarse como mínimo un dispositivo de fijación por nivel o piso.

f) Cuando las tuberías están instaladas cerca al techo de las edificaciones, en el diseño y colocación de los soportes se deben tener en cuenta las distancias mínimas que faciliten el mantenimiento.

5.2 MÉTODOS DE ACOPLAMIENTO DE TUBERÍAS

Las uniones solamente deben ser ejecutadas por una persona competente.

Para la ejecución de las uniones únicamente se deben emplear las herramientas, accesorios y procedimientos específicos para una técnica, que sean recomendados por el fabricante de la tubería y/o los accesorios y que cumplan con lo establecido en el numeral 4.

Se deben tomar las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre la tubería, las herramientas y los accesorios.

NOTA El Anexo B contiene pautas sobre el método de unión a presión para las tuberías multicapas.

5.2.1 Conexiones (uniones) mecánicas

5.2.1.1 Conexiones (uniones) roscadas

Las conexiones roscadas se utilizan para la unión de tuberías metálicas rígidas de acero y sus correspondientes accesorios.

En las conexiones roscadas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La unión roscada debe ser del tipo cónico NPT acorde con la NTC 332 para conexiones en tuberías de acero que cumplan los requisitos de la NTC 3470 ó del tipo establecido en la NTC 2104 para las tuberías que cumplan con los requerimientos de la NTC 2249.

b) Otro tipo de uniones roscadas deben estar especificadas para gas y cumplir las normas técnicas correspondientes.

c) Se debe garantizar que la porción de la rosca que queda expuesta esté debidamente protegida contra la corrosión.

d) No deben usarse uniones de tipo roscado para tuberías de diámetro mayor que 100,8 mm (4 pulgadas)

e) Se requiere el uso de sellantes que cumplan con los requisitos del numeral 4.8.

5.2.1.2 Uniones con empaques

Se pueden utilizar en los empalmes donde sea necesario efectuar labores de revisión, reparación o desmonte de las partes, tales como en el acople al medidor, en las uniones universales, bridas o en los acoples rápidos. Para los conectores rápidos debe cumplirse lo establecido en la norma ANSI Z21.41.

El sello de los dos cuerpos que integran la unión universal debe hacerse mediante empaques "o-ring" o planos, de vitón, buna-n, neopreno o materiales similares que no sean atacados por el gas.

Se prohíbe el uso de cauchos naturales para estas aplicaciones. Tampoco se permite el uso de uniones universales con asiento cónico metálico.

5.2.1.3 Otras conexiones (uniones) mecánicas

Las uniones mecánicas se utilizan en la unión de tuberías metálicas rígidas o flexibles y sus correspondientes accesorios. En las conexiones mecánicas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Para conexiones abocinadas los accesorios deben cumplir los requisitos de la NTC 4137 ó de la NTC 4138. De igual forma el abocinado de la tubería debe efectuarse de conformidad con lo establecido en la norma SAE J533.

b) En la conexión tipo anillo de ajuste, la hermeticidad se asegura mediante el anillo metálico que al ser comprimido por la tuerca, se ajusta en la pared del tubo. Una vez utilizado este tipo de unión, no se debe volver a emplear debido a que el anillo ya deformado no garantiza la hermeticidad.

c) Otro tipo de uniones mecánicas se pueden emplear únicamente donde la experiencia o ensayos hayan demostrado que son adecuadas para las condiciones locales y donde se prevean desde el diseño las consideraciones para impedir la eventual separación de las juntas.

5.2.2 Conexiones (uniones) soldadas

Las conexiones soldadas se utilizan en la unión de tuberías metálicas rígidas y flexibles y sus correspondientes accesorios.

En las conexiones soldadas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Para soldar tuberías de acero, se deben cumplir los requisitos de la NTC 2057.

b) Las tuberías de cobre que trabajan a baja presión (véase la NTC 3838) se pueden unir empleando soldadura capilar blanda (de bajo punto de fusión), que cumpla con lo establecido en la NTC 2700 y el proceso de aplicación cumpla con lo establecido en la ASTM B 828. Las tuberías de cobre que trabajan a media presión (véase la NTC 3838), deben cumplir lo establecido en la NTC 4128 y se deben unir empleando soldadura capilar fuerte (de alto punto de fusión).

c) Las tuberías de cobre rígido que trabajan con una presión de operación hasta 345 mbar (5 psig) se pueden unir empleando soldadura química en frío según lo establecido en la NTC 5071.

5.2.3 Conexiones para tuberías plásticas

La tubería plástica de polietileno y sus acoples deben unirse por el método de fusión térmica o mediante el uso de uniones mecánicas. Estas uniones mecánicas deben cumplir con los requisitos establecidos en la NTC 1746. El sistema que se utilice debe ser compatible con los materiales que se estén uniendo, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a) No deben utilizarse conexiones roscadas en tuberías de polietileno.

b) No se permite el uso de pegantes o sellantes químicos.

c) La junta debe tener un valor de resistencia longitudinal al estiramiento como mínimo igual a la resistencia a la tracción de la tubería plástica.

d) Las uniones por fusión térmica deben hacerse de acuerdo con la ASTM D2657 y deben cumplir las recomendaciones dadas por el fabricante para garantizar que su resistencia es como mínimo equivalente a la de la tubería plástica.

e) No debe usarse el método de fusión térmica para unir tuberías fabricadas de materiales plásticos incompatibles.

f) Cuando se empleen conexiones mecánicas por compresión, debe usarse un segmento tubular o anillo rígido interno en conjunción con el acople y sus dimensiones deben ser tales que entre a ras con la tubería y se extienda por lo menos a lo largo de la longitud total del acople mecánico. No deben usarse anillos seccionados o de ajuste.

g) La unión a tope de tuberías con accesorios debe cumplir con los requisitos de la NTC 3409.

h) La unión de accesorios tipo campana debe cumplir con lo establecido en la NTC 3410.

i) Los acoples mecánicos deben ensayarse y cumplir con lo establecido en la NTC 1746.

j) Para uniones con accesorios por el método de electrofusión debe cumplirse lo establecido en la norma ASTM F1055.

5.3 PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN

Las tuberías, equipos y demás elementos que conforman una instalación, deben resistir la acción del gas y del medio exterior con el que estén en contacto. Según se requiera, se debe aplicar un sistema de protección contra la corrosión a las instalaciones de conformidad con las recomendaciones del fabricante para cada uno de los elementos mencionados o con las normas técnicas aplicables.

5.4 UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CORTE

Con el propósito de seccionar las instalaciones para suministro de gas, se requiere dotarlas con válvulas de corte de accionamiento manual ubicadas como mínimo en los siguientes puntos (véase la Figura 7):

a) En la acometida.

b) A la entrada de cada centro de medición colectivo, cuando el número de medidores, atendidos por la misma acometida sea mayor o igual a tres.

c) A la entrada de cada medidor cuando se tienen centros de medición colectivos.

d) Para cada punto de salida de la instalación destinado a la conexión de los artefactos. Se exceptúa de este requisito los puntos de salida de la instalación destinados a la conexión de artefactos de cocción clase 3, horno y mesa de trabajo combinados (véase la NTC 2832-1) en los cuales se permite la ubicación de una sola válvula.

e) Antes de todo regulador colectivo.

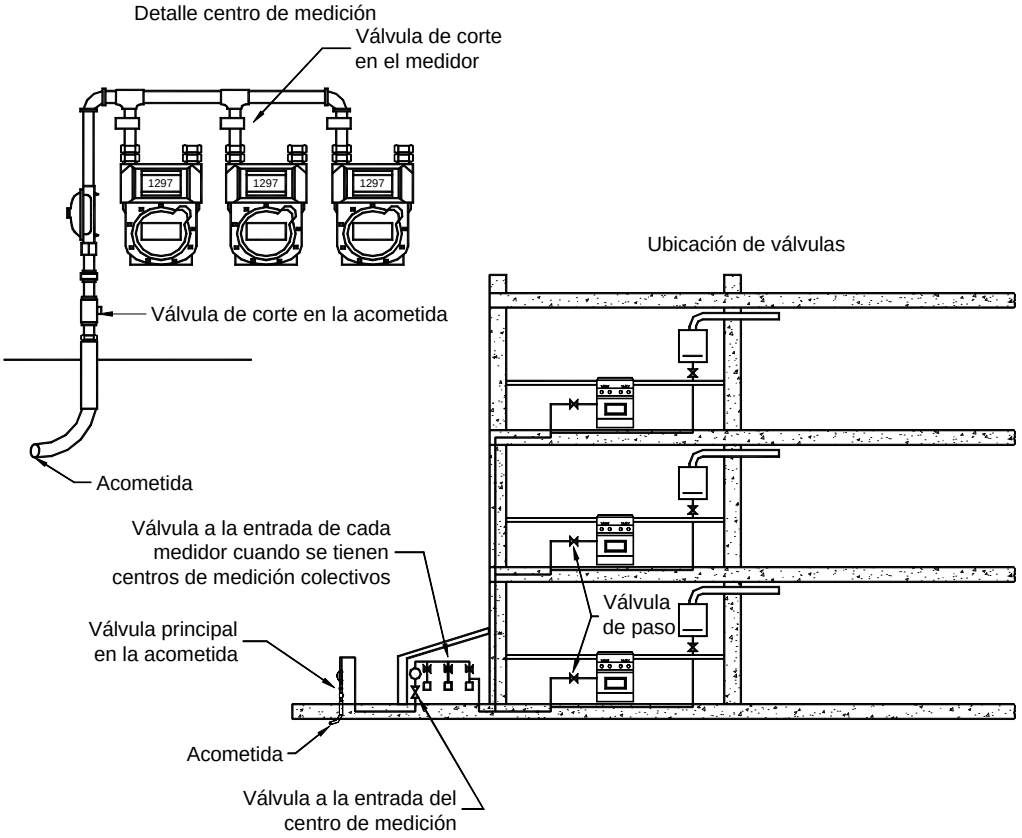


Figura 7. Esquema de ubicación de válvulas en las líneas de servicio para suministro de gas

5.5 CENTROS DE MEDICIÓN

Deben estar conformados por los equipos y elementos requeridos para efectuar la medición, la regulación y el control del suministro del servicio de gas para uno o varios usuarios.

5.5.1 Ubicación y protección de los centros de medición

El lugar destinado para la ubicación de los centros de medición debe cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

a) Su localización debe ser en el exterior de las viviendas o en áreas comunes ventiladas, con facilidad de acceso para su lectura y de dimensiones tales que permitan la realización de trabajos de mantenimiento, control, inspección, reparación y reposición.

b) En el caso de localizar el centro de medición en áreas comunes no ventiladas dentro de la edificación, debe realizarse la instalación en armarios o nichos que cumplan los siguientes requisitos:

1) El armario o nicho debe ser hermético hacia el área común.

2) El armario o nicho debe cumplir las siguientes condiciones de ventilación siempre y cuando esta ventilación no se de hacia el área común.

a. El área de entrada y salida de aire (S) del armario en cm² debe ser mayor o igual a diez veces la superficie en planta de dicho armario (A) en m², siendo el área mínima 20 cm².

$$S\ (cm^2) \geq 10\ A\ (m^2)$$

b. Si no es posible proporcionar al armario ventilación natural, ésta debe efectuarse mediante un conducto cuya sección transversal sea igual al área calculada anteriormente, afectándola por un factor en función de la longitud del conducto, así:

Longitud (m)	Factor
$3 \leq L \leq 10$	1,5
$10 < L \leq 26$	2,0
$26 < L \leq 50$	2,5

c. En caso de requerirse iluminación en los armarios, deben instalarse lámparas a prueba de explosión y el interruptor de encendido se debe localizar en el exterior del mismo.

c) El centro de medición debe aislarse de interruptores, motores u otros artefactos eléctricos que puedan producir chispas. Está totalmente prohibido el almacenamiento de materiales combustibles en los alrededores del centro de medición.

d) El sitio debe estar protegido de la acción de agentes externos tales como impacto, daños mecánicos, humedad excesiva, agentes corrosivos y en general, de cualquier factor que pueda producir el deterioro acelerado de los equipos.

e) Para gases más densos que el aire, los medidores no pueden ubicarse en un local cuyo nivel esté por debajo del nivel del terreno, como en el caso de sótanos o semisótanos, pues existe el peligro de acumulación de gases causado por escapes.

f) Los medidores no se deben ubicar a nivel del piso; la mínima distancia que se permite con respecto a éste, es de 50 mm.

5.5.2 Instalación de los centros de medición

a) Los medidores se deben instalar en forma vertical, nivelados y conectados a tuberías que garanticen la estabilidad del equipo y la hermeticidad del sistema.

b) Cada medidor individual del centro de medición colectivo debe estar marcado de tal manera que identifique con exactitud la vivienda a la cual registra el consumo.

c) Los centros de medición deben disponer de válvulas que permitan el suministro o suspensión del servicio, ubicadas de conformidad con lo definido en el numeral 5.4.

d) El venteo del regulador debe quedar orientado hacia abajo o en sentido lateral, protegido de la entrada de agua e insectos.

5.5.3 Ubicación de los reguladores

La ubicación de los reguladores debe efectuarse atendiendo lo establecido en el numeral 3.2 y si no se encuentran en el mismo sitio del medidor, los reguladores deben cumplir, además de lo estipulado para los medidores, las siguientes condiciones:

a) Debe instalarse una válvula de corte antes del regulador.

b) Cuando un regulador de presión, provisto de válvula de alivio, esté localizado en un lugar donde una falla del mismo puede generar condiciones de riesgo, se requiere la instalación de una tubería de venteo hacia el exterior del recinto con capacidad para evacuar el volumen de gas previsto.

Cuando en el mismo lugar estén instalados varios reguladores, cada uno debe disponer de una tubería de venteo independiente instalada de tal forma que se evite su obstrucción por la entrada de agua, insectos o cualquier otro elemento. En ningún caso dichas tuberías deben conectarse a los conductos que transportan los productos de la combustión de los artefactos que funcionan con gas.

c) La ubicación de los reguladores se puede realizar de acuerdo con los siguientes criterios:

1) Regulación de única etapa. El regulador se debe localizar entre la línea secundaria y el exterior de la edificación.

2) Regulación en dos etapas.

a. En la línea matriz, el regulador se localiza entre la línea secundaria y el exterior de la edificación, para la primera etapa. El regulador de segunda etapa puede localizarse en el exterior o en áreas comunes ventiladas. Se pueden ubicar en áreas comunes no ventiladas dentro de la edificación previo cumplimiento de los siguientes requisitos:

- El armario o nicho sea hermético hacia el área común.

- El armario o nicho cumpla las condiciones de ventilación establecidas en el numeral 5.5.1 literal b ítem 2.

b. Regulación en dos etapas, en líneas individuales. El regulador de segunda etapa se puede ubicar dentro de la vivienda, siempre y cuando se satisfagan los requisitos de seguridad establecidos para el alivio de sobrepresión de los reguladores instalados en recintos interiores que establece la NTC 3293 o reguladores que cumplan con la NTC 3727 siempre que el venteo esté conectado al exterior.

3) Regulación en tres etapas.

a. Primera etapa: El regulador se localiza entre la línea secundaria y el exterior de la edificación.

b. Segunda etapa: El regulador se localiza en el exterior o en las áreas comunes de fácil acceso dentro de la edificación (ubicado en los armarios o nichos) siempre y cuando las condiciones de ventilación del área no permitan la acumulación del gas combustible en el interior de la edificación.

c. Tercera etapa: El regulador puede estar ubicado dentro de la vivienda, siempre y cuando se satisfagan los requisitos de seguridad establecidos para el alivio de sobrepresión de los reguladores instalados en recintos interiores que establece la NTC 3293.

6. VERIFICACIÓN Y ENSAYOS

Las verificaciones y ensayos contemplados en esta norma son aplicables a instalaciones que se van a poner en servicio una vez construidas y cuando se efectúen cambios de combustible en una instalación existente. En procesos de revisión posteriores y en reparaciones menores o adiciones no se requiere efectuar el ensayo de hermeticidad especificado en esta norma, siempre y cuando se utilice un método que permita verificar la hermeticidad del sistema.

Como requisito para la puesta en servicio debe efectuarse una verificación detallada de las especificaciones de diseño y construcción haciendo especial énfasis en los siguientes aspectos:

6.1 VERIFICACIONES

6.1.1 Trazado de la instalación para suministro de gas

Se debe efectuar una inspección visual del recorrido de la instalación para determinar la correcta ubicación del sistema de tuberías, de los puntos de salida y de las diferentes válvulas de corte de la instalación.

Se debe realizar la verificación de las distancias mínimas con respecto a líneas de otros servicios.

Se deben comprobar las condiciones de ventilación de los recintos donde se ubicarán los gasodomésticos.

6.1.2 Componentes de la instalación

Debe comprobarse que las dimensiones del sistema de tuberías estén de acuerdo con lo estipulado en el diseño, verificando que sus componentes hayan sido evaluados, de conformidad con lo establecido en la presente norma o en las normas que sean aplicables.

Adicionalmente deben revisarse los siguientes aspectos:

a) Protección del sistema de tuberías, contra corrosión y daños mecánicos.

b) Verificación del sistema de acoplamiento de las tuberías, de acuerdo con las exigencias de la presente norma.

c) Selección adecuada de los equipos de medición y regulación, de conformidad con los requerimientos de consumo.

d) Ubicación e instalación correcta de los equipos de medición y regulación y protección de los mismos contra daños mecánicos.

6.2 ENSAYOS

6.2.1 Ensayo de hermeticidad

Los ensayos de hermeticidad deben contemplar los siguientes aspectos:

a) Antes de su puesta en servicio, toda instalación para suministro de gas debe someterse a un ensayo de hermeticidad y proporcionar resultados satisfactorios (véase la Tabla 2).

Tabla 2. Presiones para el ensayo de hermeticidad

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
P ≤ 13,8 kPa (P ≤ 2 psig)	34,5 kPa (5 psig)	15 min
13,8 kPa < P ≤ 34,5 kPa (2 psig < P ≤ 5 psig)	207 kPa (30 psi)	1 h
34,5 kPa < P ≤ 138 kPa (5 psi < P ≤ 20 psi)	414 kPa (60 psi)	1 h

b) El ensayo debe realizarse a temperatura ambiente con aire o gas inerte; se prohíbe el uso de oxígeno, agua y gases combustibles para este propósito.

c) Los ensayos se deben realizar antes de la instalación de los medidores, reguladores y artefactos de consumo.

d) Cuando se utilicen sellantes anaeróbicos en las conexiones roscadas, el ensayo de hermeticidad del sistema de tuberías se debe efectuar después de transcurrido el tiempo de curado especificado por el fabricante del producto.

e) Durante el desarrollo de los ensayos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1) Se debe tomar las precauciones necesarias para garantizar las condiciones mínimas de seguridad, tanto del personal que efectúe la prueba como de la instalación.

2) Se debe identificar la totalidad de salidas de la instalación.

3) Se debe efectuar una purga o barrido del sistema de tuberías de tal manera que se garantice la eliminación de cualquier material extraño en el interior de las tuberías.

4) Las salidas deben estar provistas de tapones que proporcionen hermeticidad. No se permite el uso de madera, corcho u otro material inadecuado.

5) Las válvulas ubicadas tanto en los extremos de la instalación como aquéllas localizadas en los tramos intermedios, deben estar abiertas. Durante el ensayo se irán maniobrando las válvulas para comprobar su hermeticidad.

6) Se deben utilizar los siguientes equipos o elementos: compresor o fuente de suministro de aire, agua jabonosa y cabezas de ensayo.

7) El procedimiento consiste en inyectar aire hasta lograr estabilizar la presión de ensayo especificada en la Tabla 2, desconectar luego la fuente de suministro y tomar la lectura de presión para establecer la hermeticidad una vez haya transcurrido el tiempo mínimo de ensayo.

f) Los manómetros empleados en el ensayo deben ser tales que la presión de ensayo se encuentre entre el 25 % y el 75 % de su rango de medición, y tenga un grado de precisión D según la norma ASME B40.100 o una clase de precisión 5 según la NTC 2263 (OIML 17).

g) Cuando por alguna circunstancia sea necesario interrumpir los ensayos, debe verificarse que el sistema quede en condiciones de seguridad satisfactorias.

h) Al realizar el ensayo de hermeticidad no se debe presentar variación en la lectura indicada por el manómetro que registra la presión de ensayo. En caso contrario se considera que el sistema no es hermético.

i) Cuando al efectuar el ensayo de hermeticidad se determine la existencia de escapes se deben efectuar las correcciones correspondientes y someter nuevamente el sistema a un ensayo de presión.

j) En la detección de escapes bajo ninguna circunstancia deben usarse fósforos, velas, llamas abiertas u otros métodos que constituyan una fuente de ignición.

7. PUESTA EN SERVICIO

El proceso de cargar con gas combustible una tubería que estaba llena de aire, requiere que dentro de la tubería no se generen mezclas inflamables o que éstas no se liberen dentro de espacios confinados. Para tal efecto se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

a) Una vez verificadas las instalaciones en lo relacionado con las condiciones de hermeticidad, se debe hacer la purga correspondiente para luego proceder a la conexión de los equipos de medición y regulación.

b) Se debe comprobar la hermeticidad de los componentes del centro de medición y de sus conexiones con el gas suministrado a la presión de servicio y utilizando agua jabonosa o detectores de gases combustibles.

c) Se debe efectuar la gasificación de las instalaciones garantizando unas condiciones mínimas de seguridad relacionadas con los siguientes aspectos:

1) Ventilación del recinto donde se ubican las salidas de gas.

2) Ausencia de fuentes de ignición en cercanías a la instalación de gas.

3) Durante la gasificación no debe haber personal ajeno a la empresa suministradora cerca al centro de medición y a los artefactos.

4) Verificación del taponamiento de todas las salidas de gas, que no van a ser puestas en servicio inicialmente.

d) Una vez gasificado el sistema se procede a la conexión de los diferentes artefactos y a la verificación de la correcta operación de los mismos en función del tipo de gas suministrado.

e) De toda instalación debe quedar un documento en el cual se deje constancia de que el usuario ha sido informado sobre los requisitos mínimos de seguridad para la adecuada operación de la instalación y del material impreso (cartillas, folletos, etc.) que le haya sido entregado para tal efecto.

8. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas referenciadas sin indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición de la norma referenciada (incluida cualquier corrección).

NTC 332:1994, Tubería Metálica. Roscas para tubería destinada a propósitos generales. Dimensiones en pulgada.

NTC 1746:1999, Plásticos. Tubos y accesorios termoplásticos para la conducción de gases a presión.

NTC 2057:1990, Metalurgia. Código para calificar el procedimiento para soldar y la habilidad del soldador.

NTC 2104:1996, Tubería metálica. Rosca para tubos en donde la presión-hermética de la junta se hace en los filetes.

NTC 2249:1989, Tubería metálica. Tubos de acero al carbono, con o sin costura, para usos comunes. Aptos para ser roscados.

NTC 2263:1987, Metrología. Manómetros indicadores de presión, manómetros de vacío y manómetros de presión-vacío para usos generales.

NTC 2576:1993, Aparatos mecánicos. Válvulas y mecanismos termoplásticos de corte accionados manualmente para sistemas de distribución de gas.

NTC 2635:1989, Productos químicos para uso industrial. Compuestos sellantes para uniones de tuberías y accesorios para gas natural y gases licuados del petróleo

NTC 2700:1996, Metales no ferrosos. Soldadura tipo suave. Composición química y forma de suministro.

NTC 2728:2005, Medidores de gas tipo diafragma.

NTC 2832-1:2001, Gasodomésticos para la cocción de alimentos. Parte 1. Requisitos de seguridad.

NTC 2826:2004, Aparatos mecánicos. Disposiciones generales para medidores de volumen de gas.

NTC 2863:1991, Metales no ferrosos. Resina como fundente para núcleos de soldadura.

NTC 3293:1995, Aparatos mecánicos. Reguladores de presión para aparatos domésticos que funcionan con gas.

NTC 3409:2002, Plásticos. Accesorios de polietileno -PE- para unión por fusión a tope con tubería de polietileno.

NTC 3410:2001, Plásticos. Accesorios de polietileno tipo campana para tubería de polietileno, tipo IPS o CTS, con diámetro exterior controlado.

NTC 3470:2000, Tubería metálica. Tubos de acero soldados y sin costura, negros y recubiertos de cinc por inmersión en caliente.

NTC 3527:2004, Gases de ensayo, presiones de ensayo y categorías de los artefactos a gas.

NTC 3538:1996, Aparatos mecánicos. Válvulas metálicas para gas accionadas manualmente para uso en sistemas de tubería con presiones manométricas de servicio desde 6,8 kPa (1 psi) hasta 861 kPa (125 psi). Tamaños desde 6,35 mm (1/4 de pulgadas) hasta 50,8 mm (2 pulgadas).

NTC 3631:2003, Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial.

NTC 3727:2005, Reguladores de presión para gas natural con dispositivo interno para alivio de sobrepresión.

NTC 3728:2001, Gasoductos. Líneas de transporte y redes de distribución de gas.

NTC 3740:1996, Válvulas metálicas para gas, accionadas manualmente para uso en sistemas de tuberías con presiones manométricas de servicio inferiores a 0,069 bar (1 psi).

NTC 3742:1999, Práctica normalizada para instalación subterránea de tubos termoplásticos de presión.

NTC 3838:2002, Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles.

NTC 3853:1998, Equipo, accesorios, manejo y transporte de GLP

NTC 3853-1:1996, Instalación de sistemas de GLP. (Gases licuados de petróleo)

NTC 3873, Reguladores de presión para GLP.

NTC 3944:1996, Tubería rígida de cobre sin costura. Tamaños normalizados.

NTC 3950:2005, Medidores de gas tipo diafragma. Características físicas.

NTC 4128:1997, Tubería flexible de cobre sin costura para gas natural y gases licuados del petróleo.

NTC 4136:1997, Medidores de gas tipo rotatorio.

NTC 4137:1997, Accesorios para tubería de refrigeración. Especificaciones generales

NTC 4128:1997, Tubería flexible de cobre sin costura para gas natural y gases licuados del petróleo (GLP).

NTC 4137:1997, Accesorios para tubería de refrigeración. Especificaciones generales.

NTC 4138:1997, Accesorios para tubería de automóvil.

NTC 4534, Dispositivos de transición para uso en las instalaciones de suministro de gas (elevadores).

NTC 4554:1998, Medidores de gas tipo diafragma con capacidad superior a 16 m^3/h. Características físicas.

NTC 4579:1999, Tubería corrugada de acero inoxidable para uso con combustibles gaseosos en edificaciones residenciales y comerciales.

NTC 5071:2002, Soldadura química en frío para tuberías rígidas de cobre y sus accesorios para gas natural y gases licuados del petróleo

ANSI B16.3: 1998, Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300.

ANSI B16.11:1996, Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded

ANSI B16.18:1984, Cast Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings R(1994)

ANSI B16.22:1995, Wrought Copper and Copper Alloy Solder Joint Pressure Fitttings.

ANSI Z21.41: Quick. Disconnect Devices for Use with Gas Fuel Appliances.

ANSI/ASME B36.10:1996, Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.

AS 4176, Polyethylene/Aluminium and Cross-linked Polyethylene/Aluminium Macro-composite Pipe Systems for Pressure Applications

ASME B31.8:1999, Gas Transmission and Distribution Piping Systems.

ASME B40.100:1998, Pressure Gauges and Gauge Attachments Incorporating ASME B40.1-1998 and ASME B40.7 Pressure. Indicating Dial Type - Elastic Element.

ASTM A 47:1999, Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings.

ASTM A106:1999, Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service.

ASTM B88:1999, Standard Specification for Seamless Copper Water Tube.

ASTM B280:1999, Standard Specification for Seamless Copper Tube for Air Conditioning and Refrigeration Field Service.

ASTM B 828:2000, Standard Practice for Making Capillary Joints by Soldering of Cooper and Cooper Alloy Tube and Fittings.

ASTM B345:2000, Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube for Gas and Oil Transmission and Distribution Piping Systems.

ASTM B361:1995, Standard Specification for Factory-Made Wrought Aluminum and Aluminum-Alloy Welding Fittings.

ASTM D2657:1997, Standard Practice for Heat Fusion Joining of Polyolefin Pipe and Fittings.

ASTM F1055:1998, Standard Specification for Electrofusion Type Polyethylene Fittings for Ouside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing.

BS 7786:1995, Unsintered PTFE Tape. General Requirements.

ISO 17484-1, Plastics Piping Systems. Multi-layered Pipe Systems for Indoor Gas Installations with a Maximum Operating Pressure Up to and Including 5 Bar. Part 1: Specifications for Systems.

MIL-T-27730 A:1998, Tape, Antiseize, Polytetrafluoroethylene, with Despenser.

MIL-F-52618/1C:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound 90 Degree Elbows, Tees, Crosses, 45 Degree Elbow and Couplings (straight sizes).

MIL-F-52618/2C:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound Reducers and Close and Open Pattern Return Bends

MIL-F-52618/3C:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 pound 90 Degree Elbow (reducing sizes).

MIL-F-52618/4C:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound Tees (Reducing Sizes).

MIL-F-52618/5C:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound 90 Degree and 45 Degree Street Elbows.

MIL-F-52618/6C:1990, Fittings, Pipe, Aluminum-alloy (Threaded) 150-Pound Caps

MIL-F-52618/7C:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound Square Head and Square Socket Plugs.

MIL-F-52618/8C:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound Outside Head, Inside Head and Face Bushings.

MIL-F-52618/8D:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound.

MIL-F-52618/9A:1990, Fittings, Pipe Aluminum-alloy (Threaded) 150 Pound Crosses (Reducing Sizes).

SAE J533:1999, Flares for Tubing.

ANEXO A
(Informativo)

TIPOS DE REGULACIÓN

A continuación se describen algunos tipos de regulación:

A.1 REGULACIÓN DE ÚNICA ETAPA

Hace referencia a las instalaciones en las cuales se regula directamente la presión de la línea secundaria (de la acometida) a la presión de la línea individual.

A.2 REGULACIÓN EN DOS ETAPAS

Cuando por las condiciones particulares de la instalación y teniendo en cuenta las limitaciones de máxima presión permisible dentro de las edificaciones, se requiera controlar la presión del gas en dos etapas, la regulación se puede efectuar de la siguiente manera:

Primera etapa: se reduce la presión de la línea secundaria (de la acometida) hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en la línea matriz o en la línea individual según el caso; si se trata de línea matriz. En el caso de líneas individuales se reduce la presión de la línea individual hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en las líneas individuales y a la cual se efectúa la medición.

Segunda etapa: En el caso de líneas matrices, se reduce la presión de la línea matriz hasta la presión de las líneas individuales.

En el caso de líneas individuales se reduce la presión de la línea individual hasta la presión de servicio de los artefactos de consumo.

A.3 REGULACIÓN EN TRES ETAPAS

Cuando por las condiciones particulares de la instalación se requiera controlar la presión del gas en tres etapas, la regulación se puede efectuar de la siguiente manera:

Primera etapa: se reduce la presión de la línea secundaria (de la acometida) hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en la línea matriz.

Segunda etapa: se reduce la presión de la línea matriz hasta un valor máximo de presión igual que el permisible en las líneas individuales y a la cual se efectúa la medición.

Tercera etapa: se reduce la presión de la línea individual hasta la presión de servicio de los artefactos de consumo.

A.4 OTROS TIPOS DE REGULACIÓN

Otros sistemas de regulación en más etapas están sujetos al cumplimiento de los niveles de presión permitidos por la NTC 3838.

ANEXO B
(Informativo)

PAUTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNIONES A PRESIÓN

B.1 GENERALIDADES

Los sistemas de tubería de materiales poliméricos pueden consistir de tubería de múltiples capas.

Solamente se pueden utilizar para las uniones los accesorios provistos o especificados por el fabricante como parte del sistema de tubería.

La unión a presión puede consistir de un tubo polimérico que se comprime sobre un accesorio metálico con la herramienta de presión apropiada o de un tubo polimérico que se contraiga junto con un anillo alrededor del accesorio metálico después de la expansión temporal de ellos con una herramienta apropiada de expansión.

B.2 PROCEDIMIENTO DE UNIÓN CON ACCESORIOS A PRESIÓN

Cuando se ejecuta una unión a presión como mínimo se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

a) se debe efectuar una inspección visual del tubo;

b) cortar y preparar el tubo según el manual de instrucción del fabricante y usando la herramienta de corte recomendada para hacer un corte limpio; después quitar las rebabas del exterior y el interior de los extremos de los tubos cuando es prescrito por el fabricante;

c) elegir el accesorio apropiado para el tamaño del tubo;

d) se debe efectuar una inspección visual del accesorio;

e) cuando el accesorio esta equipado con un anillo(s) de sello tipo O se debe verificar la presencia de él(los) y su aptitud para el propósito según lo especificado por el fabricante; en particular se debe verificar la presencia del sello tipo O apropiado para uso con gas y no para aplicación en agua.

f) utilizar la herramienta de presión recomendada por el fabricante del accesorio y los conjuntos de presión apropiados (mordazas y collares) relacionados con el diámetro correcto;

g) la herramienta de presión no puede ser de operación (accionamiento) manual;

h) utilice la herramienta para expandir con las cabezas de expansión apropiadas recomendadas por el fabricante del sistema;

i) siga el procedimiento de presión, expansión y contracción mencionado en el manual de instrucción del fabricante

La herramienta de presión debe ser tal que un ciclo de presión no pueda ser detenido sin completar todo el ciclo de presión.

Se deben seguir las instrucciones de mantenimiento especificadas por el fabricante para las herramientas de presión incluyendo las mordazas y collares y para las herramientas de expansión incluyendo las cabezas de expansión.

El procedimiento de unión debe estar disponible en campo en todo momento durante la operación de unión.

Se deben tomar todas las precauciones en campo para asegurar permanentemente que la unión a presión nunca sea realizada mediante soldadura del accesorio dentro o sobre el tubo.

ANEXO C
(Informativo)

BIBLIOGRAFIA

[1] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 54. National Fuel Gas Code. 8th Edition, Quincy, MA (USA), 2002.

[2] EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. Gas Supply. Gas Pipework for Buildings. Maximum Operating Pressure Less than or Equal to 5 Bar. Functional Recommendations. prEN 1775. Brussels, 2005.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 3728

2001-11-28

GASODUCTOS. LÍNEAS DE TRANSPORTE Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS

E: GAS PIPELINES. GAS TRANSMISSION LINES AND DISTRIBUTION NETWORKS

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: distribución de gas; instalación de gas; gasoducto.

I.C.S.: 91.140.40

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2001-12-18

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajes competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el periodo de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3728 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo el 2001-11-28.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 416201 Gasoductos:

ACOGAS
ECOPETROL
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN
EXTRUCOL S.A.
GAS NATURAL S.A. E.S.P.
GASES DE LA GUAJIRA S.A. E.S.P.
GASES DEL CARIBE S.A. E.S.P.
INDUSTRIA SHUMCAR
LLANOGAS S.A. E.S.P.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
PROMIGAS S.A. E.S.P.
SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS
SURTIGAS S.A. E.S.P.
UDI

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

AFOMDIGAS
ALUMINA S.A.
BPX COLOMBIA
COMPAÑÍA OPERADORA DEL GASODUCTO CENTROORIENTE
CONFEDEGAS
CONSORCIO METALÚRGICO NACIONAL-COLMENA
CONSTRUCTORA NORBERTO ODEBRECHT S.A.
GARNICA VILLAMIZAR LTDA.
GAS NATURAL DEL ORIENTE S.A. E.S.P.
GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
GRUPO REDES
INDUSTRIA SUPERIOR DE ARTEFACTOS
INDUSTRIAS CIMSA LTDA.
INDUSTRIAS HACEB S.A.
INDUSTRIAS METÁLICAS BACHÚE
METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.
MULTI LINE SERVICES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
UNIFIX LTDA.

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

ÍNDICE

		Página
1.	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2.	DEFINICIONES	2
3.	CONDICIONES DE DISEÑO	7
3.1	SISTEMAS DE SEGURIDAD	7
3.2	TRAZADO DE REDES	11
4.	MATERIALES, EQUIPOS Y ACCESORIOS	24
4.1	GENERALIDADES	24
4.2	TUBERÍAS	28
4.3	ACCESORIOS	30
4.4	VÁLVULAS	36
5.	CONSTRUCCIÓN	36
5.1	GENERALIDADES	36
5.2	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS METÁLICAS	40
5.3	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PLÁSTICAS	45
5.4	OBRAS Y CRUCES ESPECIALES	48
6.	VERIFICACIÓN Y PRUEBAS	49
6.1	GENERALIDADES	49
6.2	PRUEBAS	49

7. OPERACIÓN 52

7.1 REQUISITOS GENERALES 52

7.2 MANUAL DE OPERACIÓN 53

7.3 MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN PERMISIBLE 53

7.4 INSPECCIONES 55

7.5 PREVENCIÓN DE DAÑOS 55

7.6 PLANES DE CONTINGENCIA 56

7.7 ODORIZACIÓN DEL GAS 56

7.8 DERIVACIONES EN LÍNEAS EN OPERACIÓN 57

7.9 GASIFICACIÓN Y PURGA DE LA RED 57

7.10 INTERRUPCIÓN Y RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO 57

8. MANTENIMIENTO 57

8.1 GENERALIDADES 57

8.2 CONTROL DE LA CORROSIÓN 58

8.3 DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE FUGAS 59

8.4 PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN 60

8.5 PRUEBAS Y REPARACIONES 63

8.6 REGISTROS 63

8.7 MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA RED DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN 64

9. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN 65

9.1 GENERALIDADES 65

9.2 CORROSIÓN EXTERNA 65

9.3 CORROSIÓN INTERNA 69

9.4 CONTROL DE CORROSIÓN ATMOSFÉRICA 70

9.5 ESTADÍSTICA Y REGISTROS 70

10. APÉNDICE 70

10.1 NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE 70

TABLAS

Tabla 1. Separación máxima de las válvulas de seccionamiento para líneas de transporte y líneas primarias

Tabla 2A. Factores de diseño básicos según la clase de localidad

Tabla 2B. Factores de diseño asignados a los sistemas de tuberías de acero

Tabla 3. Factor de eficiencia longitudinal de las juntas soldadas (E)

Tabla 4. Factor de degradación por temperatura (T)

Tabla 5. Clasificación de grupos de metales de aporte

Tabla 6. Profundidades de las redes de distribución primarias o líneas de transporte en excavaciones en roca

Tabla 7. Presiones de ensayo y agentes de prueba para tuberías metálicas

Tabla 8. Máximo esfuerzo circunferencial permisible durante el ensayo

GASODUCTOS.
LÍNEAS DE TRANSPORTE Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir las líneas de transporte y las redes de distribución de gases combustibles, en cuanto al diseño, materiales, construcción, verificación y pruebas, condiciones de operación y exigencias relativas al mantenimiento y control de la corrosión.

Nota 1. Para efectos de esta norma se entenderá por "gases combustibles" los estipulados en la NTC 3527.

1.2 Esta norma contempla los siguientes sistemas:

a) Líneas de transporte

b) Redes de distribución:

Líneas primarias

Líneas secundarias

Líneas de acometida

Las especificaciones de esta norma son adecuadas para las condiciones de operación y prestación del servicio regularmente encontradas en la industria del gas. Toda actividad desarrollada bajo el campo de aplicación de esta norma debe satisfacer o exceder las especificaciones en materia de seguridad aquí contempladas.

1.3 Las instalaciones y sistemas de gas con condiciones especiales o inusuales de suministro, no están contempladas por esta norma. Las actividades de diseño, construcción, instalación, ensayo, operación y mantenimiento de los sistemas con condiciones especiales o inusuales de suministro deben ser desarrolladas con ajuste a las normas técnicas que les sean aplicables.

Entre estas instalaciones y sistemas se encuentran los siguientes:

a) Plantas de producción, refinación o procesamiento de gases combustibles.

b) Plantas almacenadoras, envasadoras o distribuidoras de gases licuados del petróleo.

c) Depósitos para el almacenamiento y distribución de cilindros portátiles para gases licuados del petróleo.

d) Estaciones compresoras, estaciones receptoras (City Gates) y estaciones reguladoras de distrito.

e) Estaciones compresoras para gas natural comprimido (GNC), instalaciones abastecidas con gas natural comprimido y recipientes a presión para el almacenamiento, transporte o distribución de gas natural comprimido.

f) Equipos y sistemas de carburación para automotores.

g) Artefactos a gas de uso doméstico, comercial o industrial.

h) Sistemas de tuberías para el transporte de gases licuados del petróleo en estado líquido, líneas de trasiego y líneas remotas de llenado.

i) Recipientes a presión para el almacenamiento, transporte y distribución de gases licuados del petróleo.

j) Plataformas marinas e instalaciones costa-afuera.

k) Plantas termoeléctricas o de cogeneración.

l) Instalaciones de producción, almacenamiento y recibo de Gas Natural Licuado (GNL).

m) Las aplicaciones especiales que a juicio de las empresas responsables por su diseño, operación y mantenimiento, puedan someterse a las especificaciones de construcción y funcionamiento prescritos por otras normas técnicas nacionales o extranjeras, siempre que estos requisitos conduzcan al establecimiento de unas condiciones de confiabilidad y seguridad de operación similares o superiores a las que se obtendrían con base en las disposiciones de la presente norma, y tales aplicaciones especiales sean aprobadas por la autoridad competente.

1.4 Las prescripciones de esta norma son aplicables en todo su contenido a sistemas construidos después de la ratificación de esta NTC. Para los sistemas existentes, son aplicables únicamente a los procedimientos de operación y mantenimiento.

2. DEFINICIONES

2.1 Actuador. Mecanismo que hace que una válvula se cierre o se abra.

2.2 Agrupamiento o Cluster. Un grupo de edificios destinados para ocupación residencial que están cercanamente espaciados y que daría como resultado un notable y claro incremento en la densidad de edificios con respecto a las áreas circundantes. Ejemplos pueden ser urbanizaciones o grupo de casas en sitios despoblados o zonas de camping.

2.3 Amenaza. Todo fenómeno físico de origen natural o antrópico que pueda causar daño a las líneas de transporte o red de distribución. Son amenazas naturales los sismos, los deslizamientos, las inundaciones, los huracanes, las avalanchas, etc. Son amenazas antrópicas aquellas producidas intencionalmente o no por el hombre o por una falla de carácter técnico.

2.4 Base de diseño hidrostático con resistencia a largo plazo. Es el esfuerzo estimado que se ejerce sobre las paredes de las tuberías plásticas hasta causar su rotura, al cabo de un promedio de 100,000 horas de ser sometidas a una presión hidrostática constante.

2.5 Barrera física. Un pantano, ciénaga, gran río, acantilado, risco, parque nacional o cualquier otro aspecto del medio ambiente o control sobre el uso del suelo que limita la expansión o extensión de desarrollos de ingeniería más allá de un cierto punto de las redes de transporte o distribución de gas.

2.6 Cajas de inspección. Estructuras subterráneas a las cuales se puede tener acceso y que están diseñadas para contener tubería y componentes del sistema (tales como válvulas o reguladores).

2.7 Centro de medición. Equipos y elementos requeridos para efectuar la regulación, control y medición del suministro del servicio de gas.

2.8 Clase de localidad. Clasificación de un área geográfica a lo largo del recorrido de un sistema de tuberías, de acuerdo con el número y proximidad a edificaciones destinadas para ocupación humana. Se aplican en prescripción de factores de diseño para la construcción, operación y ensayo de los sistemas de tuberías localizadas dentro de un área específica, teniendo en cuenta requisitos particulares de operación y mantenimiento.

2.9 Compañía operadora. Entidad que opera una línea de transporte o una red de distribución de gas.

2.10 Derecho de vía. Franja de terreno destinada a alojar la tubería para el transporte o la distribución de gas.

2.11 Esfuerzo circunferencial (S_H). Esfuerzo que actúa circunferencialmente sobre las paredes de espesor "t" de una tubería de diámetro exterior "D", en un plano transversal orientado en sentido perpendicular al eje longitudinal de la tubería, el cual es causado por la presión "P" del fluido que conduce. El esfuerzo circunferencial (S_H) se determina mediante la ecuación de Barlow, como sigue:

$$S_H = \frac{PD}{2t}$$

2.12 Esfuerzo de fluencia. Valor del esfuerzo más allá del cual está presente la deformación plástica después que deja de actuar la carga.

2.13 Esfuerzo efectivo de operación. Esfuerzo mecánico que se ejerce sobre un sistema de tuberías o elemento estructural sometido a la presión efectiva de operación.

2.14 Estación de regulación. Instalación destinada a reducir la presión del gas, a una presión predeterminada.

2.15 Gas inerte. Gas no combustible.

2.16 Gas o gases combustibles. Gases de la segunda o tercera familia aptos para uso como combustible en aplicaciones de tipo doméstico, comercial o industrial, suministrados a los usuarios a través de uno o varios sistemas de tuberías. Los tipos comunes de estos gases que se distribuyen comercialmente en la República de Colombia son el gas natural (GN), y los gases licuados del petróleo (GLP) en estado de vapor mediante vaporización natural o forzada, con o sin la mezcla de aire propelante. (Véase la NTC 3527).

2.17 Hierro dúctil. (Hierro nodular). Fundición de hierro en la cual el grafito se encuentra en forma esferoidal, en lugar de laminar. Las propiedades mecánicas del hierro dúctil se obtienen mediante tratamientos químicos o térmicos.

2.18 Hot taps. Conexiones hechas sobre líneas sin liberar la presión a la que están sometidas.

2.19 Líneas de acometida. Sistemas de tuberías para el suministro de gas a uno o varios usuarios desde las líneas primarias o secundarias, hasta la válvula de corte individual de consumo, inclusive.

2.20 Líneas de transporte. Sistemas de tuberías para el transporte de gas, comprendidos entre las fuentes de abastecimiento y la estación receptora (City Gate) o de los centros de distribución de los grandes consumidores (gran industria). También comprenden los sistemas de tuberías empleados para la interconexión de dos o más fuentes de abastecimiento o acopio; se excluyen las líneas de recolección entre los diferentes pozos. Las líneas de transporte son regularmente operadas a alta presión.

2.21 Líneas primarias. Sistemas de tuberías destinados a la distribución de gas hacia sectores puntuales de consumo. Están comprendidos entre la salida de la estación receptora y la entrada a las estaciones reguladoras dispuestas en la red de distribución. Por lo general se componen de tuberías metálicas operadas a alta presión.

2.22 Líneas secundarias. Sistemas de tuberías que se derivan de las líneas primarias desde las salidas de las estaciones reguladoras de distrito y se extienden hacia la línea de acometida de todos los usuarios en un sector determinado de la red de distribución. Por lo general se componen de tuberías de materiales plásticos especiales, operadas a media presión.

Para el caso de redes de distribución abastecidas con tanques de almacenamiento las líneas secundarias se derivan de los reguladores de presión de primera etapa, asociados a los respectivos tanques de almacenamiento hasta la línea de acometida de todos los usuarios en un sector determinado de la red de distribución.

2.23 Localidad Clase 1. Sección de 1600 m de longitud que tiene 10 o menos edificaciones destinadas a uso residencial. La Localidad Clase 1 se propone reflejar áreas tales como páramos, desiertos, montañas, tierras de pastoreo, granjas, y áreas escasamente pobladas.

2.24 Localidad Clase 2. Sección de 1600 m de longitud que tiene más de 10 pero menos que 46 construcciones destinadas a uso residencial. Una Localidad Clase 2 se propone reflejar las

áreas donde el grado de población es intermedio entre la Localidad Clase 1 y la Localidad Clase 3, tales como, áreas marginales alrededor de ciudades y pueblos, áreas industriales, haciendas, zonas rurales.

2.25 Localidad Clase 3. La Localidad Clase 3 es cualquier sección de 1 600 m de longitud que tiene 46 o más construcciones destinadas a uso residencial, excepto cuando prevalece una Localidad Clase 4. La Localidad Clase 3 se propone reflejar las áreas con desarrollos suburbanos, centros comerciales, áreas residenciales, áreas industriales, y otras áreas pobladas no incluidas en los requerimientos de Localidad Clase 4.

2.26 Localidad Clase 4. La Localidad Clase 4 incluye áreas donde más del 50 b % de las construcciones presentes en una longitud de 1 600 m de longitud son de más de cuatro pisos o áreas donde el tráfico es pesado y/o denso o áreas donde pueden haber numerosas redes de otros servicios enterradas. Los cuatro pisos se cuentan desde el primero o planta baja. La profundidad de sótanos o el número de pisos de sótano, si existieran, no tiene importancia.

2.27 Localidad de alta ocupación. Un área donde la tubería está instalada a como máximo 100 m de cualquier edificación, como escuelas, moteles, edificios de oficinas o en áreas externas bien definidas como estadios, sitios de recreación, teatros al aire libre y que esté ocupada por 20 o más personas por lo menos 5 días a la semana durante 10 semanas cada doce meses.

2.28 Máxima presión de ensayo permisible. Máxima presión interna del fluido de prueba prescrita por las normas aplicables para los ensayos de presión de un sistema de tuberías, de acuerdo con el tipo de material en que está construido y la clase de localidades que involucra en su trazado.

2.29 Máxima presión de operación efectiva. Máxima presión de operación que efectivamente se presenta en un sistema de tuberías para gas durante un ciclo de un año contado a partir de la fecha de inicio de operación del sistema. No incluye los valores de presión presentados debido a casos excepcionales.

2.30 Máxima presión de operación permisible. Máxima presión a la cual puede ser operado un sistema de tuberías para conformar redes de suministro de gas, de conformidad con las especificaciones de la NTC 3838. Se abrevia "MPOP".

2.31 Maximo esfuerzo circunferencial permisible. Máximo esfuerzo circunferencial permisible, prescrito por esta norma para un sistema de tuberías, de acuerdo con el tipo de material empleado en su construcción y la clase de localidades que involucra en su trazado.

2.32 Mecanismo de alivio. Dispositivo instalado en un sistema presurizado de tuberías para gas con el objeto de prevenir que la presión dentro del sistema exceda un límite predeterminado, bien sea mediante el venteo hacia la atmósfera exterior del gas excedente o desviándolo hacia sistemas alternos de menor presión que puedan absorberlo sin exceder sus propios límites de seguridad.

2.33 Medidor de consumo. Equipo de medición que registra el volumen de gas suministrado a un usuario para su consumo.

2.34 Perforación dirigida. Técnica consistente en la ejecución de túneles mediante la utilización de un dispositivo que comprime o extrae el suelo tras su paso dejando una perforación por la cual se permite la instalación de la tubería; tiene la posibilidad de guiar la perforación tanto horizontal como vertical a todo lo largo del lanzamiento.

2.35 Perforación horizontal. Técnica consistente en la ejecución de túneles mediante la utilización de un dispositivo que comprime o extrae el suelo tras su paso dejando una perforación por la cual se permite la instalación de la tubería. Tiene la posibilidad de guiar la perforación solamente en un plano horizontal a lo largo del lanzamiento.

2.36 Plan de contingencia. Medidas encaminadas a evitar, prevenir o disminuir todo accidente que por la magnitud de sus efectos negativos puede poner en peligro la vida de personas, causar altos daños materiales o llegar a afectar el medio ambiente.

2.37 Plan de emergencia. Conjunto de acciones encaminadas a controlar y minimizar el efecto de una emergencia en el espacio más cerrado posible; tiende a evitar que las consecuencias por causa de un accidente o emergencia sean más altos. El Plan de emergencia entra a funcionar en el momento en que ya se ha producido la emergencia, por lo tanto está incluido en el Plan de Contingencia.

2.38 Plástico. Material que contiene como ingrediente esencial una sustancia orgánica de alto peso molecular, es sólido en su estado final, pero durante su proceso de manufactura puede ser moldeado. Los dos tipos generales de plásticos son los denominados "termoplásticos" y "termoestables".

2.39 Presión de diseño. Máxima presión permisible prescrita por las normas técnicas aplicables a cada sistema de tubería, determinada mediante los procedimientos de diseño establecidos para el tipo de materiales en que está construido y la clase de localidades que involucra en su trazado.

2.40 Presión efectiva de operación. Presión a la cual es operado habitualmente un sistema de tuberías.

2.41 Presión normal de suministro. Presión de entrega domiciliaria del gas que deben mantener las empresas suministradoras en las conexiones de entrada de las instalaciones individuales de sus respectivos usuarios.

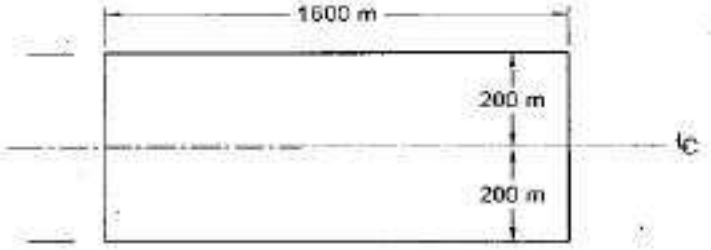
2.42 Redes de distribución. Sistemas de tuberías y accesorios destinados al abastecimiento de gas, comprendidos entre la salida de la estación receptora (City Gate), estación receptora local o tanque de almacenamiento, hasta la válvula de corte (registro) ubicada en la acometida.

2.43 Regulador de presión. Dispositivo mecánico empleado para disminuir la presión de entrada y regular uniformemente la presión de salida.

2.44 Reguladores de servicio. Reguladores de presión instalados en una línea de acometida con el objeto de controlar la presión del gas suministrado a un usuario.

2.45 Riesgo. Probabilidad de ocurrencia de pérdidas ocasionadas a la población, a la infraestructura o al medio ambiente, como consecuencia de la materialización de una amenaza que afecte al sistema de transporte o distribución de gas.

2.46 Sección unitaria. Se entiende como un área unitaria de 400 m de ancho x 1 600 m de largo, es decir 200 m a lado y lado del eje de la tubería que conforma el gasoducto.



2.47 Sistema de alta presión. Sistema que opera a presiones superiores a 7 bar (101,5 psig).

2.48 Sistema de baja presión. Sistema que opera a presiones inferiores o iguales a 140 mbar (2,03 psig).

2.49 Sistema de media presión. Sistema que opera a presiones superiores a 140 mbar (2,03 psig) y menores o iguales a 7 bar (101,5 psig).

2.50 Termoestable. Material plástico que ha pasado a un estado sustancialmente insoluble e infundible, por medio de un proceso de curado bajo la aplicación de calor o por procesos químicos.

2.51 Termoplástico. Material plástico capaz de ser ablandado repetidamente por el aumento de temperatura, o endurecido por la disminución de la misma.

2.52 Tramo. Pieza de tubería de una longitud establecida.

2.53 Unión mecánica. Empalme entre dos tuberías mediante accesorios o elementos que proporcionan hermeticidad sin que haya continuidad entre los materiales de las tuberías a diferencia de las uniones soldadas. Las uniones mecánicas pueden ser desmontables o no y son de diversos tipos: abocinado, roscado, de anillo de ajuste y acoples por compresión entre otros.

2.54 Válvula check. Válvula diseñada para permitir el flujo en una sola dirección y para cerrarse automáticamente y prevenir así el contraflujo.

2.55 Válvula de alivio. Dispositivo que permite evacuar gas para evitar un exceso de presión.

2.56 Válvula de seccionamiento. Válvula que se utiliza para aislar uno o varios tramos de la red de distribución.

2.57 Venteo. Dispositivo que permite el flujo de gas desde la cámara atmosférica del diafragma de un regulador hasta la atmósfera en el evento de una ruptura del diafragma.

2.58 Vulnerabilidad. Sensibilidad del sistema a sufrir daños y presentar dificultad para recuperarse. La vulnerabilidad puede ser de origen, cuando se diseña con poco o ningún criterio de seguridad, o progresiva, por el deterioro causado en el sistema, debido al uso y la falta de mantenimiento periódico adecuado.

3. CONDICIONES DE DISEÑO

Los requisitos de diseño de esta norma se han establecido para buscar la seguridad, considerando las condiciones normalmente encontradas en la industria del gas. Las condiciones inusuales que puedan ocasionar esfuerzo adicional en cualquier parte del sistema deben ser consideradas de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería. Ejemplos de tales condiciones incluyen, largos tramos auto-soportados, vibración mecánica o sónica, peso de accesorios especiales, esfuerzos inducidos por sismos, diferencias de temperatura, inundaciones, condiciones geotécnicas adversas (suelos inestables).

3.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD

3.1.1 Si la línea de transporte o red de distribución está expuesta a una presión que pueda exceder la máxima presión de operación permisible, debe tener dispositivos de alivio o de limitación de presión. Adicionalmente, debe cumplir los siguientes requisitos:

a) Estar en capacidad de soportar la presión, carga y demás condiciones que se puedan presentar durante la operación normal del sistema, y que puedan ser activados en caso de una falla en el sistema o en parte de él.

b) Estar diseñado de tal manera que se evite una sobrepresión accidental.

c) Todos los tramos de líneas de transporte y redes de distribución instalados que se encuentren expuestos deben estar protegidas de daños accidentales provocados por tráfico vehicular u otras causas similares, ya sea mediante su ubicación a distancias seguras de las vías o por la instalación de defensas.

3.1.2 Control de presión de entrega en las líneas de transporte y redes de distribución. Las estaciones empleadas para controlar la presión de entrega en las líneas de transporte y redes de distribución deben cumplir con lo establecido en la NTC 3949.

3.1.3 Dispositivos de alivio de presión y limitadores de presión. Excepto para el caso de los discos de ruptura, todo dispositivo de alivio de presión o de limitación de presión debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) Estar construido de materiales que no se deterioren por la corrosión, durante la operación del dispositivo.

b) Tener válvulas con asientos diseñados de tal forma que no se bloqueen en una posición que hagan al dispositivo inoperante.

c) Estar diseñado e instalado de tal forma que pueda ser manipulado fácilmente para verificar la operabilidad de la válvula, su calibración y determinar que no hayan fugas cuando está en posición cerrada.

d) Tener soportes hechos de materiales no combustibles.

e) Tener conductos de descarga, venteos u orificios de salida, diseñados para prevenir la acumulación de agua, en sitios donde el gas puede ser descargado a la atmósfera, sin que se produzca riesgo.

f) Estar diseñado e instalado de tal forma que el tamaño de las aberturas, de la tubería y de los accesorios ubicados entre el sistema que se va a proteger y el dispositivo de alivio de presión, sean adecuados para prevenir golpeteo de la válvula y alteraciones en la capacidad de alivio.

h) Deben estar protegidos para prevenir la operación por parte de personal no autorizado.

i) Todo dispositivo de alivio o limitador de presión, o todo grupo de éstos, instalados con el propósito de proteger un sistema de transporte o red de distribución, debe tener la capacidad suficiente y se debe ajustar de modo que durante su operación se garantice que el valor de la presión de operación no exceda en más de un 10 % al valor máximo de operación permisible, o el valor que origine un esfuerzo circunferencial en las tuberías igual o superior al 75 % del mínimo esfuerzo de fluencia especificado (SMYS), el que sea menor.

3.1.4 Válvulas. Las válvulas de seccionamiento, derivación y purga se ubicarán en lugares de fácil acceso, a fin de reducir el tiempo de intervención, y se protegerán adecuadamente de daños y manipulación por personal no autorizado. El mecanismo de accionamiento para la apertura y cierre de la válvula debe ser fácilmente accesible al personal autorizado.

3.1.4.1 Válvulas de seccionamiento.

a) Todas las líneas de transporte y redes de distribución de alta y media presión deben tener válvulas espaciadas de tal forma, que en caso de emergencia se minimice el tiempo de cierre de un ramo o sección de la línea. La separación de las válvulas está determinada por la presión de operación, el tamaño de la red y las condiciones físicas locales.

b) Toda válvula instalada para seccionar las líneas de transporte y redes de distribución para operación o propósitos de emergencia, debe cumplir con las siguientes condiciones:

1) Debe estar ubicada en un lugar de fácil acceso.

2) El mecanismo de operación debe ser fácilmente accesible.

3) Si la válvula se instala en una caja enterrada o encerrada, ésta debe estar instalada de tal forma que se evite la transmisión de cargas externas a la línea.

c) Para la ubicación de las válvulas de seccionamiento se deben tener en cuenta las siguientes características físicas y de operación:

1) Tamaño del área que se va a aislar

2) Clase de localidades

3) Características topográficas (ríos, avenidas, carreteras)

4) Número de válvulas necesarias para realizar el aislamiento.

5) Volumen de gas almacenado en el tramo a aislar

6) Número de usuarios y usuarios especiales, tales como hospitales, escuelas, usuarios comerciales o industriales que pueden verse afectados por el cierre de las válvulas.

7) El tiempo requerido por el personal disponible para llevar a cabo los procedimientos de aislamiento.

8) El tiempo requerido para controlar la presión en el área aislada por los métodos de venteo y transferencia de gas a sistemas adyacentes.

9) El tiempo requerido por el personal disponible para restaurar el servicio a los usuarios.

El número de válvulas para seccionar un tramo debe ser resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos efectuado durante la fase de diseño. En ningún caso las distancias de separación de las válvulas de seccionamiento en líneas de transporte y líneas primarias de distribución deben exceder las distancias en kilómetros especificadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Separación máxima de las válvulas de seccionamiento para líneas de transporte y líneas primarias

Clase de localidad	Separación máxima[1] en km
1	32
2	24
3	16
4	8

d) Las líneas de transporte y redes de distribución deben tener al menos un dispositivo exterior a la estación que permita suspender el flujo de gas hacia ésta en el caso de una emergencia que impida el acceso a la misma.

e) Al fijar la ubicación y separación entre las válvulas de seccionamiento, derivación y purga se deben tener en consideración los siguientes aspectos:

1) Presión de trabajo, diámetro y tipo de tubería

2) Tipo y número de usuarios que resultarán afectados por una eventual desconexión.

3) Condiciones locales especiales.

3.1.4.2 Válvulas de derivación. Toda derivación de una línea de alta presión debe tener una válvula de corte cercana al punto de la derivación.

[1] La separación definida en la tabla 1 puede variarse ligeramente para permitir que la válvula sea instalada en un lugar con mejor acceso.

3.1.4.3 Válvulas de purga. Donde la compañía operadora determine que es necesario para el funcionamiento adecuado y seguro de la red, se deben ubicar válvulas de purga

3.1.5 Regulación y medición. La localización, ubicación y protección de los reguladores y centros de medición debe efectuarse de acuerdo con lo establecido en la NTC 3949, NTC 4282 o NTC 2505, según sea aplicable.

3.1.6 Señalización del trazado. Las líneas de transporte y redes de distribución deben señalizarse, de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.1.6.

3.1.7 Plan de contingencia. Para las líneas de transporte y las redes de distribución la compañía operadora debe considerar el diseño del Plan de Contingencia, de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.6.

3.1.8 Control de la corrosión. Todas las tuberías de acero o metálicas que conforman las líneas de transporte y redes de distribución de gas deben estar protegidas contra la corrosión externa, de acuerdo con los parámetros establecidos en el capítulo 9 de la presente norma.

3.2 TRAZADO DE REDES

Durante la definición del trazado de las líneas de transporte y redes de distribución de gas se deben determinar las clases de localidades por las que pasan las tuberías ya que las clases de localidad señalan limitaciones en la máxima presión de operación o prescripciones en cuanto al diseño y construcción de las redes.

3.2.1 Localidades. La determinación de los índices de densidad poblacional brinda un método para evaluar el grado de exposición al daño de un sistema de tuberías para gas.

Para determinar los índices de densidad poblacional asociados a un sistema de tuberías en particular, se puede emplear una de las siguientes metodologías:

3.2.1.1 Sección unitaria típica. Se traza un plano de una zona de 400 m de ancho a todo lo largo del recorrido del sistema, con la línea de tuberías objeto de análisis extendida sobre el eje longitudinal central de dicha zona, la cual se divide electrónicamente en sectores o subzonas de 1 600 m de longitud, en tal forma que cada "Sección Unitaria" de Localidad Clase contenga una sección específica de tubería de 1 600 m de largo e incluya la mayor cantidad posible de edificaciones destinadas para ocupación humana. Se procede entonces a contar el número de tales edificaciones contenido en cada sección o subzona del sistema. Para este propósito, cada unidad de vivienda comprendida por una misma edificación multifamiliar debe ser considerada como una edificación independiente destinada para ocupación humana. Los números así determinados representan los índices de densidad poblacional de cada sección específica de tubería de 1600 m de longitud.

Cuando una agrupación de edificaciones destinadas para ocupación humana dentro de una sección típica de 1 600 m de longitud, conlleve a que ese tramo de tubería pueda ser identificado como una localidad de Clase 2 o de Clase 3, tal localidad puede truncarse a una distancia no mayor de 200 m de la edificación más cercana en la agrupación de edificaciones.

Para los sistemas de tuberías cuya longitud total sea inferior de 1 600 m, la Clase a que corresponde la localidad debe ser determinada considerando una sección específica de tubería de 1 600 m de longitud, tomado de un sistema hipotético de tubería extendido a través de esa localidad.

3.2.1.2 Sección unitaria deslizante[7].

La Sección Unitaria de Localidad Clase se debe elaborar a la escala del dibujo en la que se hace el conteo de manera que tenga un largo de 1600 m y se mueve a lo largo del eje del gasoducto trazado en el dibujo. Cuando la cantidad de edificaciones contadas dentro de una localidad clase alcanzan un nivel donde cambia de clase, las fronteras son localizadas usando los conceptos ilustrados a continuación:

a) Asumiendo una localidad clase 1 en la posición actual de la Sección Unitaria de localidad clase, la frontera corriente arriba entre la localidad 1 y la 2 debe ser establecida en el extremo corriente arriba de la unidad, cuando la unidad alcanza el punto donde más de 10 edificaciones pueden contarse dentro de ella. .



b) La frontera corriente abajo debe ser establecida por la Sección unitaria más allá de la corriente abajo de la unidad.

1) Si un punto es alcanzado cuando hay 10 ó menos edificaciones, la frontera corriente abajo de la localidad clase 2 y la frontera corriente arriba de una nueva localidad clase 1 debe ser establecida en el extremo corriente abajo de la Unidad en el primer punto donde se puedan contar 10 ó menos edificaciones dentro de la unidad.

[7] Para efectos de este procedimiento los términos "corriente arriba" y "corriente abajo" se refieren a la dirección de viaje de la "Sección Unitaria" de Localidad Clase a lo largo de la tubería. El resultado obtenido es igual si comienza por cualquiera de los dos extremos.



2) Si un punto es encontrado primero donde hay 46 o más edificaciones, la frontera corriente abajo de la localidad clase 2 y la frontera de la localidad clase 3 deben ser establecidas en el extremo corriente arriba de la Unidad en el primer punto donde puedan ser contadas 46 ó más edificaciones.



Si localidades clase 3 son determinadas según (2), la frontera corriente arriba de la localidad 3 debe ser localizada en el extremo corriente abajo de la Sección unitaria en el primer punto donde hay menos de 46 edificaciones dentro de ella.

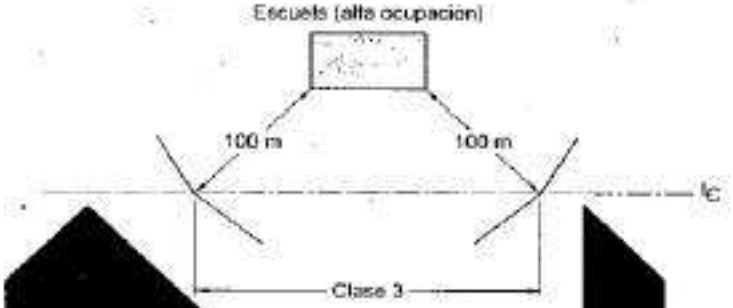
El procedimiento para establecer las fronteras descrito arriba debe ser continuado hasta el otro extremo de la tubería o hasta el extremo de un área previamente clasificada.

c) Consideraciones para alta ocupación.

1) Independientemente de la determinación de la localidad clase 1 o clase 2 usando el método de la Sección unitaria, una localidad se clasifica clase 3 cuando una localidad de alta ocupación se encuentra en un radio menor de 100 metros medidos desde cualquier punto de la tubería. Las fronteras de la clase 3 incluyen únicamente el segmento comprendido en los 100 m de radio medidos desde cualquier parte del localidad de alta ocupación.

2) Cuando sólo una porción de una potencial Localidad de Alta Ocupación, tales como un centro comercial o un campo de juego cae dentro de los 100 m

de la tubería, solo el nivel de ocupación de la porción dentro de los 100 metros necesita ser considerada en la determinación de Alta Ocupación.



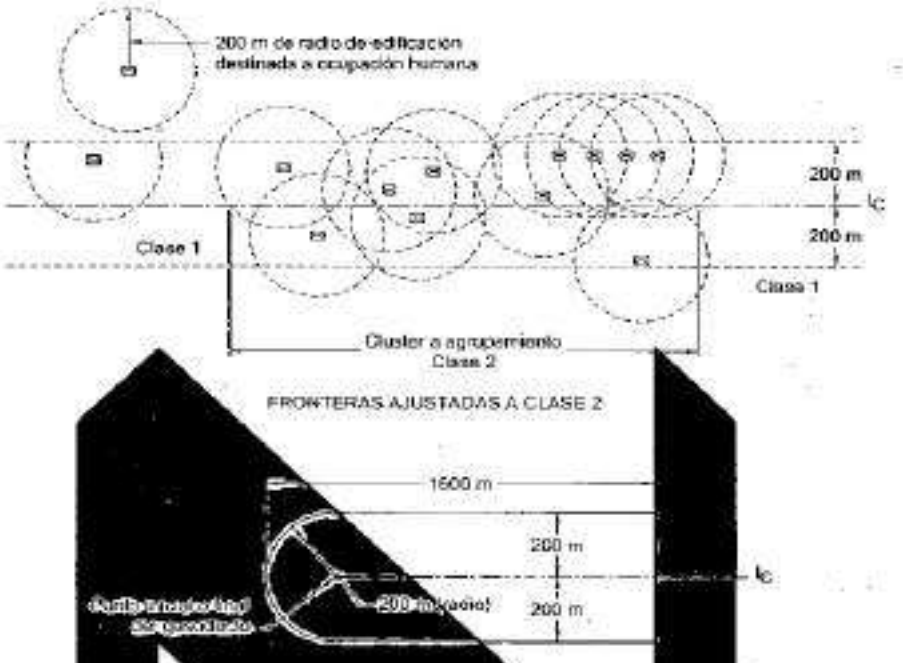
3) Las construcciones de la compañía usadas en actividades de operación no se deben considerar como Localidades de Alta Ocupación a pesar del nivel de ocupación.

4) Cuando el reemplazo de tubos llegare a ser necesario en una situación de Alta Ocupación, se deben usar las siguientes guías para determinar la cantidad de tubería a reemplazar.

Diámetro de la tubería	Radio desde la Localidad Alta Ocupación
30,48 cm o menor (12" ó menor)	300 m
35,56 cm - 60,96 cm (14" - 24")	450 m
66,04 cm o mayor (26" ó mayor)	540 m

d) En zonas de alta ocupación, cuando más del 50% de las edificaciones contenidas en la Unidad tiene cuatro o más pisos se requiere una zona de clase 4. Las fronteras de la clase 4 incluyen la tubería que cae dentro de los 200 metros de radio de cualquier parte cerca de las edificaciones que tienen cuatro o más pisos.

e) Ajuste de fronteras. Cuando una localidad clase 2 ó 3 se determinó basado en el número de edificaciones destinados a ocupación humana dentro la Unidad de localidad clase y todos o la mayoría de las edificaciones están situadas en un agrupamiento o cluster, las fronteras de esta localidad clase deben ser ajustadas de manera que incluya por lo menos la parte de la tubería que cae dentro de los 200 m de radio medidos desde cualquier parte de las edificaciones del agrupamiento o cluster.



f) Barreras físicas. Cuando una barrera física está en un extremo de una clase 2 ó 3, la frontera de este extremo de la localidad clase debe incluir sólo la parte de la tubería dentro de los 200 metros de radio desde cualquier parte de la construcción cercana de la barrera.

g) Otras consideraciones.

1) Los edificios destinados a ocupación humana incluyen la mayoría de edificaciones en los cuales la gente trabaja y las edificaciones en donde la gente vive.

2) Si una parte especial de la edificación destinada a la ocupación humana cae dentro de la Unidad de localidad clase, la edificación debe ser considerada como si estuviera dentro de la unidad para propósitos del conteo de edificaciones para ocupación humana y para consideraciones de Alta Ocupación.

3) En la determinación de la Clase de localidad de acuerdo con el método de la Sección unitaria, cada edificación que pueda ser considerada como Alta Ocupación o cualquier otra edificación destinada a ocupación humana, independiente del número de pisos o de personas que la usen, debe ser contada como un solo edificio (excepto para edificaciones multifamiliares). Esto aplica a edificaciones que tienen múltiples usos tales como centros comerciales o de tiendas y edificios de oficinas independiente que aún no tengan una Alta Ocupación.

4) Cada unidad habitacional en multifamiliares debe ser contada como una edificación independiente destinada a ocupación humana. Esto aplica a los apartamentos y dúplex, pero no a hoteles o moteles.

5) Cada edificio o torre en complejos de hoteles o moteles debe ser contado como una edificación destinada a ocupación humana.

6) Hoteles o moteles dentro de los 100 metros de la tubería deben ser chequeados para ver si son de Alta Ocupación.

7) Edificios de multifamiliares y edificios múltiples de hoteles o moteles situados en cualquier otra zona deben ser considerados como agrupamiento o cluster.

8) Los edificios de la compañía directamente relacionados con la operación del gasoducto, excepto las viviendas de las familias de los empleados (campamentos), no se deben considerar para determinar la clase de localidad.

9) Excepto los edificios de la compañía operadora, los complejos comerciales o industriales que incluyen múltiples edificaciones, algunas de las cuales pueden tener baja o infrecuente ocupación, como fincas, plantas manufactureras, estaciones compresoras, plantas de proceso, etc., deben contarse como sigue para considerarlas como edificaciones destinadas a la ocupación humana:

- Contar todas las casas o viviendas
- Contar edificios de oficinas, si ellos son normalmente ocupados cada turno diario de trabajo
- Contar otras construcciones tales como graneros, garajes, taller, almacenes, si dos o más personas normalmente las ocupan durante el turno diario de trabajo.

10) Cuando la localidad clase cambia de 3 a 1 o viceversa, puede o no haber una localidad clase 2 como transición. Si siguiendo el procedimiento de la Sección unitaria una localidad clase 2 es indicada en el extremo de una clase 3 y no hay edificaciones en la clase 2, la situación debe ser verificada para ver si existe un agrupamiento o cluster y pueden ajustarse las fronteras.

11) Al comienzo y al final de la línea del gasoducto, las edificaciones dentro de los 200 m de radio del extremo de la línea deben ser incluidas en la determinación de la clase. En otras palabras, la unidad de localidad clase comienza y termina 200 m más allá del punto inicial y del punto final del gasoducto.

h) Fracción de clase de localidad. Si la longitud total de línea, adicionándole 200 m al comienzo y al final, es menor de 1 600 m, el número de edificaciones requeridos para clase 2 y clase 3 debe ser ajustado a la fracción de unidad incluyendo los 200 m inicial y final[3].

[3] Por ejemplo, si la línea tiene 800 m de longitud, más los 200 m de cada extremo, equivalen a 0,75 de 1 600 m. Entonces, el mínimo número de edificaciones requerido para clase 2 debería ser de 9 (0,75 por 11 igual 8,25 se lleva a 9), y el mínimo número de edificaciones requerido para clase 3 debería ser de 35 (0,75 por 46 igual 34,5 se lleva a 35).

3.2.1.3 Consideraciones ambientales y urbanísticas. Para la construcción de una línea de transporte o una red de distribución, se deben adoptar controles y medidas para preservar el orden urbano, el bienestar y la seguridad pública, garantizando la circulación vehicular y peatonal, según sea aplicable, y la mínima afectación de los demás servicios públicos.

Se deben implantar mecanismos para minimizar las dificultades que resulten de la necesidad de efectuar desvíos de tránsito y de la reconstrucción de vías peatonales, vehiculares y zonas verdes.

Toda empresa de transporte o distribución debe cumplir la legislación ambiental vigente.

3.2.2 Configuración de los sistemas de transporte y distribución.

3.2.2.1 Criterios básicos de dimensionamiento.

a) Las líneas de transporte y las redes de distribución deben diseñarse para garantizar durante su vida útil, un volumen y presión de gas adecuados a las necesidades de cada consumidor.

b) Los diseños de líneas de transporte y las redes de distribución de gas deben contemplar las posibles ampliaciones futuras en el área de influencia.

c) El diseño de líneas de transporte y las redes de distribución de gas debe considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

1) Características físicas y químicas del flujo.

2) Máxima y mínima presión de operación.

3) Máxima y mínima temperatura de operación.

4) Especificaciones del material seleccionado de acuerdo con el capítulo 4 de esta norma.

5) Cargas adicionales. En el diseño de las tuberías debe considerarse las cargas que puede preverse actuarán sobre la tubería, de acuerdo con las características de las regiones que atraviesa y de las condiciones de trabajo, tales como:

- Cargas vivas como el agua, hielo, el viento y otros.
- Cargas muertas como son el peso propio de la tubería, recubrimientos, rellenos, válvulas y otros accesorios no soportados.
- Efectos causados por vibración y resonancia
- Esfuerzos causados por asentamientos o derrumbes en regiones de suelos inestables.
- Efectos de la contracción y expansión térmicas
- Efectos en los tubos ocasionados por el movimiento de los equipos conectados

- Esfuerzos por oleajes, corrientes marítimas y fluviales, zonas pantanosas, en caso de haberlas
- Esfuerzos en cruces de vías

6) Factor de seguridad por densidad de población (F)

7) Factor por eficiencia de las juntas (E)

8) Espesor adicional por desgaste o margen de corrosión.

9) Inspección y mantenimiento del sistema en operación.

d) Se debe elaborar una memoria técnico-descriptiva que contenga los diagramas de flujo, planos del proyecto, especificaciones, memoria de cálculo y la información básica que involucre todos los aspectos considerados en el diseño.

3.2.2.2 Tuberías

a) Tuberías de acero

1) Cálculo de la presión de diseño o del mínimo espesor de pared. La presión de diseño de los sistemas de tuberías construidos de acero, o el mínimo espesor de pared de tales sistemas para una presión de diseño preestablecida, deben ser determinados mediante las siguientes ecuaciones:

Sistema Métrico

$$P = \left(\frac{20 * S * t}{D}\right) * F * E * T$$

Sistema Inglés

$$P = \left(\frac{2 * S * t}{D}\right) * F * E * T$$

Donde:

P = presión de diseño; expresada en (a) bar o (b) psig.

S = límite de fluencia mínimo, especificado para el material de la tubería; expresado en (a) MPa o (b) psig.

t = mínimo espesor de pared; expresado en (a) mm o (b) pulgadas.

D = diámetro exterior de la tubería; expresado en (a) mm o (b) pulgadas.

F = factor de diseño de acuerdo con la clase de localidad considerada; adimensional.

E = factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada; adimensional.

T = factor de degradación por temperatura de las tuberías; adimensional.

2) Limitaciones de los valores de diseño.

a) Presión de diseño. La presión de diseño es la máxima presión, para cada sistema de tuberías, determinada mediante los procedimientos de diseño establecidos para el tipo de materiales en que está construido y la clase de localidades que involucra en su trazado: se exceptúan las tuberías de acero cuya máxima presión de operación permisible sea inferior a 7 bar (101,3 psig), para las cuales la presión de diseño debe ser de 7 bar (101,3 psig), como mínimo.

b) Límite de fluencia mínimo. Los límites de fluencia mínimos especificados para las tuberías rígidas de acero comúnmente empleadas para conformar sistemas de tuberías para conformar redes de suministro de gas se indican en las respectivas normas de producto. Para el caso de tuberías rígidas de acero, cuyo límite de fluencia mínimo sea desconocido, se empleará un valor de 165 MPa (24 000 psig).

c) Mínimo espesor de pared nominal

* Los procesos de transporte, instalación o reparación de las tuberías de acero no deben reducir el espesor de pared en ningún punto del sistema de tuberías en más de un 10 % del mínimo espesor de pared determinado de acuerdo con el numeral 3.2.2.2.a.1) para la presión de diseño, prescrita para el sistema de tuberías.

** El mínimo espesor de pared, determinado de acuerdo con el numeral 3.2.2.2.a.1) para contener la presión del fluido de gas, puede no ser suficiente para resistir otros esfuerzos a que sea sometido el sistema de tuberías, tales como deformaciones físicas causadas durante su transporte e instalación, el peso del agua durante las pruebas de estanqueidad y resistencia a presión hidrostática, cargas externas como el peso del relleno para el caso de tuberías enterradas y otras cargas secundarias ejercidas sobre el sistema, bajo condiciones normales de servicio. Tampoco se considera el desgaste natural de los sistemas ni el efecto de la corrosión directa, electrolítica o bacteriana, ni cargas externas accidentales como asentamientos del suelo, presiones freáticas y movimientos telúricos.

*** El mínimo espesor de pared para las tuberías rígidas de acero para conformar redes de suministro de gas se debe tomar como el mayor valor entre el obtenido de acuerdo con el numeral 3.2.2.2.a.1), y el que se especifica en las respectivas normas de producto para las tuberías señaladas en el numeral 4.2.1.

d) Factor de diseño. Los factores de diseño asignados al sistema de tuberías, de acuerdo a la clase de localidad correspondiente a cada sección, se resumen en las Tablas 2A y 2B. Los criterios seguidos para la asignación de estos factores corresponden a las especificaciones del numeral 3.2.1 de esta NTC.

Tabla 2A. Factores de diseño básicos según la clase de localidad

Clase de Localidad	Factor de diseño
1	0,72
2	0,60
3	0,50
4	0,40

Tabla 2B. Factores de diseño asignados a los sistemas de tuberías de acero

Construcción	Clase de Localidad 1	Clase de Localidad 2	Clase de Localidad 3	Clase de Localidad 4
Tuberías o líneas principales, secundarias y acometidas	0,72	0,6	0,5	0,4
Cruces de carreteras, líneas férreas sin camisa:				
a) Carreteras privadas	0,72	0,60	0,50	0,40
b) Carreteras públicas sin revestimiento	0,60	0,50	0,50	0,40
c) Carreteras, autopistas o calles públicas, con revestimiento y líneas férreas	0,60	0,50	0,50	0,40
Cruces de carreteras y líneas férreas sin camisa:				
a) Carreteras privadas	0,72	0,60	0,50	0,40
b) Carreteras públicas sin revestimiento	0,2	0,60	0,50	0,40
c) Carreteras, autopistas o calles públicas, con revestimiento y líneas férreas	0,72	0,50	0,50	0,40
Tuberías o líneas principales, secundarias y acometidas, instaladas en forma paralela y en el derecho de vías de:				
a) Carreteras privadas	0,72	0,60	0,50	0,40
b) Carreteras públicas sin revestimiento	0,72	0,60	0,50	0,40
c) Carreteras, autopistas o calles públicas, con revestimiento y líneas férreas	0,60	0,60	0,50	0,40
Ensambles prefabricados	0,60	0,60	0,50	0,40
Líneas en puentes	0,60	0,60	0,50	0,40
Cerca de concentraciones de gente en clases de localidad 1 y 2 (si la clasificación se hizo de acuerdo con el numeral 3.2.3.1)	0,6	0,5	0,50	0,40

e) Factor de eficiencia de la junta longitudinal. Los valores correspondientes a este factor se encuentran consignados en la Tabla 3 para los tipos más comunes de tuberías de acero. Para el caso de tuberías de acero de otra designación, se debe emplear un factor de eficiencia de 0,6 si tienen diámetros nominales iguales o menores a 102 mm (4 pulgadas), o un factor de eficiencia de 0,8 si tienen diámetros nominales mayores.

Tabla 3. Factor de eficiencia longitudinal de las juntas soldadas (E)

Designación del material			Tipo de juntas	Factor de eficiencia
API	5	L	S, ERW, FW	1,00
API	5	L	BW	0,60
API	5	LS	ERW, SAW	1,00
API	5	LX	S, ERW, FW, SAW	1,00
ASTM	A	53	S, ERW	1,00
ASTM	A	53	BW	0,60
ASTM	A	106	S	1,00
ASTM	A	135	ERW	1,00
ASTM	A	139	EFW	0,80
ASTM		333	S, ERW	1,00

S = sin costuras;
ERW = soldadura de resistencia eléctrica;
FW = soldadura de flash eléctrico;
BW = soldadura de tope;
SAW = soldadura de arco sumergido;
EFW = soldadura de fusión eléctrica.

f) Factor de degradación por temperatura. Los valores aplicables al factor de degradación por temperatura de las tuberías de acero se obtienen de la Tabla 4, en función de las temperaturas de operación previstas en el sistema.

Tabla 4. Factor de degradación por temperatura (T)

Temperatura		Factor de degradación
°C	°F	(T)
< 121	< 250	1,000
149	300	0,967
177	350	0,933
204	400	0,900
232	450	0,867

g) Tuberías de hierro dúctil

1) Cálculo de la presión de diseño o del mínimo espesor de pared. El espesor de la tubería de hierro dúctil será determinado por la carga de la zanja y por la presión interna del tubo en forma separada.

a) Las tuberías de hierro dúctil deben diseñarse de acuerdo con los diferentes métodos para determinar el espesor de pared requerido, establecidos en la norma ANSI/AWWA C150/A21.50.

b) Para efectos del cálculo de la carga de la zanja de acuerdo a las ecuaciones estipuladas en la norma ANSI/AWWA C-150/A21.50, los valores de S (esfuerzo circunferencial) y f (esfuerzo de doblez, en la parte inferior de la tubería) son los siguientes:

S = 16 800 psi

f = 36 000 psi

2) Limitaciones de los valores de diseño

a) Límite de fluencia mínimo. El límite de fluencia mínimo especificado para tubería de hierro dúctil está dado por la clase de hierro dúctil requerido por la norma ANSI/A21.52 para su fabricación. El material debe ser del grado 60-42-10, en donde:

Esfuerzo mínimo de tensión = 60 000 psi

Esfuerzo mínimo de fluencia = 42 000 psi

Elongación mínima = 10 %

b) Mínimo espesor permisible. El menor espesor permitido para las tuberías de hierro dúctil es la clase normalizada más liviana para cada tamaño de la tubería, tal como se muestra en la norma ANSI/AWWA C 150/A21.50

c) En el caso del diseño de tuberías de hierro dúctil en el sistema métrico, debe seguirse las indicaciones establecidas en la NTC 2587. Las especificaciones de diseño de esta norma no pueden ser inferiores a lo establecido en la norma ANSI A21.52.

h) Tuberías plásticas

1) Cálculo de la presión de diseño o del mínimo espesor de pared. La presión de diseño de las redes de distribución construidas de materiales plásticos especiales, o el mínimo espesor de pared de tales sistemas para una presión de diseño preestablecida, deben ser determinados mediante las siguientes ecuaciones:

Sistema Métrico

$$P = \frac{20 * S * t}{D - t} * f * 0,32$$

Sistema Inglés

$$P = \left(\frac{2 * S * t}{D - t}\right) * f * 0,32$$

Donde:

P = presión de diseño, expresada en (a) bar o (b) psig.

S = esfuerzo hidrostático prolongado de la tubería plástica; expresado en (a) MPa o (b) psig.

t = mínimo espesor de pared nominal, expresado en (a) mm o (b) pulgadas.

D = diámetro exterior nominal de la tubería, expresado en (a) mm o (b) pulgadas.

2) Limitaciones de los valores de diseño

a) Presión de diseño. La presión de diseño de las redes de distribución de gas, construidas con materiales plásticos, no debe exceder 7 bar (101.3 psig)

b) Esfuerzo hidrostático prolongado. Las categorías de Base de Diseño Hidrostático para tuberías plásticas, comúnmente empleadas para conformar sistemas de tuberías para conformar redes de suministro de gas, determinadas a 23 °C (73 °F), de acuerdo con la NTC 3257, deben ser las establecidas en la NTC 1746 o ISO 4437.

Los esfuerzos de diseño a temperaturas de servicio superiores a 23 °C (73 °F) deben tener como base las categorías de tuberías de base de diseño hidrostático que sean aplicables a la temperatura particular de uso.

c) Mínimo espesor de pared. Independientemente de los resultados obtenidos en el numeral 3.2.2.2.c.1), el mínimo espesor de pared de las tuberías plásticas, rígidas o flexibles, para conformar redes de suministro de gas, no debe ser inferior al mínimo espesor de pared establecido en la NTC 1746.

d) Temperaturas de operación. Las tuberías plásticas para conformar redes de suministro de gas no deben utilizarse en aplicaciones donde la temperatura de operación sea menor de -29 °C (-20 °F) o mayor que la temperatura a la cual se determine el esfuerzo hidrostático prolongado que se utilice en la ecuación de diseño del numeral 3.2.2.2.c.1), pero en ninguna circunstancia mayor a 60 °C (140 °F), para el caso de tuberías termoplásticas rígidas o flexibles.

i) Tuberías de cobre

1) Cálculo de la presión de diseño o del mínimo espesor de pared. Presión de diseño. La presión de diseño para tuberías rígidas o flexibles de cobre en líneas de acometida se determina con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{2St}{D - 1{,}6t}$$

Donde:

P = presión de diseño; expresada en (a) bar o (b) psig.

S = límite de fluencia mínimo especificado para el material de la tubería; expresado en (a) MPa o (b) psig.

t = mínimo espesor de pared; expresado en (a) mm o (b) pulgadas.

D = diámetro exterior de la tubería; expresado en (a) mm o (b) pulgadas.

2) Mínimo espesor nominal de pared. Las tuberías de cobre, rígidas o flexibles, que se utilicen para conformar líneas de acometida, deben tener el mínimo espesor nominal de pared especificado por las normas NTC 4128, ASTM B280, ASTM B88 para tuberías del Tipo "K" o "L", o ASTM B88M del tipo "A" o "B".

3) Limitaciones adicionales de utilización

- No deben emplearse tuberías de cobre, rígidas o flexibles, en sistemas de tuberías para conformar redes de suministro de gases combustibles que contengan más de 7 mg de sulfuro de hidrógeno por cada 1,0 m^3

estándar (0,3 granos por cada 100 pies^3 estándar) de gas, mediante ensayos de plomo-acetato.

** No deben emplearse tuberías de cobre, rígidas o flexibles, en aplicaciones donde el sistema de tuberías esté sometido a deformaciones o cargas externas de tráfico pesado que puedan averiarlas o dañarlas.

3.2.2.3 Estaciones de regulación. El diseño y construcción de las estaciones de regulación de distrito en los sistemas de distribución urbana de gas y líneas de transporte, deben cumplir con lo establecido en la NTC 3949.

3.2.2.4 Otros componentes. Todos los componentes de la línea de transporte y la red de distribución deben tener la capacidad de soportar las presiones de operación y las cargas previstas.

4. MATERIALES, EQUIPOS Y ACCESORIOS

4.1 GENERALIDADES

Los materiales de las tuberías y de los componentes de las redes de distribución y líneas de transporte de gas deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Tener la capacidad de mantener la estructura de la red de distribución y líneas de transporte, bajo las condiciones de operación que puedan preverse.

b) No reaccionar químicamente con el gas que transportan y con cualquier otro material en la tubería con el cual puedan tener contacto.

c) Todos los materiales y equipos que formen parte integral y permanente de los sistemas de tuberías para el transporte y la distribución de gas, deben ser aprobados para las condiciones de uso, previstas en las especificaciones de diseño y construcción de cada sistema, y satisfacer los requisitos particulares de fabricación y ensayo que establezcan las normas técnicas que les sean aplicables.

4.1.1 Rotulado de los materiales

4.1.1.1 Todas las válvulas, accesorios, tuberías y demás componentes del sistema deben estar rotulados como se indique en la norma de producto específica bajo la cual fue fabricado o indicando el tamaño, material, fabricante y cuando sea apropiado, el tipo, clase y modelo.

4.1.1.2 Las superficies de la tubería y sus componentes que estén sujetos a esfuerzos debidos a la presión interna, no deben ser estampados (marcados) en campo.

4.1.1.3 Si algún elemento es marcado por medio de estampe, el dado debe tener extremos romos o redondeados que minimicen la concentración de esfuerzos.

4.1.2 Condiciones para la reutilización de tuberías

4.1.2.1 Reutilización de tubería de acero

a) Se permite retirar un tramo de tubería de una línea existente y su reutilización en la misma línea, o en una línea que opere a igual o menor presión, siempre y cuando la tubería no se vaya a emplear en ambiente submarino y cumpla con los requisitos establecidos en los numerales 1), 3), 6), 9) del numeral 4.1.2.1, literal c.

b) La tubería de acero usada y la tubería nueva que no esté identificada, pueden utilizarse en aplicaciones con bajos-esfuerzos (esfuerzos circunferenciales menores a 41,4 MPa (6 000 psi)), cuando no se realicen dobleces, siempre y cuando se realice un examen visual cuidadoso que indique que está en buenas condiciones y libre de cordones de soldadura fisurados u otros defectos. Si el tubo va a ser soldado y es de especificación desconocida, éste debe pasar los ensayos de soldabilidad establecidos en el numeral 4.1.2.1, literal c, subnumeral 5).

c) La evaluación de la tubería de acero usada y de la tubería nueva que no se encuentre identificada, para aplicaciones con niveles de esfuerzo circunferenciales superiores a 41,4 MPa (6 000 psi), o para aplicaciones en las cuales sea factible la presencia de dobleces, se debe llevar a cabo por medio de los procedimientos y dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla.

Las letras en la tabla se refieren a los numerales correspondientes.

	Tubería nueva o usada de especificación desconocida	Tubería usada de especificación conocida
- Inspección	1)	1)
- Propiedades de doblado y enrollado	2)	
- Espesor	3)	3)
- Junta longitudinal	4)	4)
- Soldabilidad	5)	
- Defectos	6)	6)
- Resistencia a la fluencia	7)	
- Mínimo esfuerzo a la fluencia (s)	8)	
- Prueba hidrostática	9)	9)

1) Inspección. Todas las tuberías deben limpiarse interior y exteriormente si es necesario, para permitir una buena inspección y deben inspeccionarse visualmente para asegurar que están en buen estado y para descubrir cualquier defecto que pueda afectar su resistencia y hermeticidad.

2) Propiedades de doblado. Para las tuberías NPS 2 y menores, se debe doblar en frío una longitud apropiada de tubería hasta cubrir un sector circular correspondiente a 90° alrededor de un mandril cilíndrico, cuyo diámetro sea de 12 veces el diámetro de la tubería; no se deben observar grietas en ningún tramo ni desprendimiento de la soldadura.

Para tuberías mayores a NPS 2, se deben realizar ensayos de aplastamiento de acuerdo con la NTC 3353. La tubería debe cumplir con los requisitos de este ensayo, a excepción de que el número de ensayos requeridos para determinar las propiedades de aplastamiento debe ser el mismo requerido para determinar la resistencia en el punto de fluencia (ver numeral 7).

3) Determinación del espesor de pared. A menos que se conozca con certeza el espesor de pared, se debe determinar mediante mediciones el espesor en cuatro puntos espaciados 90° en una circunferencia, mínimo sobre los extremos de cada tramo de tubo y donde la inspección visual determine la necesidad de hacerlo.

Si el lote de tubos es de grado, tamaño y espesor nominal uniforme, se deben realizar mediciones en no menos del 10 % de los tramos individuales, pero en no menos de 10 tramos; el espesor de los otros tramos puede verificarse mediante la aplicación de un medidor ajustado al mínimo espesor.

Una vez hechas las mediciones anteriores, el espesor de pared debe tomarse como el siguiente espesor comercial inferior al promedio de todas las mediciones realizadas, pero no superior a 1,14 veces el menor espesor medido para las tuberías menores que la NPS 20, y no mayor a 1,11 veces el menor espesor medido, para las tuberías NPS 20 o mayores.

4) Factor de junta longitudinal. Si no se puede determinar el tipo de junta longitudinal, el factor E debe tomarse como 0,60 para tubería NPS 4 y menores, y como 0,80 para tuberías mayores a la NPS 4. (Véase Tabla 3).

5) Soldabilidad. Un soldador calificado debe realizar un cordón circunferencial de soldadura en la tubería. La soldadura debe ensayarse de acuerdo con los requisitos de la norma API 1104. La calificación de la soldadura debe hacerse en las más severas condiciones bajo las cuales se puede permitir la soldadura en campo y utilizando los mismos procedimientos que se utilizan en campo.

La tubería se considera soldable si cumple con los requisitos establecidos en la norma API 1104. Por lo menos se debe realizar un ensayo de soldadura por cada 100 tramos de tubería en los tamaños mayores a NPS 4. En tamaños NPS 4 y menores, se requiere un ensayo por cada 400 tramos de tubería.

Si en los ensayos de soldadura no se cumplen los requisitos establecidos en la norma API 1104, la soldabilidad debe establecerse realizando ensayos químicos para evaluar el contenido de carbón y manganeso, y procediendo de acuerdo con lo establecido en el ASME Boiler and Pressure Vessel Code, sección IX. El número de ensayos químicos debe ser el mismo requerido para los ensayos de soldadura circunferencial establecidos anteriormente.

6) Defectos superficiales. Todas las tuberías deben examinarse para identificar ranuras, muescas, abolladuras, y deben ser calificadas de acuerdo con lo establecido en los numerales 841.24, 841.241, 841.242, 841.243, 841.244 y 841.245 de la norma ANSI/ASME B31.8.

7) Determinación de la resistencia a la fluencia. Cuando no se conoce la resistencia mínima a la fluencia, la resistencia a la tensión, ni la elongación de la tubería especificados por el fabricante y no se han hecho ensayos físicos, el máximo valor que se puede asumir para propósitos de diseño a la mínima resistencia a la fluencia es de 24 000 psi.

Alternativamente las propiedades de resistencia pueden establecerse como sigue:

- Se realizan los ensayos establecidos en la norma NTC 4748, excepto que el número de ensayos es el siguiente:

Número de ensayos de resistencia para todos los tamaños

Tamaño del lote	Ensayos a realizar
10 tubos o menos	Se realizan todos los ensayos a cada tubo
11 tubos a 100 tubos	Se realizan todos los ensayos a 1 de cada 5 tubos. El número de tubos ensayados no debe ser inferior a 10.
Más de 100 tubos	Se realizan todos los ensayos a 1 de cada 10 tubos. El número de tubos ensayados no debe ser inferior a 20

Notas:

1. Todos los especímenes deben seleccionarse al azar.
2. Si la relación resistencia a la fluencia - resistencia a la tensión es superior a 0,85, la tubería no debe utilizarse, excepto como se establece en el numeral 4.1.2.1, literal b.

8) Mínimo esfuerzo a la Fluencia (S). En el caso de tubería de especificación desconocida, el valor de la resistencia a la fluencia se asume igual a 165,5 MPa (24 000 psi), o debe determinarse de la siguiente forma. Se determina el valor promedio de todos los ensayos de resistencia a la fluencia para un lote uniforme. El valor de S debe tomarse como el menor valor de los siguientes:

- 80 % del valor promedio de los ensayos de resistencia a la fluencia
- El mínimo valor obtenido en los ensayos de resistencia a la fluencia, sin embargo, en ningún caso "S" debe tomarse mayor que 385,5 MPa (52 000 psi).

9) Prueba hidrostática. A las tuberías nuevas o usadas de especificación desconocida y a todas las tuberías usadas, cuya resistencia se haya disminuido por corrosión u otros efectos, debe realizarse nuevamente la prueba de presión hidrostática, ya sea tramo por tramo mediante ensayos similares a los realizados en fábrica, o en el campo después de la instalación y antes de ser puesta en servicio. La presión de prueba utilizada determina la máxima presión de operación permisible. Cuando se conozca la presión de prueba en fábrica, la máxima presión de operación permisible no puede ser superior al 85 % de esa presión.

4.1.2.2 Reutilización de tubería de hierro dúctil

a) Se permite retirar un tramo de tubo en una línea existente y su reutilización en la misma línea, o en una línea que opere a igual o menor presión, siempre y cuando se realice una inspección cuidadosa que indique que la tubería se encuentra en buen estado y permite realizar uniones herméticas, y que tiene un espesor de pared igual o superior a los requeridos en el numeral 3.2.2.2.b.2)b). La tubería debe ensayarse para identificar fugas, de acuerdo con el numeral 6.2.1.2.

b) La tubería usada de especificación conocida, puede reutilizarse de acuerdo con lo que establece el numeral 3.2.2.2.b.2) habiendo realizado una inspección cuidadosa que indique que la tubería está en buen estado y permite realizar uniones herméticas.

4.1.2.3 Reutilización de tuberías plásticas. Las tuberías plásticas usadas de especificaciones y dimensiones conocidas, que hayan sido utilizadas solamente en servicio con gases combustibles de acuerdo con las presiones establecidas en la NTC 3838 pueden reutilizarse si cumplen con los siguientes requisitos:

a) Libre de defectos visibles detectados mediante inspección visual. (A toda la tubería)

b) Ensayo de espesor de pared y resistencia a la tensión de acuerdo con lo establecido en la NTC 1746 o ISO 4437. (A una muestra de la tubería)

c) Ensayo de presión de rotura de acuerdo con lo establecido en la NTC 1746 o ISO 4437 (A una muestra de la tubería).

4.2 TUBERÍAS

4.2.1 Tuberías de acero

En las redes de distribución y de transporte de gas a alta presión se debe utilizar tubería de acero fabricada de acuerdo con las normas NTC 4748, NTC 3170, ASTM A106, ASTM A134, ASTM A135, ASTM A139, ASTM A333, ASTM A381, ASTM A671 o ASTM A672, según corresponda.

La tubería expandida en frío debe cumplir los requisitos obligatorios de la norma NTC 4748.

4.2.1.1 Material de la soldadura. El material de aporte empleado en las soldaduras debe cumplir con la especificación correspondiente de la Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación de grupos de materiales de aporte

Grupo	Especificación AWS	Electrodo	Fundente
1	A 5.1	E6010.E6011	
	A 5.5	E7010.E7011	
2	A 5.5	E8010.E8011	
3	A 5.1	E7015.E7016.E7018	
	A 5.5	E8015.E8016.E8018	
4	A 5.17	EL 8	F-60
		EL 8K	F-61
		EL 12	F-62
		EM5K	F-70
		EM12K	F-71
		EM13K	F-72
		EM15K	
5	A 5.18	ER70S-2	
6	A 5.18	ER70S-6	
7	A 5.28	ER80S-D2	
8	A 5.2	RG60	
	A 5.2	RG65	

4.2.1.2 Revestimientos protectores. La función de recubrimiento protector en el control de la corrosión es la de aislar la superficie exterior de las tuberías enterradas o sumergidas. El recubrimiento debe tener por lo menos las siguientes condiciones generales:

a) Servir como aislante eléctrico.

b) Poseer un alto grado de impermeabilidad.

c) Se debe poder aplicar a la tubería de manera que no afecte adversamente las propiedades de ésta.

d) Debe presentar un adecuado nivel de adherencia a la superficie de la tubería.

e) No debe permitir que con el paso del tiempo se generen discontinuidades que expongan la superficie de la tubería al ambiente exterior.

f) Debe ser resistente a los daños durante el transporte, manejo e instalación de la tubería.

g) Debe mantener constante su resistividad eléctrica con el paso del tiempo.

h) Resistir el desprendimiento catódico.

i) Debe ser fácilmente reparable.

La decisión de utilizar uno u otro recubrimiento protector debe basarse en la aplicación del numeral 5.3 ("Métodos de evaluación de los recubrimientos protectores") de la norma NACE RP-0169.

4.2.2 Tuberías y componentes de hierro dúctil

Se puede utilizar tubería de hierro dúctil fabricada de acuerdo con la norma ANSI A21.52 para la serie en pulgadas, o con la norma NTC 2587 para la serie métrica, para tubería centrifugada, en moldes metálicos o en moldes revestidos con arena.

4.2.2.1 Materiales para soldadura. El material de aporte empleado en las soldaduras de hierro dúctil debe cumplir lo establecido en la NTC 3354.

4.2.2.2 Revestimientos protectores. Los revestimientos protectores para las tuberías de hierro dúctil deben cumplir con lo establecido en el numeral 4.2.1.2.

4.2.2.3 Materiales para los empaques de caucho. Los materiales para los empaques de caucho utilizados en la junta mecánica deben estar elaborados de acuerdo a la norma ANSI/AWWA C-111/A21.11.

4.2.3 Tuberías termoplásticas

La tubería plástica utilizada para conformar redes de suministro de gas debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

a) Estar fabricada de acuerdo con la NTC1746 o ISO 4437.

b) Su flexibilidad debe permitir cambios de dirección de la tubería en un radio de curvatura, de acuerdo con lo establecido en la NTC 1746 o ISO 4437.

4.2.4 Tubería de cobre. La tubería de cobre utilizada en las redes de distribución de gas, debe cumplir con las normas NTC 4128, NTC 3944, ASTM B280, ASTM B88 del tipo "K" o "L", o ASTM B88M del tipo "A" o "B".

4.3 ACCESORIOS

4.3.1 Bridas

4.3.1.1 Tipos de bridas y características de sus caras.

a) Las bridas deben satisfacer una de las siguientes normas:

Serie ANSI B16	Normas sobre accesorios de hierro y acero
MSS SP-44	Bridas para tuberías de acero
ANSI ASME B31.8, Apéndice	Bridas livianas de acero
ASME B16.24	Bridas y accesorios bridados de bronce y latón.

Las bridas fundidas o forjadas junto con la tubería, al igual que las válvulas y los accesorios deben cumplir los requisitos indicados por las normas anteriormente mencionadas, siempre y cuando se cumpla con los requisitos sobre características de las caras, espárragos y empaques mencionados en este numeral y en los dos siguientes.

b) Las bridas roscadas que cumplan con el grupo de normas ANSI B16 pueden seleccionarse en los tamaños y presiones indicados por esas normas.

c) Las bridas unidas a tubería con extremo sobrepuesto sobre la brida (lapped), se pueden seleccionar en los tamaños y presiones establecidos en la norma ASME B16.5.

d) Las bridas deslizables para soldar (slip-on welding), pueden ser de los tamaños y presiones establecidas en la norma ASME B16.5. Las bridas deslizables de sección rectangular se pueden sustituir por bridas con centro deslizable siempre y cuando el espesor se incremente para tener una resistencia equivalente a la que indican los cálculos elaborados con base en la sección VIII del Código ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL.

e) Las bridas de cuello soldable (welding neck) deben cumplir los requisitos establecidos en las normas ASME B16.5 y MSS SP-44.

f) Las bridas de hierro fundido, de hierro dúctil y de acero, deben tener superficies de contacto elaboradas de acuerdo con la norma MSS SP-6.

g) Las bridas de materiales no ferrosos deben tener superficies de contacto terminadas de acuerdo con los requisitos de la norma ASME B16.24.

h) Las bridas de hierro fundido clases 25 y 125 o las bridas roscadas, se pueden emplear con empaques de diámetro igual al de la brida o con empaques planos del tipo anillo que se extiendan hasta el borde interior de los agujeros de los espárragos. cuando se empleen empaques cuyo diámetro sea igual al exterior de la brida, los espárragos pueden ser de acero aleado de, acuerdo con la norma NTC 4514. Cuando se empleen empaques del tipo anillo, los espárragos deben ser de acero al carbono equivalentes a los de denominación NTC 4034 Grado B, sin tratamiento térmico diferente al del alivio de tensiones.

i) Cuando se unan mediante espárragos dos bridas de la clase 250 o dos bridas roscada, de hierro fundido que tengan 1/16 de pulgada de reborde, los espárragos deben ser de acero al carbono equivalente al grado B de la NTC 4034, sin tratamiento térmico diferente al de alivio de tensiones.

j) Las bridas de acero de la clase 150 se pueden unir mediante espárragos a bridas de hierro fundido de la clase 125. Cuando se emplee tal unión, los resaltes de 1/16 de pulgada en la brida de acero se deben eliminar. Cuando se unen dichas bridas, mediante espárragos empleando un empaque plano del tipo anillo, que se extienda hasta el borde interior del agujero del espárrago, los espárragos deben ser de acero al carbono equivalente al grado B de la NTC 4034, sin tratamiento térmico diferente al del alivio de tensiones. Cuando se unan dichas bridas utilizando un empaque de diámetro igual al exterior de la brida, los espárragos pueden ser de acero aleado, que cumpla los requisitos de la NTC 4514.

k) En casos de que se unan mediante espárragos, bridas de la Clase 300 a bridas de hierro fundido de la clase 250, los espárragos deben ser de acero al carbono equivalente al grado B de la NTC 4034, sin tratamiento térmico diferente al de alivio de tensiones. La experiencia indica que el resalto superficial en la brida de acero debería eliminarse, sin embargo, también en este caso, los espárragos deben ser de acero equivalente al grado B de la NTC 4034.

l) Las bridas de acero forjado con cuello soldable, que tengan un diámetro exterior y un diámetro interior diseñados de acuerdo con la norma ASME B16.1, pero con espesores, dimensiones centrales y detalles modificados en las caras de las bridas, se pueden unir mediante espárragos a bridas planas de hierro fundido y pueden operar a presiones y temperaturas nominales establecidas en la norma ASME B16.1 para las bridas de fundición de la clase 125, siempre y cuando:

1) El espesor mínimo de la brida no sea menor que el especificado en el anexo I de la norma ANSI/ASME B31.8 para las bridas livianas.

2) Las bridas que se empleen con empaques no-metálicos se extiendan hasta la periferia de la brida.

3) Se haya probado, mediante ensayos, que el diseño de la brida es adecuado para las condiciones nominales.

m) Las bridas fabricadas en hierro dúctil deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASME B 16.42 si sus dimensiones son en pulgadas. Los requisitos que deben cumplir los espárragos para las uniones con bridas de hierro dúctil son las

mismas que deben cumplir los espárragos para las bridas de aceros aleados y de aceros al carbono establecidos en el numeral 4.3.1.2.

4.3.1.2 Espárragos

a) En todas las uniones con brida, los espárragos deben entrar en contacto con toda la superficie roscada de las tuercas y deben sobresalir por lo menos un filete.

b) En todas las juntas bridadas, diferentes a las descritas en el numeral 4.3.1.1.h, 4.3.1.1.i, 4.3.1.1.j y 4.3.1.1.k, los espárragos deben estar fabricados en acero aleado de acuerdo con lo establecido en las normas NTC 4514, ASTM A 320 o NTC 4512, o en acero al carbono tratado térmicamente de acuerdo con la NTC 4479, con la excepción de que los espárragos para las bridas de las clases 150 y 300 de la norma ASME B16.5 para temperaturas entre -29 °C y 232 °C (-20□F y 450 □F) pueden ser del grado B de la NTC 4034.

c) Los espárragos de aceros aleados que cumplan con las NTC 4514 o NTC 4512, deben emplearse en bridas de aislamiento, si tales espárragos son de 1/8 de pulgada o menos.

d) Los materiales empleados en las tuercas deben cumplir con las NTC 4035 y NTC 4034. Las tuercas que cumplen con la norma A 307 solo pueden utilizarse con espárragos A 307.

e) Todos los espárragos y sus tuercas fabricados en acero al carbono o en aceros aleados deben estar roscados de acuerdo con la norma ANSI B1.1.

1) Acero al carbono. Todos los espárragos deben tener rosca gruesa Clase 2A y tuercas Clase 2B.

2) Acero aleado. Todos los espárragos con diámetro nominal igual o inferior a 1 pulgada, deben ser de rosca gruesa; en el caso de diámetros nominales de 1-1/8 en adelante, deben ser de roscas 8. Los espárragos deben ser de Clase 2A y sus tuercas de Clase 2B.

f) Las tuercas de los espárragos deben cumplir con las NTC 1946 y ASME B18.2.2.

4.3.1.3 Empaques

a) El material de los empaques debe soportar la máxima presión y mantener sus propiedades físicas y químicas a las temperaturas de operación.

b) Los empaques empleados bajo presión y a temperaturas superiores a los 121 °C (250 □F) deben estar fabricados de material incombustible. Los empaques metálicos no se deben emplear en el caso de bridas de Clase 150 estándar o más livianas.

c) Los empaques de asbesto se pueden emplear de acuerdo con lo establecido en la norma ASME B16.5. Este tipo de empaque se puede emplear con cualquiera de las

características de las caras de las bridas a excepción del tipo machiembriado pequeño o de chaveta y ranura pequeños.

d) El uso de empaques metálicos recubiertos con asbesto no se encuentra limitado por la presión, siempre y cuando el material del empaque resista la temperatura de servicio. Estos tipos de empaque se recomiendan con terminados de cara machiembriados pequeños o de chaveta y ranura pequeños. También se pueden emplear con bridas de acero acopladas a tuberías con extremos superpuestos sobre la brida, machiembriados grandes o conjuntos de chaveta y ranura grandes o terminados de cara con resalte.

e) Los empaques de diámetro total, igual al diámetro exterior de la brida se deben emplear con todas las bridas de bronce y pueden emplearse con bridas de hierro fundido de las clases 25 o 125. Los empaques de anillo plano con un diámetro exterior que se extienda hasta la superficie interior de los agujeros de los espárragos se pueden emplear con bridas de hierro fundido, con bridas de acero de caras con resalte o con bridas de acero acopladas a tuberías con bordes sobrepuestos sobre la brida.

f) Con el propósito de garantizar una resistencia superficial unitaria a la compresión, los empaques metálicos de espesores inferiores a la cara macho de la brida, se pueden emplear con caras con resalte, con tubos de extremos sobrepuestos o con caras machiembriadas grandes. El ancho del empaque en el caso de machiembriados o de uniones de chaveta y ranura debe ser igual al ancho de la cara macho o lengüeta.

g) Los anillos deben tener las dimensiones establecidas en la norma ASME B16.20. El material de estos anillos debe ser adecuado para las condiciones de servicio y debe ser más blando que las bridas.

4.3.2 Otros accesorios diferentes a bridas y válvulas

4.3.2.1 Accesorios normalizados

a) El mínimo espesor del metal del accesorio roscado o bridado, no debe ser inferior al especificado para las presiones y temperaturas nominales en las normas ANSI aplicables.

b) Los accesorios de acero para unir mediante soldadura a tope, deben cumplir con la norma ASME B16.9 o la norma MSS SP-75, y los valores de presión y temperatura de operación para los cuales se encuentren diseñados deben coincidir con los de la tubería correspondiente.

Para asegurar un diseño adecuado, la resistencia real a la rotura de los accesorios, debe ser al menos igual a la resistencia a la rotura calculada para la tubería del material y espesor especificados.

Todos estos accesorios de acero deben tener la capacidad de soportar el ensayo de campo a una presión igual a la presión de ensayo establecida por el fabricante, sin que se presenten fallas o fugas, y sin que se vea afectada su operabilidad.

c) Los accesorios de acero para unir con soldadura a socket deben cumplir con la norma ASME B16.11.

d) Los accesorios de hierro dúctil deben cumplir con la norma correspondiente, según el tipo de unión utilizado así:

- Unión bridada: norma ASME B16.42, NTC 2587
- Unión mediante junta mecánica: norma ANSI/AWWA C-111/A21.11

e) Los accesorios termoplásticos deben cumplir con la NTC 3409, NTC 3410, y ASTM F1055. Los accesorios mecánicos deben cumplir lo establecido en la NTC 1746.

4.3.2.2 Accesorios especiales. Cuando se requieran accesorios especiales fundidos, forjados o soldados, de tamaños diferentes a los normalmente especificados en las normas ANSI y MSS, se deben aplicar los requisitos establecidos en el numeral 831.36 del ANSI/ASME B31.8.

4.3.2.3 Conexiones ramificadas

a) Las conexiones ramificadas soldadas en tubería de acero, deben cumplir con los requisitos de diseño de los numerales 831.4 y 831.5 de la norma ANSI/ASME B31.8.

b) Se permiten orificios roscados en tuberías de hierro fundido para conexiones ramificadas, sin refuerzos, hasta tamaños no superiores al 25 % del diámetro nominal de la tubería. Sin embargo, cuando por condiciones del clima o del suelo, se creen cargas externas inusuales o altamente en la tubería de hierro fundido, orificios roscados no reforzados para conexiones ramificadas se permiten solamente en tuberías de diámetro NPS 6 y mayores, siempre y cuando el tamaño del orificio no sea mayor al 25 % del diámetro nominal de la tubería.

c) Se pueden utilizar orificios roscados existentes en tuberías de hierro fundido para reemplazar conexiones ramificadas cuando una inspección cuidadosa demuestre que no existen grietas u otros deterioros en la línea, inmediatamente alrededor del orificio.

d) Se permiten orificios roscados sin refuerzo en tubería de hierro dúctil hasta tamaños no superiores al 25 % del diámetro nominal de la tubería, excepto que los orificios de 1¼ pulgada se permiten en tubería NPS 4 que tenga un espesor de pared no inferior a 0,380 pulgadas.

e) Se pueden utilizar accesorios mecánicos para hacer perforaciones de líneas en operación (Hot Tap), en líneas de transporte, en líneas primarias y secundarias de la red, siempre y cuando estén diseñados para la presión de operación de la tubería y sean adecuados para este propósito.

4.3.2.4 Aberturas para los equipos de control en tubería de hierro fundido. Los orificios roscados para los equipos de control en tubería de hierro fundido, se permiten sin refuerzo hasta tamaños no superiores al 25 % del diámetro nominal de la tubería, excepto que los orificios de 1¼ de pulgada se permiten en tuberías NPS 4. Los orificios de tamaño superior deben protegerse con una camisa reforzada.

4.3.2.5 Componentes especiales fabricados por soldadura

a) Este numeral contempla los componentes distintos a los ensambles de tuberías y accesorios unidos por soldadura circunferencial.

b) Todos los tipos de juntas, los procedimientos y los operarios de soldadura deben ser calificados de acuerdo con la NTC 2057.

c) Las conexiones ramificadas deben cumplir con los requisitos de diseño de los numerales 831.4, 831.5 y 835.6 de la norma ANSI/ASME B31.8.

d) Los elementos prefabricados, distintos a los de producción regular mediante soldadura a tope, que emplean placas y costuras longitudinales, deben cumplir con los requisitos del código ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL, si no se establece otro documento de referencia en esta norma. Los anillos partidos no están cubiertos por este requisito.

e) Todas las unidades prefabricadas deben soportar satisfactoriamente la presión de ensayo, sin que se produzcan fallas, fugas, deformaciones o distorsiones diferentes a la distorsión elástica a una presión igual a la presión de ensayo del sistema en la cual se instala, ya sea antes de la instalación o durante el ensayo del sistema. Cuando estas unidades son instaladas en sistemas ya existentes, deben ensayarse con presión antes de la instalación, si es factible, o deben soportar un ensayo para identificar fugas a la presión de operación de la línea.

4.3.2.6 Tapas

a) Tapas de acción rápida. Una tapa de acción rápida es un elemento sometido a la presión del sistema que permite el acceso frecuente a su interior. Los valores nominales de la presión y la temperatura para los cuales se encuentran diseñados deben ser por lo menos iguales a los requeridos por el sistema.

Deben estar equipados de dispositivos de seguridad, de acuerdo con la sección VIII, División 1, UG-35(b) del Código ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL.

b) Accesorios de las tapas. Los accesorios de las tapas, comúnmente denominados "Tapas Soldadas (WELD CAPS)", deben diseñarse y fabricarse de acuerdo con las normas ASME B16.9 o MSS SP-75.

c) Tapas de extremo. Se permite el uso de tapas de extremo planas, elipsoidales, esféricas o cónicas. Estos elementos pueden diseñarse de acuerdo con la Sección VIII, División 1 del Código ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL. Los esfuerzos máximos permisibles para el material utilizado en estas tapas deben

establecerse de acuerdo con el Capítulo 3, sin que excedan el 60 % del mínimo esfuerzo de fluencia permitido (SMYS).

Si se utilizan elementos soldados en la construcción de estas tapas, estos deben inspeccionarse de acuerdo con la Sección VIII, División 1 del ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL. Sus valores nominales de presión y temperatura, para los cuales se encuentran diseñados, deben ser por lo menos iguales a los requeridos para el sistema.

d) Tapas elaboradas en campo. No se permite el uso de tapas fabricadas por secciones en las redes que operan a niveles de esfuerzo del 20 % o más del mínimo esfuerzo de fluencia del material de la tubería. Las bocas de pescado y las tapas planas se permiten en tubería NPS 3 y más pequeñas, que operen a menos de 6,9 MPa (100 psi). No se permiten bocas de pescado en tuberías mayores a NPS 3. Las tapas planas en tuberías mayores a NPS 3, deben diseñarse de acuerdo con la sección VIII, División 1 del Código ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL.

e) Bridas ciegas. Las bridas ciegas usadas como tapas deben cumplir con lo establecido en el numeral 4.3.1.

4.3.3 Otros accesorios

Las bridas ciegas usadas como tapas transiciones mecánicas metal-polietileno y polietileno-polietileno deben cumplir con las normas internacionales especificadas por los fabricantes. Los elevadores en particular deben cumplir con la NTC 4534.

4.4 VÁLVULAS

Las válvulas utilizadas en las redes de distribución de gas natural deben cumplir las normas y especificaciones que se referencian a continuación y deben utilizarse de acuerdo con las recomendaciones de servicio dadas por el fabricante.

4.4.1 Se pueden utilizar las válvulas fabricadas de acuerdo con las NTC 2576, NTC 3538, ASME B16.34, ASME B16.38, API SPEC 6A, API SPEC 6D, MSS SP-70, MSS SP-71 y MSS SP-78.

4.4.2 Las válvulas cuyos componentes de la carcasa (cuerpo, tapa, cubierta y/o brida terminal) estén fabricados de hierro dúctil fundido, de acuerdo con la NTC 2962 y que tengan dimensiones de acuerdo con ASME B16.1, NTC 3538, ASME B16.34, ASME B16.38, ANSI/ASME B16.40, o API SPEC 6D, deben utilizarse a presiones que no excedan el 80 % de las presiones nominales comparables para las válvulas de acero a las temperaturas respectivas (listadas), siempre que la presión no exceda 69 MPa (1 000 psi) y que no se utilice soldadura en ningún componente de hierro dúctil en la fabricación de la carcasa de la válvula o en su ensamble como parte de la red de distribución.

4.4.3 Las válvulas roscadas deben tener roscas de acuerdo con las NTC 332, NTC 4748 o API SPEC 6A, o roscas métricas de acuerdo con la NTC 2104 o NTC 2143.

5. CONSTRUCCIÓN

5.1 GENERALIDADES

5.1.1 Ubicación de la tubería

5.1.1.1 Profundidad. Las líneas primarias en las redes de distribución de gas o líneas de transporte deben instalarse enterradas a una profundidad no inferior a 100 cm (39,4 pulgadas), medidos entre la superficie del terreno y el lomo o clave de la tubería. Cuando esta profundidad no se pueda alcanzar, o cuando las cargas externas sean excesivas, la línea principal debe protegerse contra estas cargas o diseñarse para soportar estas cargas externas previstas. En caso de que la excavación se realice en terreno rocoso, se deben considerar los criterios que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Profundidades de las redes de distribución primarias o líneas de transporte, en excavaciones en roca

Ubicación	Profundidad en cm (pulgadas)	
	Excavación en roca	
	Tamaño tubería NPS 20 y más pequeñas	Tamaño mayor a 20 NPS
- Clase 1 - Clase 2 - Clases 3 y 4 - Diques de drenaje en carreteras públicas y cruces de ferrocarriles (todas las localidades)	30 (12) 46 (18) 61 (24) 61 (24)	46 (18) 46 (18) 61 (24) 61 (24)

Las líneas secundarias de la red de distribución, deben instalarse a una profundidad no inferior a 60 cm (24 pulgadas) en vías; no inferior a 50 cm en andenes y zonas verdes. Cuando no se pueda alcanzar esta profundidad, se puede reducir la distancia mínima de acuerdo con las recomendaciones dadas por el fabricante de la tubería, en áreas donde no exista tráfico vehicular. Las líneas de acometida deben instalarse a una profundidad no inferior a 50 cm.

Cuando por razones justificadas no puedan respetarse las profundidades señaladas en el presente numeral y la tubería no haya sido calculada para resistir los esfuerzos mecánicos a que se encontrara sometida, deben interponerse entre la tubería y la superficie del terreno losas de hormigón, planchas o camisas que reduzcan las cargas sobre la tubería a valores equivalentes a los de la profundidad inicialmente prevista.

5.1.1.2 Intersección con otras redes. Cuando las líneas de distribución o transporte se sitúen cerca a otras obras o conducciones subterráneas de otros servicios públicos, debe disponerse, entre las partes más cercanas de las dos instalaciones, de una distancia como mínimo igual a la que se establece a continuación:

a) Para redes de transporte. El espacio entre tuberías depende del diámetro, material, fluido transportado, del revestimiento, pero sobre todo, de los requerimientos para ejecución de los mantenimientos rutinarios sobre la tubería o su sistema de protección contra la corrosión; sin embargo, se recomienda que los cruces de tuberías pasen por debajo de la ya existente y durante la ejecución de estos trabajos se deberá dar aviso oportuno al operador de esta última. A continuación se presenta una matriz en la que se establece la distancia mínima que deben guardarse entre dos estructuras:

Matriz

Trayectoria de tuberías	Diámetro de tubería	Protección catódica por corriente impresa				Protección catódica por ánodos de sacrificio			
		Tricapa	f.b.e	Alquitran de hulla y ceras para aplicar en caliente	Cintas	Tricapa	f.b.e	Alquitran de hulla y ceras para aplicar en caliente	Cintas
Cruce de tuberías	Tuberías hasta 10"	0.8	0.8	1.0	1.0	0.8	0.8	0.9	0.8
	Tuberías de 12" a 24"	1.0	1.0	1.2	1.2	0.8	0.8	1.1	1.0
	Tuberías mayor de 24"	1.2	1.2	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1	1.0
Tuberías paralelas	Tuberías hasta 10"	0.6	0.6	1.0	0.8	0.6	0.6	1.0	0.8
	Tuberías de 12" a 24"	0.8	0.8	1.0	0.8	0.6	0.6	1.0	0.8
	Tuberías mayor de 24"	0.8	0.8	1.2	1.0	0.8	0.8	1.2	1.0

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias mínimas entre las estructuras, estas podrán reducirse hasta un mínimo de 0,3 m, siempre que se realice el correspondiente estudio de interferencias de los sistemas de protección catódica y se implementen las medidas de mitigación en caso de que las hubiere.

b) Para redes de distribución

	Líneas primarias	Líneas secundarias
Punto de cruce	0,30 m	0,10 m
Recorrido paralelos	0,30 m	0,20 m

Siempre que sea posible se aumentarán estas distancias sobre todo en las proximidades de obras importantes, de manera que se reduzca en ambas obras el riesgo inherente a la ejecución de trabajos de reparación y mantenimiento de obra.

Cuando por causa justificada no puedan mantenerse las distancias mínimas entre los distintos servicios que se fijan en el presente literal, deben imponerse entre ambos servicios pantallas de fibrocemento, material cerámico, goma, amianto, plástico u otro material de similares características mecánicas y dieléctricas, de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.4

5.1.2 Inspección de materiales

5.1.2.1 Para todo tramo de tubería y para cada uno de los otros componentes, se debe realizar una inspección visual en el sitio de instalación para asegurar que estas no tengan ningún daño visual que pueda ir en detrimento de su funcionalidad.

5.1.2.2 Las inspecciones en campo para identificar grietas o fisuras deben realizarse justo antes de realizar el recubrimiento y durante las operaciones de bajado y relleno.

5.1.2.3 Deben realizarse las inspecciones para determinar que el procedimiento y los equipos utilizados para realizar el recubrimiento no causan daños a la tubería.

5.1.2.4 Los daños al recubrimiento protector deben examinarse cuidadosamente antes de ser reparados, para identificar si la superficie del tubo ha sido dañada.

5.1.2.5 Dado que la tubería plástica y otros componentes son susceptibles de sufrir daños durante su manejo, se debe prestar especial atención durante la inspección de instalación para detectar cortaduras, grietas, raspaduras, curvaturas e imperfecciones similares.

5.1.3 Señalización

5.1.3.1 Durante la construcción

a) Cuando la situación lo amerite se deben colocar cintas u otros medios apropiados para delimitar el sector del trabajo y atenuar las incomodidades a los habitantes del sector.

b) Se deben colocar señales preventivas cerca de carreteras, ferrocarriles, caminos, bordo de carreteras o donde sea necesario, para advertir acerca de la construcción u obstrucción existente.

Los diferentes tipos de señales se instalarán antes de la iniciación de las operaciones de construcción.

c) El diseño de las señales informativas de prohibición o acción de mando y de prevención se debe hacer de manera que garantice la visibilidad y el entendimiento del mensaje.

d) Todas las señales que exijan visibilidad durante las horas de la noche, deben ser reflectivas o estar convenientemente iluminadas.

e) Todas las señales deben permanecer en su posición correcta, suficientemente claras y legibles durante el tiempo de su utilización y ser reemplazadas o retocadas todas aquellas que por acción de agentes externos se hayan deteriorado y no cumplan su función.

5.1.3.2 Señalización permanente.

a) Todas las líneas de la red de transporte y distribución deben ser adecuadamente señalizadas para indicar su presencia durante la realización de trabajos en cercanía de las mismas. En caso de empleo de cintas deben poseer un ancho mínimo de 10 cm, y poseer una leyenda que indique la compañía distribuidora y la palabra gas.

b) Los cruces de las líneas primarias con carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., se deben señalizar mediante letreros que indiquen la presencia del gasoducto.

5.1.4 Consideraciones adicionales para instalación a cielo abierto

5.1.4.1 Roturas y reposición. Los trabajos de rotura deben hacerse con medios manuales o mecánicos adecuados. Debe procurarse que los bordes de la rotura sean regulares y no se produzcan agrietamientos en las superficies adyacentes.

En lo posible, los materiales sobrantes de la excavación o de las labores de limpieza no deben permanecer al lado de las zanjas, su disposición debe hacerse en zonas de desechos apropiadas. Cuando el material de excavación sea apto como relleno, se debe realizar su acopio al lado de la zanja, dentro de las cintas o señales que demarquen el área de trabajo, para su utilización inmediata.

5.1.4.2 Excavación. La excavación de la zanja que aloja la tubería puede ser hecha con pala mecánica, a mano o por cualquier otro método que cumpla con los requisitos del ancho y profundidad para la debida instalación de la tubería.

Antes de iniciar los trabajos de apertura de zanja, se debe hacer un reconocimiento a lo largo de la trayectoria de la línea para tratar de ubicar otras estructuras como tuberías de agua y drenaje, líneas de electrificación, líneas telefónicas, líneas de gas, cimentaciones, cables o andajes, etc., para que estas estructuras no sean dañadas durante la ejecución de la zanja de instalación de la tubería.

Antes de la colocación de la tubería, la zanja debe estar limpia, libre de basura, escombros o materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías alojadas. En los casos en que se tenga terreno rocoso, el fondo de la zanja se debe preparar con una cama de arena de 10 cm, como mínimo, medidos luego de la compactación.

La superficie del fondo de la zanja debe ser emparejada y afinada de tal manera que permita un apoyo uniforme de la tubería.

5.1.4.3 Rellenos y restauración. Se deben tomar las precauciones necesarias para garantizar que el material de relleno no cause averías a la tubería o su recubrimiento.

La compactación se debe realizar de manera que se garantice la estabilidad del terreno y de la compactación.

En cualquier caso, una vez finalizada la obra, las condiciones físicas y ambientales del área deben ser semejantes o mejores a las encontradas inicialmente.

5.1.5 Consideraciones adicionales para instalación por perforación

Se puede emplear técnicas de perforación dirigida o perforación horizontal en cuyo caso antes de iniciar los trabajos y con el fin de disminuir el riesgo de daño a las instalaciones existentes, se debe tener la información de los servicios públicos y demás instalaciones subterráneas existentes. Además, de ser necesario, se debe corroborar en campo la información suministrada por las demás empresas de servicios públicos, previendo la eventual desactualización o información errada de los planos con respecto a la realidad.

5.2 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS METÁLICAS

5.2.1 Instalación de tuberías de acero

5.2.1.1 Transporte y almacenamiento. La tubería de acero debe almacenarse en sitios adecuados o utilizando carpas, o elementos similares para protegerla, preferiblemente cerca al

lugar de instalación. Debe almacenarse en arrumes de tal forma que se garantice que la tubería desnuda no entre en contacto con el suelo, durante el tiempo que está almacenada y que el recubrimiento protector contra la corrosión, no sufra daños irreparables.

La tubería debe transportarse empleando equipos apropiados de tal manera que los biseles originales no sufran daños.

Se debe tener cuidado en la selección del equipo para el manejo, alzado (levante), descarga y puesta en el sitio de la tubería para evitar daños en la misma.

5.2.1.2 Tendido y alineamiento. Se debe realizar el alineamiento de la tubería para efectuar la soldadura a tope de los tubos. La tubería se colocará siguiendo el perfil del terreno en el fondo de la zanja, salvando todo tipo de obstáculos subterráneos como los ocasionados por la infraestructura de servicios como agua, energía, teléfono y alcantarillado.

5.2.1.3 Doblado. Los cambios de dirección requeridos para apegarse al contorno de la zanja pueden realizarse doblando el tubo de acuerdo con lo establecido en la sección 841.231 del ANSI/ASME B 31.8 y las recomendaciones del fabricante para el doblado en frío, sin permitir alargamientos, adelgazamientos, arrugamientos o curvaturas indebidas en la pared de la tubería. Al efectuar un doblez en el tubo, se debe cumplir lo siguiente:

a) El diámetro del tubo no debe reducirse en cualquier punto más de 2,5 % del diámetro nominal.

b) El doblez no debe perjudicar o limitar la funcionalidad de la tubería

c) El cordón longitudinal de la tubería debe estar cerca al eje neutro del doblez

d) El doblez debe presentar un contorno suave y estar libre de arrugas, pandeo o cualquier otro daño mecánico.

5.2.1.4 Uniones

a) Soldadas

1) Los procedimientos de soldadura, así como los soldadores que ejecuten estas labores en el campo, deben ser calificados de acuerdo con los criterios generales de la NTC 2057 y los procedimientos establecidos en la norma API 1104.

Los soldadores deben realizar las pruebas apegadas a los procedimientos establecidos. Estas pruebas se deben llevar a cabo al iniciar cada nueva obra y repetirse cada vez que cambien las condiciones que sirvieron de base para la calificación.

2) Calificación del procedimiento de soldadura.

* Antes de iniciar la operación de soldadura en la línea, debe ser calificada la especificación detallada del procedimiento de soldadura que se usará, para asegurar que las soldaduras tengan propiedades

mecánicas apropiadas, puedan considerarse adecuadas y utilizar el procedimiento aprobado. La calidad de la soldadura debe ser determinada por pruebas destructivas.

** Los detalles de cada procedimiento calificado deben ser anotados en registros que muestren los resultados completos de las pruebas del procedimiento.

*** El procedimiento de soldadura especificado en el proyecto y que se califica en el campo, debe incluir y aplicar como mínimo los aspectos que se enuncian a continuación:

- Proceso: el proceso específico de soldadura de arco o el proceso de soldadura con gas, manual, semiautomático, automático o combinado.
- Materiales: tubos y conexiones de tuberías, especificación NTC 4748 y otros materiales de especificaciones ASTM, acero al carbono agrupados según el límite mínimo de fluencia, además de comprobar la compatibilidad de las propiedades metalúrgicas de los metales base y relleno, tratamientos térmicos y propiedades mecánicas.
- Agrupamientos por diámetros y espesor de pared.
- Diseño de ranuras: forma de la ranura y ángulo del bisel, tamaño de la cara de la raíz y abertura entre componentes a tope; forma y tamaño del cordón de soldadura; tipo de respaldo, si se usa.
- Metal de aporte y número de cordones: tamaño y número de clasificación del metal de aporte, número mínimo y secuencia de cordones.
- Características eléctricas: corriente y polaridad, tensión y corriente para cada electrodo, sea varilla o alambre.
- Características de la llama: neutral, carburizante, oxidante, tamaño del orificio en antorcha tipo, para cada tamaño de varilla o alambre.
- Posición: de rolado o soldadura de posición fija.
- Dirección de la soldadura: vertical hacia arriba o hacia abajo.
- Tiempo entre pasos: tiempo máximo entre la terminación del cordón de fondeo y el principio del segundo cordón; tiempo máximo entre la terminación del segundo cordón y el principio de otros cordones.
- Tipo de alineador: interno, externo, no se requiere.
- Remoción del alineador: después de completar 100 % del fondeo.
- Limpieza: herramientas motrices, herramientas de mano.

- Pre y postcalentamiento: revelado de esfuerzos, métodos, temperatura, métodos de control de temperatura, fluctuación de temperatura ambiente.
- Gas protector y gasto: composición del gas y gasto.
- Tipo y tamaño del fundente y protector
- Velocidad de recorrido, en cm/min o pulgada/min.
- Dibujos y tablas: dibujos por láminas separadas, mostrando la ranura y secuencia de los cordones de soldadura, junto con los datos tabulados según el diámetro y espesor de pared del tubo, el diseño de la junta, el metal de aporte, número de cordones y las características de la corriente eléctrica o de la llama.

3) Recalificación del procedimiento de soldadura. Un procedimiento de soldadura debe ser restablecido como una nueva especificación y ser completamente recalificado cuando cambian cualquiera de las siguientes variables que pertenecen al procedimiento previamente establecido:

- Cambio en el proceso de soldadura
- Cambio en el material de los tubos
- Cambio en el diseño de la junta
- Cambio en la posición
- Cambio en el espesor de pared del tubo
- Cambio en el metal de aporte
- Cambio en el espacio de tiempo entre el cordón de fondeo y el segundo cordón según el máximo tiempo establecido.
- Cambio en dirección
- Cambio de gas protector
- Cambio del flujo de gas

4) Todas las soldaduras en los aceros al carbón deben tener alivio de esfuerzos cuando el espesor de pared sea superior a 3,175 cm (1¼ de pulgada).

b) Uniones diferentes a las soldadas

1) Las líneas de distribución y las líneas de transporte deben estar diseñadas e instaladas de tal forma que todas las uniones puedan soportar esfuerzos longitudinales o fuerzas de tracción causadas por la contracción o la expansión de la tubería o por cargas internas o externas, previstas.

2) Todas las uniones deben estar fabricadas de acuerdo con procedimientos escritos que hayan sido aprobados mediante ensayos o experiencia para producir uniones fuertes y herméticas.

3) Todas las uniones deben inspeccionarse para asegurar el cumplimiento con esta norma.

5.2.2 Instalación de tuberías de hierro dúctil

5.2.2.1 Tendido y alineamiento. Se debe realizar el alineamiento y tendido de la tubería de acuerdo con las condiciones de campo aplicables, descritas en la norma ANSI/AWWA C150/A21.50.

5.2.2.2 Uniones en tuberías de hierro dúctil

a) Uniones mecánicas. La tubería de hierro dúctil con uniones mecánicas debe cumplir con los requerimientos establecidos en las normas ANSI 21.52 y ANSI/AWWA C111/A21.11. Las uniones mecánicas deben ensamblarse de acuerdo con "las notas de instalación de las uniones mecánicas" contenidas en la norma ANSI/AWWA C111/A21.11.

b) Otras uniones. La tubería de hierro dúctil puede acoplarse con otros tipos de juntas, siempre y cuando estas sean apropiadamente calificadas y cumplan con los requisitos de esta norma. Estas juntas deben ensamblarse de acuerdo con las normas aplicables o de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

c) Uniones roscadas. No se recomienda el uso de uniones roscadas para acoplar tramos de tubería de hierro dúctil.

5.2.3 Instalación de tuberías de cobre

5.2.3.1 Transporte y almacenamiento. La tubería de cobre debe transportare y almacenarse de forma que se evite el daño de la misma.

5.2.3.2 Instalación. La tubería de cobre debe instalarse de manera que se minimicen los esfuerzos y se evite el daño mecánico.

5.2.3.3 Uniones en tuberías de cobre. Las uniones en las tuberías rígidas de cobre deben realizarse mediante acoples del tipo compresión o mediante soldadura con latón o a traslapo. El material de relleno utilizado para la soldadura con latón debe ser una aleación de cobre-fósforo o una aleación a base de plata.

No se permiten soldaduras a tope para unir tubería rígida o flexible de cobre. La tubería flexible de cobre no debe ser roscada, sin embargo las tuberías rígidas de cobre con espesores de pared

equivalente a una tubería de acero cédula 40 de tamaño comparable, pueden ser roscadas y utilizadas para conectar accesorios o válvulas.

El cobre flexible podrá acoplarse mediante unión metal-metal tipo abocinado de acuerdo con los criterios establecidos en la NTC 4137 o en la NTC 4138.

5.2.4 Instalación en zanja

a) En las líneas de la red de distribución o de la red de transporte que vayan a operar a presiones que produzcan esfuerzos circunferenciales iguales o superiores al 20 % del mínimo esfuerzo de fluencia, éstas deben instalarse de tal forma que se minimicen los esfuerzos y se proteja contra daños el recubrimiento protector de la tubería.

b) La tubería debe apoyarse en la zanja.

c) Cuando secciones largas de tubería hayan sido soldadas a lo largo de la zanja y bajadas, se debe tener cuidado para no sacudir o hacer vibrar la tubería o imponer tensiones que puedan curvarla o doblarla permanentemente.

d) El relleno de la zanja debe proveer soporte firme debajo de la tubería y prevenir daños en la tubería o en su recubrimiento causado por el equipo o por el material de relleno. Igualmente debe cumplir con lo especificado en el numeral 5.1.4.

5.3 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PLÁSTICAS

5.3.1 Transporte y almacenamiento

La tubería plástica y sus componentes son susceptibles de daño por un manejo inadecuado.

La tubería de polietileno no debe quedar expuesta a la intemperie por períodos prolongados que superen las recomendaciones del fabricante, ya que la luz directa del sol y las temperaturas mayores de 38 °C pueden alterar las propiedades de la misma. Cuando por alguna circunstancia la tubería de polietileno permanezca por más de dos años a la intemperie, deben efectuarse ensayos de laboratorio para determinar su resistencia mecánica y la resistencia a la tensión.

Los rollos de polietileno deben almacenarse conforme a las recomendaciones del fabricante. Los extremos deben protegerse mediante tapones para impedir la penetración de polvo, suciedad y agua.

5.3.2 Tendido e instalación

5.3.2.1 En zanja

a) Las tuberías termoplásticas deben tenderse e instalarse en la zanja según lo establecido en la NTC 3742. Durante el tendido de la tubería plástica, esta no debe ser presionada o halada sobre superficies puntiagudas; no se deben dejar caer o permitir que otros objetos caigan sobre esta. Se deben evitar curvas o pandeos; cualquier defecto debe removerse cortando el tramo cilíndrico correspondiente.

b) La tubería plástica no debe instalarse superficialmente, amenos que esté provista de camisas o elementos que la protejan de la intemperie y daños mecánicos.

c) La tubería plástica no debe instalarse en registros o cajas u otros encerramientos bajo nivel, de otros servicios a menos que esté completamente encamisada, de manera hermética al gas con referencia a la caja del otro servicio, con materiales incombustibles que garanticen la protección mecánica de la tubería.

d) La tubería plástica debe instalarse de tal forma que se minimicen los esfuerzos cortantes o las tensiones resultantes de la construcción, el relleno, la contracción térmica o las cargas externas.

e) La tubería debe instalarse en forma serpenteada, totalmente apoyada en el fondo de la zanja y al momento de iniciar el relleno de la zanja se debe compactar inicialmente por los costados de la tubería.

f) Las tuberías plásticas se deben instalar a una distancia de las líneas de vapor, líneas de agua caliente, líneas de transmisión eléctrica o cualquier otra fuente de calor de tal manera que se evite que alcancen temperaturas superiores a los 37,8 °C (100 °F). Cuando no sea posible, se deben tomar las medidas necesarias para garantizar que la tubería no alcance la temperatura mencionada. (Véase el numeral 5.4)

5.3.3 Uniones

5.3.3.1 Generalidades

a) Se requiere la aplicación de técnicas calificadas y la utilización de materiales y equipos apropiados y en buenas condiciones, para garantizar uniones perfectas en la tubería plástica, realizadas mediante los diferentes métodos de unión establecidos en la NTC 1746 o ISO 4437.

b) Las uniones en tuberías plásticas deben realizarse de acuerdo con procedimientos recomendados por el fabricante, que hayan sido establecidos y aprobados mediante ensayos, para producir uniones herméticas y al menos tan resistentes como la tubería que se une.

c) Las uniones deben ser realizadas por personal calificado mediante entrenamiento y experiencia en los procedimientos apropiados que se requieren para todas los tipos de juntas involucradas.

d) Las uniones por termofusión y electrofusión, deben utilizarse únicamente cuando los componentes de unión sean del mismo material termoplástico, exceptuando los casos recomendados por los fabricantes.

e) Las uniones por fusión y las uniones mecánicas deben utilizarse cuando se una tubería o accesorios de polietileno. Los componentes de polietileno fabricados de diferentes grados de materiales pueden ser unidos por fusión, siempre y cuando se utilicen los procedimientos recomendados por el fabricante para la unión de los componentes específicos.

f) Las bridas o uniones especiales pueden utilizarse siempre y cuando estén apropiadamente calificadas y se utilicen de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI/ASME B31.8.

5.3.3.2 Uniones por fusión. Los procedimientos de unión por fusión deben ser realizados por personal debidamente calificado y entrenado.

Antes de realizar la unión, las juntas deben estar completamente limpias, de tal manera que no se mezcle el material fundido con las impurezas que se puedan presentar. A su vez, las juntas deben estar libres de humedad. No deben limpiarse tuberías y accesorios que vayan a ser unidos por fusión con agua u otro líquido que pueda infiltrarse en el material plástico. Por ningún motivo, se deben tocar las superficies a ser unidas, una vez estén limpias.

a) Uniones por termofusión.

1) Uniones realizadas a tope. Los accesorios utilizados para estos procedimientos deben cumplir con la NTC 3409.

El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

2) Uniones realizadas a socket. Los accesorios utilizados para estos procedimientos deben cumplir con la NTC 3410.

El tubo y el accesorio deben prepararse para la fusión, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante.

3) Juntas con silletas para derivaciones. El tubo y el accesorio deben prepararse para la fusión, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante.

No se permite la aplicación de calor mediante antorchas ni otras llamas directas.

b) Uniones por electrofusión. Todos los accesorios utilizados para uniones por electrofusión deben cumplir con las especificaciones de la norma ASTM F1055. Los equipos y accesorios para las uniones por electrofusión deben ser utilizados de acuerdo con los procedimientos que establezca el fabricante.

c) Uniones mecánicas

Los accesorios utilizados para realizar uniones mecánicas deben garantizar la hermeticidad de la unión y soportar la presión de trabajo sin desprenderse. Adicionalmente, deben ser resistentes químicamente a los gases combustibles con los que vayan a estar en contacto.

Todas las uniones mecánicas que se realizan por compresión deben cumplir con los siguientes requisitos:

a) El material del empaque en el acople debe ser compatible con el plástico.

b) Debe utilizarse un refuerzo rígido tubular interno que no sea de secciones longitudinales, en conjunto con el acople.

5.4 OBRAS Y CRUCES ESPECIALES

Cuando en la instalación de redes de transporte y distribución de gas se presenten casos en los cuales sea necesario el cambio de los procedimientos normales de construcción, establecidos en los numerales 5.2 y 5.3, se entenderá que son "Obras Especiales" y en tales casos, se debe dar el tratamiento específico que garantice la operación segura de la red.

5.4.1 Generalidades

Todas las obras especiales deben contar con un diseño en detalle, previo al inicio de los trabajos respectivos. Tales diseños pueden ser típicos o específicos de acuerdo con las características de la obra.

Las obras especiales buscan proteger tanto las instalaciones a ser cruzadas por la tubería como la tubería misma y para tal efecto se deben tener parámetros adecuados de diseño que garanticen una instalación y operación seguras. En los casos en que sea necesario apoyar, colgar o adosar líneas de transporte o distribución a puentes se debe garantizar:

a) Que la estructura del puente esté en capacidad de soportar las cargas adicionales inducidas por la línea de transporte o distribución de gas.

b) Que el funcionamiento del puente no afecte la estabilidad de la línea de transporte o distribución de gas.

c) En el caso de tuberías plásticas los efectos térmicos a los que está sometida la tubería no debe superar el valor de 38 °C.

Adicionalmente es necesario contar con los permisos correspondientes y contemplar estos cruces en los planes de contingencia.

5.4.2 Tipos de cruces

5.4.2.1 Cruces encamisados

a) Cuando por condiciones de diseño, instalación y seguridad, sea necesario el uso de camisas para la protección de las líneas, éstas pueden ser tuberías rígidas o flexibles, nuevas o usadas, cuyas especificaciones le permitan soportar las cargas externas a las cuales van a estar sometidas.

b) El diámetro interno del tubo usado para encamisar debe tener el tamaño suficiente para facilitar la instalación de la línea de distribución y para prevenir la transmisión de cargas externas a la misma. La camisa debe ser de diámetro nominal mayor al diámetro de la línea a encamisar así:

Diámetro de la línea a encamisar	Diámetro de la camisa
□ □2 pulgadas	□ de la línea + 2 pulgadas
□ □2 pulgadas	□ de la línea + 1 pulgadas

5.4.2.2 Cruces sin camisa. Las líneas de transporte y distribución que atraviesan cruces especiales pueden ser instaladas sin camisa, siempre y cuando los esfuerzos circunferenciales interno y externo en el tubo, no exceda el máximo esfuerzo permitido, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 4, ni el límite de resistencia por fatiga para las tuberías metálicas. También debe verificarse que la deformación máxima debido a las cargas externas, está dentro de los límites aceptadas para tubería.

6. VERIFICACIÓN Y PRUEBAS

6.1 GENERALIDADES

6.1.1 Verificación e inspección

Durante el proceso de construcción e instalación de la tubería de gasoducto metálicos, se debe verificar la uniformidad del diámetro interno (platinas calibradas), el recubrimiento, las soldaduras de las juntas en los tubos. Las soldaduras de las juntas en los tubos y conexiones deben verificarse de acuerdo con lo contemplado en el numeral 826.2 del capítulo 2 de ASME B 31.8.

En tuberías plásticas se debe verificar que no existan ovalamientos ni daños en las paredes del tubo que pueda afectar su resistencia.

6.1.2 Limpieza interior de las tuberías

Antes de entrar en operación una línea, es necesario efectuar la limpieza interior de las tuberías instaladas, para eliminar cualquier elemento extraño como rebabas, escoria, tierra, agua, basura que hayan quedado dentro de la línea, preferentemente usando aire a presión o gas inerte.

En el caso de las tuberías metálicas, puede utilizarse agua para someter a la tubería a una prueba de presión y luego se usa un raspador para limpiar la tubería.

6.2 PRUEBAS

Todos las redes destinadas al transporte o la distribución de gases combustibles, deben ser ensayadas al término de su construcción y antes de ser puestas en servicio, con el propósito de verificar su resistencia mecánica y hermeticidad al flujo de gas.

6.2.1 Tuberías de acero y de hierro dúctil

6.2.1.1 Ensayos para la verificación de la resistencia mecánica

a) Las redes de distribución o transporte construidas de material de acero o de hierro dúctil, en los cuales la máxima presión de operación permisible pueda generar esfuerzos circunferenciales mayores o iguales al 30 % del límite de fluencia mínimo especificado para el material, deben someterse a ensayos para la verificación de la resistencia mecánica durante un período de tiempo no inferior a 2 h, con los agentes de prueba y las presiones de ensayo que se indican en la Tabla 7, de acuerdo con la clase de localidad correspondiente a cada sección específica de tubería de 1,6 km (1 milla) de longitud comprendida por el sistema.

Tabla 7. Presiones de ensayo y agentes de prueba para tuberías metálicas. En sistemas cuya máxima presión de operación permisible pueda generar esfuerzos circunferenciales superiores al 30 % del límite de fluencia mínimo especificado para el material.

Clase de localidad	Agente de prueba	Presión de ensayo		MPOP (El menor de los valores indicados)
		Mínima	Máxima	
1	Agua Aire Gas	1,1 x MPOP 1,1 x MPOP 1,1 x MPOP	Ninguna 1,1 x PD 1,1 x PD	(1) PE / 1,10 (2) PD
2	Agua Aire	1,25 x MPOP 1,25 x MPOP	Ninguna 1,25 x PD	(1) PE / 1,25 (2) PD
3	Agua	1,40 x MPOP	Ninguna	(1) PE / 1,40 (2) PD
4	Agua	1,40 x MPOP	Ninguna	(1) PE / 1,40 (2) PD

PE = Presión de Ensayo
PD = Presión de Diseño
MPOP = Máxima Presión de Operación Permisible

b) Los requisitos de prueba hidrostática prescritos en la Tabla 7 para localidades de las clases 3 y 4, no serán aplicables si al momento de la prueba se presentan cualquiera de las siguientes condiciones:

1) La temperatura del suelo sea igual o inferior a 0 °C (32 °F), o pueda descender a estas temperaturas antes de que se logre terminar el ensayo.

2) No se encuentra disponible en el sector una cantidad suficiente de agua de calidad tal que no permita la acumulación de residuos sólidos en la tubería, ni la corrosión en la misma.

En tales casos, el sistema de tuberías debe ser ensayado con aire como agente de prueba, a una presión equivalente a 1,1 veces la máxima presión de operación permisible prevista para el sistema.

c) Las redes de distribución o transporte construidas de material de acero o hierro dúctil, en las cuales la máxima presión de operación permisible puede generar esfuerzos anulares inferiores al 30 % del límite de fluencia mínimo especificado para el material, deben someterse a ensayos para la verificación de la resistencia mecánica, acordes con las prescripciones de la Tabla 7, excepto que:

1) En localidades de la clase 1 tan solo será necesario practicar un ensayo de hermeticidad acorde con las especificaciones del numeral 6.2.1.2.

2) En localidades de las clases 2, 3 y 4 se puede utilizar aire o gas como agentes de prueba, en vez de agua, siempre y cuando las presiones de ensayo no generen esfuerzos circunferenciales superiores a los valores máximos permisibles prescritos en la Tabla 8, expresados como porcentajes del límite de fluencia mínimo especificado para el material.

Tabla 8. Máximo esfuerzo circunferencial permisible durante el ensayo

Agente de prueba	Clase de localidad		
	2	3	4
	% del límite de fluencia mínimo especificado		
Aire	75 %	50 %	40 %
Gas	30 %	30 %	30 %

6.2.1.2 Ensayos de hermeticidad

a) En las redes de distribución o líneas de transporte con máxima presión de operación permisible mayor o igual a 6,9 bar (100 psig), que deban someterse a ensayos para la verificación de la resistencia mecánica a presiones que generan esfuerzos circunferenciales iguales o superiores al 20 % del límite de fluencia mínimo especificado para el material, empleando aire o gas como agente de prueba, basta que durante la ejecución de tales ensayos de resistencia se verifique la hermeticidad del sistema cuando la presión de prueba alcance 6,9 bar (100 psig), o el valor necesario para generar un esfuerzo circunferencial equivalente al 20 % del límite de fluencia prescrito para el material. En caso contrario, el sistema debe ser ensayado para verificar su hermeticidad mediante el procedimiento de ensayo que establece el literal b) de este numeral para sistemas de tuberías con máxima presión de operación permisible inferior a 6,9 bar (100 psig).

b) Las redes de distribución o líneas de transporte con máxima presión de operación permisible inferior a 6,9 bar (100 psig) deben someterse a ensayos de hermeticidad utilizando aire o gas como agente de prueba, a la máxima presión de operación permisible prescrita para el sistema. Si las tuberías objeto de ensayo han sido recubiertas con un elemento de protección de naturaleza tal que pueda sellar temporalmente una grieta o fisura, el sistema debe ser sometido a una presión de ensayo de 6,9 bar (100 psig), como mínimo.

6.2.2 Tuberías plásticas

a) Las redes de distribución construidas de materiales plásticos deben someterse a ensayos de hermeticidad y resistencia, empleando aire o gas inerte como agente de prueba, a una presión de ensayo no inferior a 1,5 veces la máxima presión de operación permisible prescrita para el sistema, ó 3,45 bar (50 psig), la que sea mayor, excepto que la máxima presión de ensayo permisible para tuberías termoplásticas, no deben exceder 3,0 veces la presión de diseño prescrita para el sistema a temperaturas hasta de 39 □C (100 □F), inclusive, ó 2,0 veces la presión de diseño para temperaturas en exceso de 38 □C (100 □F).

b) Las tuberías termoplásticas no deben someterse a ensayos a temperaturas del material en exceso de 60 °C (140 °F). La duración del ensayo de tuberías termoplásticas no deberá exceder de 96 horas para temperaturas del material superiores a 38 °C (100 °F). El tiempo mínimo para la realización de este ensayo es de 2 h.

c) Al conectar las acometidas a las líneas secundarias, es posible realizar las pruebas a las acometidas con agua jabonosa o detector de fugas, utilizando el gas como medio de prueba.

Los puntos de acceso a la red para efectos de las pruebas (entrada de aire, conexión de manómetros, salida de aire, etc.), deben inspeccionarse después de realizada la prueba para verificar su hermeticidad.

6.2.3 Tuberías de cobre

Los sistemas de tuberías para la conformar redes de suministro de gas construidos de tuberías rígidas o flexibles de cobre, deben ensayarse de conformidad con las prescripciones del numeral 6.2.1.2.6).

7. OPERACIÓN

7.1 REQUISITOS GENERALES

Todas las compañías operadoras de redes de transporte y distribución de gas deben cumplir con los siguientes requisitos generales:

a) Establecer manuales documentados, que cubran los procedimientos de operación de la red, durante las operaciones normales y de mantenimiento.

b) Establecer procedimientos de arranque, operación y parada para todos los equipos, y tomar las medidas apropiadas para velar que se cumplan. Estos procedimientos deben delinear las medidas preventivas y las verificaciones requeridas para asegurar el funcionamiento apropiado de todo el equipo de parada, control y alarma.

c) Establecer sistemas de medición, de las diferentes variables de operación que a criterio del operador incidan en la estabilidad del sistema y las cuales permitan garantizar la operación normal de las redes de transporte y distribución.

d) Establecer planes de contingencia documentados para los casos en que falle el sistema, se presenten accidentes u otras contingencias, así como para familiarizar a los trabajadores con estos planes.

e) Realizar el registro y análisis de las fallas y accidentes, con el fin de determinar las causas y reducir la probabilidad que las mismas se presenten nuevamente.

f) Revisar y actualizar los manuales, planes y procedimientos, de acuerdo con la experiencia o cuando cambien las condiciones de operación o las instalaciones.

7.2 MANUAL DE OPERACIÓN

Toda empresa de transporte o distribución debe incluir como mínimo los siguientes elementos en su manual de operación y mantenimiento:

a) Procedimiento de cambio de la máxima presión de operación en caso de que contemple esta posibilidad.

b) Inspecciones periódicas que garanticen que las presiones de operación son las apropiadas para la clase de localidad, con excepción de las localidades clase 4.

c) Instrucciones que le permitan al personal que realiza las actividades de operación y mantenimiento reconocer las condiciones que puedan potencialmente afectar la seguridad.

7.3 MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN PERMISIBLE

La máxima presión de operación permisible de una red de transporte o distribución de gas, depende de las consideraciones de diseño asociadas a los materiales empleados en su construcción (véase Capítulo 3) y a las localidades por las cuales atraviesa su trazado. Adicionalmente depende también de las restricciones que, por consideraciones de seguridad, se establecen para cada una de las localidades.

En cualquier caso, la presión de operación de una red de transporte o distribución de gas no debe sobrepasar la máxima presión de operación permisible determinada para cada tramo de la red como se establece en la NTC 3838.

7.3.1 Confirmación de la clase de localidad

Para todas las redes metálicas de transporte y distribución de gas que se encuentren en operación, y que no hayan sido diseñadas de acuerdo con los criterios de la Clase 4, se deben adelantar estudios que permitan conocer las condiciones de la localidad por la cual pasa el trazado de la red. En caso de cambio de localidad debe revisarse según los criterios de los numerales 7.3.2.

7.3.2 Cambios en la clase de localidad.

7.3.2.1 Estudios requeridos para el cambio de la clase de localidad. Cuando el incremento en la densidad poblacional implique un cambio en la clase de localidad de un tramo determinado de una red de transporte o distribución existente que opere a un esfuerzo circunferencial superior al 40 % del esfuerzo mínimo especificado en el punto de fluencia, o que implique que el esfuerzo circunferencial correspondiente a la máxima presión de operación permisible no corresponde a la clase de localidad del momento, la compañía operadora debe elaborar un estudio que determine lo siguiente:

a) La clase real de localidad.

b) Los procedimientos de diseño, construcción y pruebas que se siguieron en la instalación original y su comparación con los procedimientos requeridos para la clase de localidad real.

c) La evaluación de las condiciones físicas actuales del tramo correspondiente de la red de transporte o distribución, tomando en consideración los registros disponibles,

d) Los registros históricos de los procedimientos de operación y mantenimiento,

e) La máxima presión real de operación y los esfuerzos circunferenciales correspondientes,

f) El área real afectada por el incremento de la densidad poblacional y las barreras físicas u tros factores que puedan limitar una expansión futura.

7.3.2.2 Tiempo máximo para el establecimiento de los ajustes. En caso que la reclasificación requiera ajustes en el sistema se debe elaborar un plan, el cual debe ejecutarse antes de 18 meses.

7.3.2.3 Confirmación o revisión de la máxima presión de operación permisible.

a) Si el esfuerzo circunferencial correspondiente a la máxima presión de operación permisible de un tramo de la red de transporte o distribución no corresponde a la clase de localidad real y el tramo se encuentra en condiciones físicas satisfactorias, la máxima presión de operación permisible de dicho tramo debe confirmarse o revisarse de acuerdo con uno de los siguientes requisitos:

1) Si el tramo considerado se ha sometido anteriormente a pruebas en campo durante un periodo no inferior a 8 horas, la máxima presión de operación permisible es de 0,8 veces la presión de prueba para las localidades de Clase 2; 0,667 veces la presión de prueba para las localidades de Clase 3, o 0,555 veces la presión de ensayo para las localidades de clase 4. El esfuerzo circunferencial correspondiente no puede exceder el 72 % de la resistencia mínima especificada en el punto de fluencia (SMYS) en el caso de tramos de Clase 2, el 60 % del SMYS en localidades de clase 3 o el 50 % del SMYS en localidades de clase 4.

2) La máxima presión de operación permisible del tramo considerado se debe reducir de tal modo que el esfuerzo circunferencial correspondiente no sea mayor que el permitido para los nuevos tramos en la clase de localidad real.

3) El tramo evaluado se debe someter a una prueba acorde con los requisitos establecidos en el capítulo sobre pruebas y su máxima presión de operación permisible se debe establecer de acuerdo con los siguientes criterios:

- La máxima presión de operación permisible después del ensayo de recalificación es de 0,8 veces la presión de prueba para localidades Clase 2, 0,667 veces la presión de ensayo para localidades Clase 3 y 0,555 veces la presión de prueba para localidades clase 4.

- La máxima presión de operación permisible confirmada o revisada de acuerdo con los requisitos de este numeral no puede exceder la máxima presión de operación permisible establecida antes de la confirmación o revisión.

- El esfuerzo circunferencial correspondiente no puede exceder al 72 % del SMYS del tramo en las localidades Clase 2, 60 % del SMYS en localidades Clase 3 ó 50 % del SMYS en localidades clase 4.

b) La confirmación o revisión de la máxima presión de operación permisible de un tramo de la red de transporte o distribución, de acuerdo con los criterios mencionados en este numeral, no impide que el valor de ésta pueda ser aumentado, cuando una revisión de los criterios iniciales de diseño, establezca que se hubieran podido determinar valores superiores para la máxima presión de operación permisible.

En cualquier caso, la presión de operación de una red de transporte o distribución de gas no debe sobrepasar la máxima presión de operación permisible determinada para cada tramo de la red como se establece en la NTC 3838.

7.4 INSPECCIONES

7.4.1 Toda empresa de transporte o distribución debe realizar la inspección continua del sistema con el propósito de determinar y tomar las acciones pertinentes cuando se presenten cambios en la clase de localidad, fugas, fallas, corrosión, cambios en los requisitos relacionados con la protección catódica y otras condiciones inusuales de operación y mantenimiento.

7.4.2 Si se determina que un tramo de la red de transporte o distribución se encuentra en una condición insatisfactoria, pero no presenta riesgos inmediatos, la compañía operadora debe iniciar un programa de reacondicionamiento o suspender la operación del tramo. Si el tramo no se puede suspender o reacondicionar, se debe reducir la presión de operación para que los esfuerzos no superen los límites establecidos en esta norma.

7.5 PREVENCIÓN DE DAÑOS

Toda compañía operadora debe mantener como mínimo las siguientes consideraciones para la prevención de daños por terceros:

a) Llevar un registro de las entidades que normalmente llevan a cabo actividades de excavación en el área de instalación de las tuberías.

b) Notificar a las entidades antes referidas lo siguiente:

1) La existencia, localización y condiciones de operación de la red.

2) El tipo de señalización existente, de manera que el tercero pueda ubicar la tubería durante sus excavaciones.

c) Manejar un archivo de recibo y registro de la notificación de las actividades de excavación.

d) Con el fin de tener un mayor cubrimiento de las acciones que deben tomarse para prevenir los daños causados por terceros a los sistemas de transporte y distribución de gas, adicionar un literal d) que diga: "Programa de Educación al público tendiente a reducir y prevenir el riesgo de daños por terceros. Este programa puede incluir:

- Reuniones informativas con funcionarios de autoridades competentes
- Reuniones con representantes de entidades que llevan a cabo actividades de excavación en el área de influencia del gasoducto.
- Capacitación regular a grupos comunitarios

7.6 PLANES DE CONTINGENCIA

Toda empresa operadora debe contar con un plan de contingencia de acuerdo con la legislación vigente.

7.7 ODORIZACIÓN DEL GAS

7.7.1 Todo gas combustible en una red de distribución debe estar odorizado de tal manera que, para una concentración en el aire de un quinto del límite inferior de explosividad, el gas sea fácilmente detectado, por una persona normal.

7.7.2 Se exceptúan los siguientes casos:

Gas suministrado a plantas industriales en las cuales la presencia del odorante cause las siguientes consecuencias:

a) Que las características del producto final de la planta se vea afectado por el odorante.

b) Que se reduzca la capacidad de los catalizadores.

c) Que se reduzca la efectividad de las reacciones químicas.

7.7.3 El odorante debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) El odorante no debe ser venenoso para personas o animales ni perjudicial para la propia tubería.

b) Los productos de la combustión del odorante no deben ser tóxicos ni perjudiciales para los materiales con los cuales van a entrar en contacto.

c) La solubilidad del odorante en el agua no debe ser mayor a 2,5 partes por cada 100 por peso.

d) La dosificación debe ser controlada de tal manera que su concentración en el gas permanezca constante.

e) Toda empresa de distribución debe realizar muestreos periódicos del gas combustible para garantizar la apropiada concentración del odorante y llevar los respectivos registros.

7.8 DERIVACIONES EN LÍNEAS EN OPERACIÓN

Toda derivación realizada en tramos que se encuentren a presión debe llevarse a cabo con los equipos adecuados y personal calificado, con procedimientos de trabajo debidamente probados.

7.9 GASIFICACIÓN Y PURGA DE LA RED

7.9.1 Gasificación

Puede realizarse usando gas combustible o un bache de gas inerte. Cuando se gasifique una línea, introduciendo gas combustible para desalojar el aire, se debe garantizar que al finalizar el procedimiento de gasificación no exista aire en el interior de la línea gasificada. Cuando se gasifique una línea, introduciendo un bache de gas inerte, entre el gas combustible y el aire, se debe garantizar que al finalizar el procedimiento de gasificación no exista en el interior de la línea gasificada gas inerte ni aire.

7.9.2 Purga

Puede realizarse usando aire o un bache de gas inerte. Cuando se purgue una línea, introduciendo aire para desalojar el gas, se debe garantizar que al finalizar el procedimiento de purga no exista gas combustible en el interior de la línea purgada. Cuando se purgue una línea, introduciendo un bache de gas inerte, entre el gas combustible y el aire, se debe garantizar que al finalizar el procedimiento de purga no exista en el interior de la línea purgada gas combustible.

7.10 INTERRUPCIÓN Y RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO

En caso que por razones de mantenimiento, reemplazo, instalación o reparación de una red de distribución se deba interrumpir el servicio, la compañía operadora debe avisar por medios de difusión masiva a los usuarios para que procedan al cierre de las válvulas de corte de su respectiva instalación. Para la reanudación del servicio se debe avisar a los usuarios de igual forma.

8. MANTENIMIENTO

8.1 GENERALIDADES

8.1.1 Manual de mantenimiento

Todas las compañías operadoras de redes de transporte y distribución de gas deben contar con un manual documentado de mantenimiento que corresponda a las actividades del operador y cumpla lo establecido en el numeral 7.1.

Adicionalmente el manual de mantenimiento debe incluir:

a) Planes e instrucciones detalladas para los empleados encargados de la operación y mantenimiento del gasoducto durante el funcionamiento normal y cuando haya que hacer reparaciones.

b) El manual debe prestar especial atención a esas secciones de las instalaciones que representen mayor riesgo al público en el evento de una emergencia o debido a exigencias de mantenimientos de emergencia o construcciones

c) Disposiciones de inspecciones periódicas a lo largo de la ruta de las tuberías.

8.1.2 Inspección visual

Las compañías operadoras deberí inspeccionar visualmente el área de trazado de las redes de transporte y primarias de distribución, para identificar actividad constructiva y otros factores que puedan afectar la operación segura de la red. Dicha inspección debe llevarse al menos una vez al año en las localidades 1 y 2; una vez cada 6 meses para localidades 3, y cada 3 meses en localidades clase 4.

En las redes secundarias de distribución, una vez se pueda establecer la ejecución de trabajos por parte de terceros que puedan afectar la red, debe disponerse de personal que ejecute inspecciones en dichas áreas. La frecuencia de la inspección debe ser definida por el operador. En caso de fenómenos naturales que puedan afectar las condiciones de operación de la red, la compañía operadora debe efectuar la inspección de la red en el(los) sitio(s) posiblemente afectados.

Cuando se presenten condiciones inusuales en la operación y el mantenimiento de las instalaciones, tales como, fallas, fugas muy importantes, caída en la eficiencia del flujo debido a la corrosión interna, o a cambios sustanciales en los requerimientos de la protección catódica, se deben realizar estudios y tomar las acciones adecuadas. En este caso, se debe iniciar un programa planificado para probar, reacondicionar, reemplazar o abandonar las redes. Si tales instalaciones no pueden reacondicionarse o eliminarse por etapas, entonces la presión de operación máxima permisible se debe reducir proporcionalmente según los procedimientos descritos en el Capítulo 7, numeral 7.3.2.3.

8.2 CONTROL DE LA CORROSIÓN

8.2.1 Control de la corrosión externa

Se deben realizar periódicamente inspecciones y mediciones eléctricas en las estaciones de monitoreo, para determinar si el sistema de protección está operando apropiadamente.

La efectividad del sistema de protección catódica debe monitorearse anualmente. Se deben realizar inspecciones y ensayos para asegurar su operación y mantenimiento apropiado, de la siguiente manera:

a) Todas las fuentes de corriente impresa deben chequearse en intervalos de dos meses.

b) Todas las instalaciones de protección catódica por corriente impresa deben inspeccionarse anualmente, como parte del programa de mantenimiento preventivo, para minimizar las fallas durante el servicio.

c) Los dispositivos de protección cuya falla comprometa la protección de la estructura, deben inspeccionarse para verificar su funcionamiento apropiado en intervalos de dos meses.

8.3.2 Clasificación de fugas

Las fugas que se localicen mediante las inspecciones o investigaciones se deben evaluar, clasificar y controlar, de acuerdo con los criterios que se establecen en el presente numeral.

Grado de la fuga. Con base en una evaluación de la ubicación y de la magnitud de la fuga, se deben asignar uno de los siguientes grados, con el fin de dar prioridad a la reparación de la misma:

- Grado 1. Es una fuga que representa un riesgo existente o probable a las personas o a la propiedad y requiere reparación inmediata o una acción continua hasta que se elimine la condición peligrosa.
- Grado 2. Es una fuga que no es riesgosa al momento de su detección, pero que requiere una programación de reparación con base en un riesgo probable futuro.
- Grado 3. Es una fuga que no es riesgosa en el momento de su detección y razonablemente se puede esperar que permanezca sin representar un riesgo, hasta aplicar los correctivos o efectuar su reclasificación por una nueva inspección.

8.4 PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN

Una vez detectada la necesidad de una reparación se debe programar la misma , que en caso de ser por fuga solamente puede realizarse después que se haya establecido que no existen riesgos inmediatos o que se hayan controlado mediante acciones de emergencia tales como evacuación, bloqueo del área, desviación del tráfico, eliminación de las fuentes de ignición, ventilación o suspensión del flujo de gas.

8.4.1 Procedimientos de reparación para redes de acero

8.4.1.1 Generalidades. Se deben emplear de manera inmediata medidas para proteger las propiedades y al público. Si no es posible realizar una reparación de tipo permanente en el momento de la detección de la fuga, ésta se debe realizar tan pronto como sea posible. Se prohibe el uso de parches soldados (platinas) como método de reparación, excepto en el caso que se describe en el 8.4.1.4.e.

Si la red está operando en el momento de efectuar la reparación, la presión de operación debe estar a niveles que permitan operar de manera segura. Los rangos de presión empleados durante la realización de trabajos en caliente, deben garantizar una operación segura de la red.

Las rayaduras, muescas y defectos por corrosión se definen como peligrosos cuando la profundidad del defecto es mayor al lo permitido por la norma ASME/B31.6.

En el caso de camisas soldadas que cubran la circunferencia total del tubo, la presión de diseño debe ser por lo menos igual a la máxima presión de operación permisible del tramo que se está reparando. La camisa deberá tener por lo menos las mismas características mecánicas del tubo a reparar y no deberá tener una longitud inferior a 10 cm (4 pulgadas).

Si se hacen soldaduras circunferenciales de filete, las soldaduras longitudinales deben ser a tope. Los procedimientos de soldadura, deben ser adecuados para los materiales y se debe considerar la fisura potencial del cordón de raíz. No se requieren láminas de soporte.

Si no se hacen soldaduras circunferenciales con filete, puede hacerse soldadura longitudinal a tope o fileteando un lado de la platina. Los bordes circunferenciales deben sellarse con un revestimiento, tal como esmalte o resina, de manera que la camisa quede aislada del medio circundante.

8.4.1.2 Reparaciones permanentes de rayaduras, muescas y abolladuras peligrosas en campo. Las rayaduras, muescas y abolladuras peligrosas se deben remover o reforzar, o se debe reducir la presión de operación.

8.4.1.3 Reparaciones permanentes en campo cuando se tienen defectos de soldadura peligrosos. Cuando se presenten rayaduras, muescas o abolladuras en los cordones de soldadura, se deben seguir los parámetros presentados en el numeral 8.4.1.2 y los procedimientos establecidos en las normas API 1104 y API 1107.

8.4.1.4 Reparaciones permanentes en campo de áreas corroídas

a) Cuando sea posible debe sacarse de servicio la red y repararse, mediante el corte de una pieza cilíndrica de tubería y reemplazarla por una tubería de igual o mayor esfuerzo de diseño.

b) Si no es posible sacar de servicio la red, la reparación debe hacerse mediante la instalación de una camisa soldada dividida longitudinalmente a menos que se escoja colocar una platina de acuerdo con lo descrito en el numeral 8.4.1.4.e, o a menos que las partes corroídas sean reparadas mediante el aporte de material, de acuerdo con el numeral 8.4.1.4.f.

c) Si el escape es debido a corrosión localizada, puede repararse con la instalación de una abrazadera con pernos, adecuadamente diseñada.

d) Un pequeño escape se puede reparar colocando un niple sobre el escape para ventear el gas y soldando el niple al tubo. Posteriormente se instala un accesorio adecuado sobre el niple.

e) Las áreas corroídas con escape o sin escape sobre tubos con esfuerzo mínimo de fluencia especificado inferiores a 275,8 MPa (40 000 psi) se pueden reparar usando una platina de acero con las esquinas redondeadas y con dimensiones que no excedan la mitad de la circunferencia del tubo con soldadura fileteada sobre el área picada. El esfuerzo de diseño de la platina de acero debe ser el mismo o mayor que el del tubo.

f) Las áreas corroídas pequeñas se pueden reparar rellenándolas con deposición de metal soldado con electrodos de bajo hidrógeno. A mayor presión y a mayor rata de flujo es menor el riesgo de atravesar la pared por un "*quemonazo*".

Con 20 V y 100 A, es improbable que ocurra el "*quemonazo*" cuando se tienen los siguientes espesores de pared.

Espesores mínimos para soldar

Velocidad m/s MPa (psia)	0 m/s (0 ft/s)	1,52 m/s (5 ft/s)	3,04 m/s (10 ft/s)	6,09 m/s (20 ft/s)
1,03 (15)	0,813 cm (0,32 pulgadas)	...	...	...
34,5 (500)	0,762 cm (0,30 pulgadas)	0,685 cm (0,270 pulgadas)	0,609 cm (0,24 pulgadas)	0,635 cm (0,205 pulgadas)
62,1 (900)	0,7112 cm (0,28 pulgadas)	0,596 cm (0,235 pulgadas)	0,482 cm (0,19 pulgadas)	0,381 cm (0,150 pulgadas)

Este método no debe practicarse sobre tuberías fabricadas de materiales frágiles.

g) Cada defecto o daño que afecte la capacidad de uso de una tubería de acero utilizada en un sistema de transporte o distribución de gas que opere por encima del 40 % del mínimo esfuerzo de fluencia permisible (SMYS) debe ser removida por un corte y remplazada por una pieza cilíndrica de tubería, ó reparada por un método el cual demuestre por pruebas y análisis confiables de ingeniería, que puede restablece de manera permanente la capacidad de servicio de la tubería.

h) Todas las reparaciones realizadas de acuerdo con el numeral 8.4.1.4.a, 8.4.1.4.b y 8.4.1.4.d se deben probar o inspeccionar según el numeral 8.5.1.

8.4.1.5 Reparaciones permanentes en campo de fracturas, dobleces o esfuerzos por hidrógeno en puntos endurecidos y en fallas producidas por esfuerzos por corrosión.

a) Cuando sea posible, la tubería debe sacarse de servicio y repararse mediante el corte de una pieza cilíndrica y con el reemplazo de la misma por un tubo con igual o mayor esfuerzo de diseño.

b) Si no es posible sacar de servicio la red, la reparación se debe hacer mediante la instalación de una camisa.

c) En caso de fracturas por esfuerzos de hidrógeno, se aplica el mismo procedimiento que en sitios endurecidos, excepto que la zona endurecida plana debe protegerse con un material de relleno que se endurezca, o por presurización de una camisa soldada con soldadura al filete.

d) Todas las reparaciones realizadas bajo los numerales 8.4.1.5.a y 8.4.1.5.b deben ser probadas e inspeccionadas según el numeral 8.5.1.

8.4.2 Procedimientos de reparación para tuberías plásticas

Cuando se encuentren defectos serios en tuberías plásticas, tales como grietas, abolladuras o fisuras, el tramo afectado o defectuoso debe ser reemplazado. Para la instalación del nuevo tramo, se deben emplear los procedimientos de unión establecidos en el numeral 5.3.3 de la presente norma.

8.5 PRUEBAS A REPARACIONES

8.5.1 Pruebas de las reparaciones para tuberías de acero

8.5.1.1 Pruebas de secciones de tubos reemplazados. Cuando una reparación programada de una red de transporte y primaria de distribución se realiza mediante el corte del tramo afectado y se reemplaza con otro tramo, el tramo nuevo debe someterse a un ensayo de presión. La sección reemplazante debe ser probada a la presión requerida para una nueva instalada en la misma localidad.

Las pruebas pueden hacerse al tubo antes de su instalación, siempre y cuando las pruebas no destructivas realizadas sobre las soldaduras a tope de los empalmes hechas en campo cumplan con los requisitos de ensayo e inspección de las mismas. Si la operación de reemplazo se hace bajo condiciones de fuego controladas (gas en la tubería), se pueden usar camisas divididas longitudinalmente que se usarán como uniones soldadas circunferencialmente y a filete al tramo nuevo y a la tubería existente en el lugar de la soldadura a tope. Todas las soldaduras de la camisa dividida deben ser evaluadas por medio de ensayos no destructivos.

8.5.1.2 Prueba no destructiva de reparación de rayaduras, muescas, abolladuras y soldaduras. Si los defectos se reparan mediante soldadura, la calidad de las soldaduras debe examinarse de acuerdo con los procedimientos de inspección y ensayo establecidos en las normas aplicables.

8.5.2 Exigencias de pruebas para gasificar instalaciones abandonadas y acometidas desconectadas temporalmente

Una red de distribución que haya sido abandonada debe probarse de la misma manera que una nueva, antes de ser gasificada.

Las acometidas desconectadas temporalmente debido a reparaciones en la red u otro trabajo planeado, deben probarse desde el punto de desconexión hasta la válvula de la acometida de la misma manera que una línea nueva antes de reconectarse, excepto:

a) Cuando se han tomado las medidas para mantener un servicio continuo, tales como la instalación de by-pass. (Los tramos de la acometida original no requieren prueba).

b) Cuando la acometida ha sido diseñada, instalada, probada y mantenida de acuerdo con las exigencias de esta norma.

8.6 REGISTROS

8.6.1 Registros de fugas

Deben llevarse registros escritos que cubran todas las fugas detectadas y las reparaciones que se hayan hecho. Todas las roturas de la red se deben reportar en detalle.

Estos registros junto con los reportes de inspección de fugas, monitoreo de las líneas y otros informes relacionados con las inspecciones de rutina o no usuales, se deben conservar en los archivos de la compañía, por al menos cinco años.

8.6.2 Registros de mantenimiento de la tubería

8.6.2.1 Siempre que cualquier tramo o sección de una red de transporte o primaria de distribución metálica subterránea, sea descubierto para propósitos de operación o mantenimiento o para la instalación de una nueva, se debe registrar la siguiente información:

a) Las condiciones de la superficie del tubo desnudo, si está picado o corroído de manera generalizada.

b) Las condiciones de la superficie del tubo y del revestimiento protector donde éste se ha deteriorado a un grado tal que el tubo presente corrosión.

c) Cualquier daño del revestimiento.

d) Cualquier reparación que se haga.

e) Espesor de la tubería.

8.6.2.2 Los registros de las condiciones de las tuberías de distribución se deben analizar periódicamente. Se debe tomar y registrar cualquier acción correctiva indicada, y mantener hasta por 5 años.

8.7 MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA RED DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

8.7.1 Mantenimiento de válvulas

8.7.1.1 Las válvulas de las líneas de transporte y primarias de distribución que requieran operarse durante una emergencia deben inspeccionarse periódicamente y operarse parcialmente por lo menos una vez al año, para garantizar la seguridad y condiciones de operación apropiadas.

Los procedimientos de rutina en el mantenimiento de las válvulas deben incluir como mínimo lo siguiente:

- Mantenimiento de la válvula de acuerdo con los procedimientos preestablecidos
- Planos del sistema para usarlos durante la rutina o en condiciones de emergencias
- Garantizar que la válvula sólo sea operada por personal autorizado
- Capacitación y divulgación sobre los procedimientos de mantenimiento.

8.7.1.2 Válvulas de los sistemas de distribución. Las válvulas necesarias para la operación segura de las redes de transporte y distribución, deben verificarse y se les debe realizar mantenimiento, donde sea necesario, con intervalos de tiempo suficientes para asegurar su operación adecuada. Esta inspección incluye revisión de alineamiento que permita el uso de llaves y la limpieza de la caja de la válvula o registro para retirar incrustaciones o suciedad que

pueda interferir o retardar la operación de la válvula. Debe disponerse del sistema de planos que muestren la ubicación de las válvulas.

8.7.1.3 Válvulas de las acometidas. Las válvulas de cierre instaladas en las acometidas que suministran gas en lugares públicos, deben tener un mantenimiento programado con la suficiente frecuencia para asegurar su operación satisfactoria. La inspección debe determinar si la válvula es accesible, si se puede manipular fácilmente y si en la caja o registro existen incrustaciones o suciedades que puedan interferir o retardar la operación de la válvula. Si se encuentran condiciones insatisfactorias, éstas deben ser corregidas.

8.7.1.4 Registros de la localización de las válvulas. Deben llevarse registros de la localización de las válvulas requeridas para la operación segura de la red. Estos registros pueden mantenerse sobre planos de operación, archivos separados, hojas de resumen y la información contenida en esos registros debe ser de fácil acceso al personal que la requiera al momento de responder a una emergencia.

8.7.2 Mantenimiento de cajas de inspección

Todas las obras civiles que alojan elementos de la red de transporte y distribución deben inspeccionarse cada vez que se inspecciona y prueba el equipo.

En todas las cajas de inspección en donde ingrese personal, se deben realizar pruebas para detectar la presencia de gases combustibles. Si la atmósfera es peligrosa, se debe determinar la causa y se debe inspeccionar la caja para establecer la ventilación necesaria que reduzca los riesgos.

Todas las condiciones anormales que se encuentren al abrir una caja de inspección deben ser corregidas.

Los trabajos de mantenimiento practicados dentro de las cajas deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos y se debe hacer especial énfasis al seguimiento de la atmósfera y en la protección del personal en la caja.

Cuando se realicen trabajos de soldadura en las cajas de inspección, se debe verificar con anterioridad que no haya presencia de atmósferas explosivas.

9. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

9.1 GENERALIDADES

Todas las estructuras metálicas enterradas están sujetas a la corrosión; por tal razón se deben adoptar procedimientos adecuados de control de la corrosión, para asegurar la integridad del metal, que garantice la operación segura y económica de la red.

Los procedimientos de diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de protección contra la corrosión, deben llevarse a cabo bajo la dirección de personal calificado, mediante la experiencia y el entrenamiento en métodos de control de la corrosión.

9.2 CORROSIÓN EXTERNA

9.2.1 Tuberías enterradas

9.2.1.1 Todas las tuberías metálicas en las redes de transporte y primarias de distribución de gas deben estar protegidas contra la corrosión externa de la siguiente forma:

a) Debe tener recubrimiento protector externo que cumpla con los requisitos especificados en el numeral 9.2.2.

b) Debe contar con un sistema de protección catódica diseñado para proteger completamente la tubería.

9.2.1.2 Las compañías operadoras no requieren cumplir con lo establecido en el numeral 9.2.1, si pueden demostrar por ensayos de investigación o por experiencia que:

a) Para una tubería de cobre, no existe un ambiente corrosivo.

b) Para una tubería temporal, con un período de operación de servicio inferior a cinco años después de su instalación, la corrosión que se presenta no debe ir en detrimento de la seguridad pública.

9.2.1.3 En cualquier caso, si una tubería tiene recubrimiento externo, ésta debe estar protegida catódicamente, de acuerdo con lo establecido en el numeral 9.2.1.1-b.

9.2.1.4 No se puede instalar aluminio en tuberías enterradas si este aluminio está expuesto a un ambiente con un pH natural superior a 8.0, a menos que existan ensayos y experiencias que indiquen que es adecuado en el ambiente particular involucrado.

9.2.1.5 Los accesorios de aleación metálica en tuberías plásticas, aislados eléctricamente, pueden no cumplir con los requisitos establecidos en este numeral si:

a) Se puede demostrar, mediante ensayos, investigaciones o experiencias en el área de aplicación, que la aleación garantiza la protección.

b) El accesorio está diseñado para prevenir fugas causadas por corrosión localizada.

9.2.2 Recubrimiento protector externo

9.2.2.1 La función de recubrimiento protector en el control de la corrosión es la de aislar la superficie exterior de las tuberías enterradas o sumergidas. Esta función se puede lograr por medio de diferentes tipos de recubrimiento: el recubrimiento se puede ir formando sobre la misma superficie de la tubería o fabricarse primero en láminas continuas enrolladas para aplicarse luego a la tubería.

El recubrimiento debe tener, por lo menos, las siguientes condiciones generales:

a) Servir como aislante eléctrico.

b) Ser impermeable a la humedad.

c) Se debe poder aplicar a la tubería de manera que no afecte adversamente las propiedades de ésta.

d) Se debe poder aplicar a la tubería sin que se genere una cantidad excesiva de defectos en el recubrimiento.

e) Debe presentar un adecuado nivel de adherencia a la superficie de la tubería.

f) No debe permitir que con el paso del tiempo se generen discontinuidades que expongan la superficie de la tubería al ambiente exterior.

g) Debe ser resistente a los daños durante el transporte, manejo e instalación de la tubería.

h) Debe mantener constante su resistividad eléctrica con el paso del tiempo.

i) Debe resistir el desprendimiento catódico.

j) Debe ser fácilmente reparable.

k) Debe tener ductilidad suficiente para evitar agrietamientos.

l) No debe ser contaminante.

La decisión de utilizar uno u otro recubrimiento protector debe basarse en la aplicación del numeral 5.3 "Métodos de evaluación de los recubrimientos protectores" de la norma NACE RP-0169.

9.2.2.2 Todos los recubrimientos protectores externos de aislamiento eléctrico, deben tener baja absorción a la humedad y alta resistencia eléctrica.

9.2.2.3 Todos los recubrimientos protectores externos deben ser inspeccionados antes, durante y después de bajar la tubería dentro de las zanjas y el relleno; cualquier daño en detrimento de un control de la corrosión efectivo se debe reparar.

9.2.2.4 Todos los recubrimientos protectores externos deben protegerse del daño resultante de condiciones adversas en las zanjas o el daño por los bloques de soporte.

9.2.2.5 Si la tubería recubierta se instala por lanzamiento u otro método similar, se deben tomar precauciones para minimizar el daño del recubrimiento durante la instalación.

9.2.3 Protección catódica

9.2.3.1 Se debe instalar un sistema de protección catódica, de acuerdo con los criterios establecidos en la norma NACE RP-0169, de manera que se alcance la protección total de la red de transporte y distribución.

Los sistemas de protección catódica deben suministrar un nivel de protección que cumpla con alguno de los siguientes criterios:

- Potencial tubo-suelo de por lo menos -0,85 V, medido entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia de cobre-sulfato de cobre en contacto con el electrolito, con la protección catódica aplicada.

- Cambio en -0,300 V del potencial natural de tuberías desnudas o pobremente recubiertas, medido entre la superficie de la tubería y un electrodo de referencia.

- Un mínimo de 100 mV de polarización catódica entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia estable en contacto con el electrolito. La formación o decaimiento de la polarización pueden ser medidos para satisfacer este criterio.

- Un potencial negativo por lo menos igual al establecido originalmente en el comienzo del segmento de Tafel de la curva E-log I

9.2.3.2 El sistema de protección catódica se debe instalar en forma simultánea con la construcción y al concluirla se deben realizar los ajustes y refuerzos necesarios.

9.2.3.3 Las instalaciones eléctricas para la alimentación de los rectificadores de corriente alterna, se deben efectuar de conformidad con las normas técnicas aplicables.

9.2.4 Aislamiento eléctrico

9.2.4.1 Todas las tuberías enterradas o sumergidas deben aislarse eléctricamente de otras estructuras metálicas, a menos que la tubería y las otras estructuras estén interconectadas eléctricamente y protegidas catódicamente como una sola unidad.

9.2.4.2 Cuando sea necesario el aislamiento eléctrico de un tramo de tubería, se deben instalar uno o más dispositivos de aislamiento eléctrico, para facilitar la aplicación del control de la corrosión.

9.2.4.3 Excepto en el caso del cobre inserto en tubería ferrosa sin proteger, todas las tuberías deben estar eléctricamente aisladas de las camisas metálicas que hacen parte del sistema subterráneo. Sin embargo, si el aislamiento no se consigue, se deben tomar otras medidas para minimizar la corrosión de la tubería dentro del encamisado.

9.2.4.4 Se deben realizar inspecciones y ensayos eléctricos para asegurar que el aislamiento eléctrico es adecuado.

9.2.4.5 Los dispositivos aislantes no pueden instalarse en áreas donde se prevé una atmósfera combustible, a menos que se tomen las precauciones para prevenir la formación del arco o chispa.

9.2.4.6 Cuando las tuberías se localicen cerca a las bases de las torres de transporte eléctrica, cables enterrados, u otras áreas donde puedan presentarse riesgos inusuales de descargas eléctricas (por ejemplo rayos), se debe suministrar protección contra daños debidos a éstas y también se deben tomar medidas de protección en los dispositivos de aislamiento.

9.2.5 Estaciones de seguimiento

Todas las tuberías protegidas catódicamente deben tener suficientes estaciones u otros puntos de contacto para realizar mediciones eléctricas para determinar si la protección catódica es adecuada.

9.2.6 Conductores de prueba

9.2.6.1 Todos los alambres conductores deben estar asegurados mecánicamente a la tubería, de tal forma que permanezcan eléctricamente conductivos.

9.2.6.2 Todos los alambres conductores deben estar conectados a la tubería de tal forma que se minimice la concentración de esfuerzos en la misma.

9.2.6.3 Todos los alambres conductores que estén descubiertos y las áreas metálicas descubiertas en el punto de conexión de la tubería deben estar recubiertos con un material aislante eléctrico, compatible con el recubrimiento de la tubería y con el aislamiento en el alambre.

9.2.7 Corrientes de interferencia

9.2.7.1 Cuando la ubicación de las tuberías sea en áreas donde existan interferencias eléctricas o corrientes parásitas, se deben prever sus efectos y tomar las medidas convenientes para evitar fenómenos de electrólisis en las tuberías.

9.2.7.2 Al hacer la instalación de ánodos para corriente impresa, estos deben localizarse en tal forma que sean mínimos los efectos sobre las estructuras metálicas enterradas adyacentes.

9.3 CORROSIÓN INTERNA

9.3.1 Generalidades

9.3.1.1 Gases corrosivos no pueden ser transportados por tubería, a menos que se hayan investigado y estudiado sus efectos corrosivos y se hayan tomado medidas necesarias para minimizar la corrosión interna.

9.3.1.2 Cuando se renueva un tubo de un sistema de tuberías o se hagan perforaciones en redes en operación por cualquier motivo, la superficie interna debe inspeccionarse para buscar evidencias de corrosión y si se encuentra corrosión interna, se debe

a) Investigar los tramos adyacentes de tubería para determinar la extensión de la corrosión interna.

b) Reemplazar los tramos de tubería afectados.

c) Tomar medidas para minimizar la corrosión interna

9.3.1.3 Si el gas contiene más de 2,3 miligramos de sulfuro de hidrógeno por cada metro cúbico (0,3 granos de sulfuro de hidrógeno por cada 100 pies cúbicos), éste no puede ser almacenado en líneas que no estén en operación.

9.3.2 Seguimiento

Si se transporta gas corrosivo, se deben utilizar cupones u otros medios adecuados para determinar la efectividad de las acciones tomadas para minimizar la corrosión interna. Todos los cupones o los otros medios de seguimiento de corrosión interna se deben chequear por lo menos cada 6 meses.

9.4 CONTROL DE CORROSIÓN ATMOSFÉRICA

9.4.1 Generalidades

Las tuberías y sus componentes expuestos a la atmósfera se deben proteger de la corrosión exterior con recubrimientos anticorrosivos adecuados.

En el caso de las tuberías ya instaladas, expuestas a la atmósfera, se debe:

a) Determinar las áreas de corrosión atmosférica de la tubería.

b) Si se encuentra corrosión atmosférica, tomar las medidas remediales pertinentes en los tramos de tubería requeridos.

c) Limpiar y recubrir o encamisar las áreas de la tubería afectadas por la corrosión atmosférica con un material adecuado para la prevención de la misma.

9.4.2 Seguimiento

Las tuberías y los componentes que estén expuestos a la corrosión atmosférica se deben inspeccionar una vez al año, en intervalos que no excedan 15 meses, tomando las medidas correctivas necesarias para mantenerlas protegidas.

9.5 ESTADÍSTICA Y REGISTROS

9.5.1 Se deben llevar registros y planos de la localización de las tuberías y otros elementos de la red de transporte y distribución, de los sistemas de protección catódica, de las estructuras vecinas afectadas por los sistemas de protección catódica o los sistemas que tengan efectos sobre las tuberías, conservándose dichos registros hasta por cinco años.

9.5.2 Se deben llevar registros de los resultados de los ensayos, estudios e inspecciones, así como de las mediciones de potenciales, pruebas de requerimientos de corriente, etc. indicados en los subnumerales anteriores, con el objeto de establecer la eficiencia de las medidas de control de la corrosión. Estos registros deben conservarse por cinco años.

10. APÉNDICE

10.1 NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen disposiciones de esta norma. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación:

NTC 332:1994, Tubería metálica. roscas para tubería destinada a propósitos generales. (dimensiones en pulgada).

NTC 1746:1999, Plásticos. Tubos y accesorios termoplásticos para conducción de gases a presión.

NTC 1946:1984, Automotores. Motores de arranque.

NTC 2057:1985, Metalurgia. Código para calificar el procedimiento para soldar y la habilidad del soldador.

NTC 2104:1996, Tubería metálica. Rosca para tubos en donde la presión-hermética de la junta se hace en los filetes.

NTC 2143:1996, Tubería metálica. Roscas para tubos en donde el sellado de la unión no se hace en los filetes. Parte 1: Dimensiones, tolerancias y designación.

NTC 2505:1997, Gasoductos. Instalación para suministro de gas en edificaciones residenciales y comerciales.

NTC 2576:1993, Aparatos mecánicos. Válvulas y mecanismos termoplásticos de corte accionados manualmente para sistemas de distribución de gas.

NTC 2587:1999, Tubos, acoples y accesorios de hierro dúctil y sus juntas, para aplicaciones en gas o agua.

NTC 2689:1990, Elementos mecánicos. Remaches de aluminio y aleación de aluminio, varillas y alambres para remachar en frío.

NTC 2962:1991, Siderurgia. Fundiciones de hierro ferrítico y dúctil para retención de presión y uso a altas temperaturas.

NTC 3257: 1993, Plásticos. Determinación de la base del diseño básico hidrostático para Tuberías de material plástico.

NTC 3353:1997, Siderurgia. Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero.

NTC 3354:1992, Siderurgia. Electrodos y varillas para soldar fundición de hierro.

NTC 3409:1997, Plásticos. Accesorios de polietileno (pe) para unión por fusión a tope con Tubería de polietileno (pe).

NTC 3410:1994, Plásticos. Accesorios de polietileno tipo campana para Tubería de polietileno con diámetro exterior controlado tipo ips o cts.

NTC 3470:1996, Tubería metálica. Tubos de acero soldados y sin costura, negros y recubiertos de cinc por inmersión en caliente.

NTC 3527:1997, Definiciones y reglas comunes aplicables al ensayo de artefactos para uso domestico y comercial que emplean gases combustibles.

NTC 3538:1996, Aparatos mecánicos. Válvulas metálicas para gas accionadas manualmente para uso en sistemas de Tubería con presiones manométricas de servicio desde 6,8 kpa (1 psi) hasta 861 kpa (125 psi), tamaños desde 6,35 mm (1/4 pulgadas)hasta 50,8 mm (2 pulgadas).

NTC 3742:1999, Practica normalizada para instalación subterránea de tubos termoplásticos de presión.

NTC 3838:1999, Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles.

NTC 3944:1996, Tubería rígida de cobre sin costura. Tamaños normalizados.

NTC 3949:1996, Gasoductos. Estaciones de regulación de presión para redes de transporte y distribución de gas combustible.

NTC 4034:1995, Elementos de fijación. Especificación para tornillos y pernos de acero al carbono con 60 000 psi de resistencia a la tracción

NTC 4035: 1998, Especificación para tuercas de acero al carbono y aleado para alta presión y servicios de alta temperatura.

NTC 4128:1997, Tubería flexible de cobre sin costuras para gas natural y gases licuados del petróleo.

NTC 4137:1997, Accesorios para Tubería de refrigeración. especificaciones generales.

NTC 4138:1997, Accesorios para Tubería de automóvil.

NTC 4282:1997, Gasoductos. Instalaciones para suministro de gas en edificaciones industriales.

NTC 4479:1998, Tornillos y pernos de acero al carbono templados y revenidos.

NTC 4512:1998, Tornillos, pernos y otros elementos de fijación roscados externamente, templados y revenidos, de aleación de acero.

NTC 4514:1998, Materiales para elementos de fijación, de acero inoxidable y aleaciones de acero, para servicio a alta temperatura.

NTC 4534:1998, Dispositivos de transición para uso en las instalaciones de suministro de gas (elevadores).

NTC 4748:1999, Tubería metálica. Tubería de línea y producción para la industria petrolera.

ASME B16.1:1998, Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Classes 25, 125, and 250

ASME B16.5:1996, Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24

ASME B16.9:1993, Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings

ASME B16.11:1996, Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded

ASME B16.20:1993, Metallic Gaskets for Pipe Flanges - Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed

ASME B16.24:1991, Cast Copper Alloy Pipe Flanges and Flanged Fittings Class 150, 300, 400, 600, 900, 1500, and 2500

ASME B16.34:1996, Valves - Flanged, Threaded, and Welding End

ASME B16.38:1985, Large Metallic Valves for Gas Distribution (Manually Operated, NPS 2 1/2 to 12, 125 psig Maximum)

ASME B16.42:1998, Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Classes 150 and 300

ASME B18.2.2:1987, Square and Hex Nuts (Inch series)

ANSI/AWWA C 111/A21.11:1995, Rubber Gasket Joints for Ductile-Iron and Gray-Iron Pressure Pipe and Fittings.

ANSI/AWWA C150/A21.50:1996, Thickness Design of Ductile-Iron Pipe

API 1104:1999, Welding of pipelines and related facilities

API 1107:1991, Pipeline maintenance Welding Practices

API SPEC 6A:1999, Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment

API SPEC 6AV1:1995, Specification for Verification Test of Wellhead Surface Safety Valves and Underwater Safety Valves for Offshore Service

API SPEC 6D:1994, Specification for Pipeline Valves (Gate, Ball, and Check Valves)

ASME CODE. Code ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL, Boilers and Pressure Vessels Code. Section VIII Pressure Vessels. Section IX Welding Qualifications.

ASTM A 106:1999, Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for Hight Temperature Service.

ASTM A 134:1996, Standard Specification for Pipe, Steel, Electric-Fusion (Arc)- Welded (Sizes NPS 16 and Over)

ASTM A 135:1997, Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe

ASTM A 139:1996, Standard Specification for Electric Fusion (Arc)-Welded Steel Pipe (NPS 4 and Over)

ASTM A 320:1999, Standard Specification for Alloy/Steel Bolting Materials for Low-Temperature Service

ASTM A 333:1999, Standard Specification for Seamless and Welded Steel Pipe for Low Temperature Service.

ASTM A 381:1996, Standard Specification for Metal-Arc-Welded Steel Pipe for Use with High Pressure Transmission Systems.

ASTM A 671:1996, Standard Specification for Electric-Fusion-Welded Steel Pipe for Atmospheric and Lower Temperatures

ASTM A 672:1996, Standard Specification for Electric-Fusion-Welded Steel for High Pressure Service and Moderate Temperatures

ASTM B280:1999, Standard Specification for Seamless Copper Tube for Air Conditioning and Refrigeration Field Service.

ASTM B88:1999, Standard Specification for Seamless Copper Water Tube

ASTM F 1055:1998, Standard Specification for Electrofusion Type Polyethylene Fitting for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing

ISO 4437:1997, Buried Polyethylene (PE) Pipes for the Supply of Gaseous Fuels (Metric Series) Specifications.

MSS SP-44:1996, Steel Pipelines Flanges

MSS SP-6:1996, Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and Connecting-End Flanges of Valves and Fittings

MSS SP-70:1998, Gast Iron Gate Valves, Flanged and Threaded Ends.

MSS SP-71:1997, Gray Iron Swing Check Valves, Flanged and Threaded Ends.

MSS SP-75:1998, Specification for High Test Wrought Butt Welding Fittings

MSS SP-78:1998, Gast Iron Plug Valves, Flanged and Threaded Ends.

NACE RP-0169:1996, Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems.

10.2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

10.2.1 American Society of Mechanical Engineers. Gas Transmission and Distribution Piping Systems. New York: ASME B 31.8, 1995. 185 p. (il).

10.2.2 American Gas Association. GPTC Guide for Gas Transmission and Distribution Piping Systems. AGA Z 380.1, 1998. 454 p. (il)

10.2.3 Sociedad para el Estudio y Desarrollo de la Industria del Gas S.A. Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos. SEDIGAS. Barcelona, 1983. 114 p.

10.2.4 Department Of Transportation. Part 192. Transportation of Natural Gas and Other Gas by Pipeline: Minimum Federal Safety Standards.



ICONTEC

BOGOTÁ D.C.
Carrera 37 52-95
PBX: (1) 607 88 88 /Fax: (1) 222 14 35
E-mail: bogota@icontec.org.co

BARRANQUILLA
Carrera 54 74-68
PBX: (5) 360 66 95 / Telefax: (5) 3606098
E-mail: barranquilla@icontec.org.co

CALI
Avenida 4A- Norte, 4BN-30
PBX: (2) 664 01 71/ Fax: (2) 664 15 54
E-mail: cali@icontec.org.co

BUCARAMANGA
Calle 44 29A-41 Oficina: 202
Teléfono: (7) 632 98 28 Fax: (7) 632 38 84
E-mail: bucaramanga@icontec.org.co

MEDELLÍN
Transv. 6D No. 39-191
PBX: (4) 312 0600 / Fax: (4) 314 03 78
E-mail: medellin@icontec.org.co

ICONTEC ECUADOR
Avenida de los Shyris N° 41-151 e Isla Floreana
Edificio AXIOS Oficina 808
Telefax: (593-2) 263 922
E-mail: ecuador@icontec.org.ec

ICONTEC DEL PERÚ
Avenida Benavides 12-42 Interior C
Miraflores, Lima 18
Telefax: (51-1) 444 52 30
E-mail: peru@icontec.org.pe

ICONTEC CHILE
Avenida El Bosque Norte 0440
Oficina 501 Los Condes
Teléfono: (56-2) 377 62 00
E-mail: chile@icontec.org.cl

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

EDICIÓN 2014

GUÍA PARA LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES

NFPA® 921

NFPA®

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

AVISOS Y DECLARACIONES IMPORTANTES DE NO RESPONSABILIDAD SOBRE DOCUMENTOS NFPA

Los códigos, estándares, prácticas recomendadas y guías NFPA, de los cuáles el documento aquí presentado es uno de ellos, son desarrollados por medio de un proceso de consenso de los estándares aprobado por el American National Standards Institute. Este proceso reúne a voluntarios que representan distintos puntos de vista e intereses para conseguir el consenso en temas de incendio y otros aspectos de la seguridad. Mientras que NFPA administra el proceso y establece las reglas para promover la equidad en la consecución del consenso, no comprueba ni evalúa ni verifica la exactitud de la información o la sensatez de cualquier juicio contenido en sus códigos y estándares.

NFPA rechaza cualquier responsabilidad sobre daños personales, a la propiedad o de otro tipo, sea especial, indirecta, consecuencial o compensatoria, que pudiera derivarse directa o indirectamente de la publicación, uso o dependencia de este trabajo, y no garantiza la exactitud ni la integridad de la información publicada.

Al editar este documento, NFPA no está asumiendo rendir servicios profesionales o de otro tipo a terceros en representación de ninguna persona o entidad. Tampoco asume llevar a cabo ningún servicio comprometido por persona o entidad alguna con terceros. Cualquiera que utilice este documento deberá confiar en su propio juicio independiente o, cuando sea apropiado, buscar el consejo de un profesional competente en la determinación de las medidas a tomar en unas circunstancias dadas.

NFPA no tiene la potestad, ni la asume, de supervisar o imponer el cumplimiento de los contenidos de este documento. Tampoco de elaborar un listado, certificar, probar o inspeccionar productos, diseños o instalaciones que cumplan con lo especificado en este documento. Cualquier certificación o conformidad de cumplimiento de las exigencias de este documento no serán atribuibles a NFPA y serán únicamente responsabilidad del certificador o del emisor de la conformidad.

Ver el Interior de la contraportada para avisos e información adicional de importancia.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Presentación

Presentamos la nueva edición de la "**GUÍA PARA LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES. NFPA 921**", continuando la política de colaboración existente entre el Organismo decano de todos los dedicados a la prevención de incendios en el mundo (**NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION -NFPA**- de los EE.UU.) y su homólogo español (**CEPREVEN**), Asociación mucho más joven pero con grandes deseos de aprovechar los más de 126 años de experiencia de la NFPA para trasladar a los técnicos del mundo que habla español el gran caudal de conocimientos que se derivan del muy abundante material producido por este Organismo estadounidense.

La National Fire Protection Association -NFPA- comenzó su actividad en materia de Seguridad contra Incendios en 1896. Durante su dilatada existencia ha realizado una labor pionera y fundamental, especialmente en lo concerniente a publicaciones técnicas en diferentes variantes -libros, guías, códigos, estándares ...-.

En el mundo de habla hispana, la Asociación de Investigación para la Seguridad de Vidas y Bienes -CEPREVEN- se esfuerza en aprovechar esta larga experiencia y en traducir y divulgar estos documentos en beneficio de los técnicos que en el presente y en el futuro trabajen o pueden trabajar en esta materia, de tal modo que puedan hacerlo sobre textos en lengua española.

La cooperación entre NFPA y CEPREVEN está orientada a este objetivo de incrementar los niveles de conocimiento en materia de Seguridad contra Incendios de los profesionales hispanoparlantes, al considerar que las técnicas, con las que los expertos han de tratar de impedir, minimizar e investigar los daños que los incendios pueden producir son universales.

La "**GUÍA PARA LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES. NFPA 921**" ha sido desarrollada por el Comité Técnico en Investigación de Incendios como ayuda a la mejora del proceso de investigación de incendios y la calidad de la información sobre los resultados de los incendios derivados de los procesos de investigación. Este documento resulta de especial interés para orientar la metodología y técnicas de investigación de fuegos y explosiones, ya que solo del conocimiento del porqué de los siniestros se derivan las mejores técnicas para su prevención.

La Guía está dirigida a las personas responsables de la investigación de incendio en el sector público y privado, así como a los investigadores de las compañías de seguro.

Esperamos que el esfuerzo de cooperación entre **NFPA** y **CEPREVEN** proporcione los mejores resultados, en beneficio de la mejora de la investigación de incendios por parte de los profesionales a los que, sin duda, esta publicación les será de utilidad.



James Pauley
President and Chief Executive Officer NFPA



Jon Michelena Muguerza
Director de CEPREVEN

Copyright© de la versión original NFPA.
Versión Española: CEPREVEN 2016
Depósito Legal: M-36021-2016
I.S.B.N.: 978-84-96900-30-1
Impreso en España

" La presente traducción se ha realizado con la supervisión de Cepreven. Ni NFPA ni Cepreven se responsabilizan de la fidelidad de la traducción. En caso de que pueda existir algún conflicto entre las ediciones en lengua española e inglesa prevalecerá esta última."

Titulo original de la presente publicación:
NFPA 921. Guide for Fire and Investigations
2014 Edition.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Copyright © 2013 National Fire Protection Association®. Todos los derechos reservados

Guía para las

Investigaciones de Incendios y Explosiones

Edición 2014

Esta edición de la NFPA 921, *Guía para las investigaciones de incendios y explosiones*, ha sido preparada por el Comité Técnico de Investigaciones de Incendios. Fue publicada por el Consejo de Normalización el 12 de Noviembre de 2013 entrando en vigor el 2 de Diciembre de 2013 y sustituye a la ediciones anteriores.

Esta edición de la norma NFPA 921 fue aprobada como Norma Nacional Americana el 2 de Diciembre de 2013.

Origen y desarrollo de la NFPA 921

NFPA 921, *Guía Para la investigación de Incendios y Explosiones* fue desarrollada por el Comité Técnico de Investigaciones de Incendios, para ayudar en la mejora del proceso de investigación y en la calidad de la información sobre los incendios como resultado del proceso de investigación. La guía puede ser usada tanto por personas del sector público que tienen responsabilidades para la investigación de los incendios, como por personas del sector privado que lleven a cabo investigaciones para compañías de seguros o en casos de litigios. El objetivo del Comité es suministrar una guía para la investigación basada en principios científicos aceptados o un investigaciones científicas..

La primera edición del documento, editada por NFPA en 1992, centró en la determinación del origen y las causas de fuegos y explosiones en edificios. En la edición de 1995 se incluyeron capítulos sobre recogida y manejo de pruebas, seguridad y explosiones. La norma NFPA 907M, Manual para la Determinación de Causas de Fuegos de Origen Eléctrico, se eliminó como documento independiente, y se integró, revisado como un capítulo aparte. Los elementos de NFPA 907M que estaban relacionados con otros capítulos de este documento se recolocaron de forma adecuada. Se añadieron nuevos capítulos relacionados con la investigación de fuegos en vehículos de motor, fuegos provocados y electrodomésticos.

La edición de 1998 de este documento, incluyó un Nuevo capítulo sobre los sistemas de gas en los edificios y el impacto de los gases combustibles en la investigación de incendios y explosiones. El capítulo correspondiente a electricidad e incendio se re-escribió para mejorar la organización, clarificar la terminología y añadir nuevas referencias. En el capítulo de marcas del fuego, se revisaron varias secciones. Se hicieron además revisiones en el capítulo relacionado con las evidencias con respecto a conservación del escenario del incendio y de las evidencias. Esta edición incluía también un texto nuevo relacionado con la detección de líquidos inflamables mediante perros adiestrados.

La edición de 2001 incluyó nuevos capítulos sobre sistemas en edificios, fuegos relacionados con la conducta humana, análisis de fallos y herramientas de análisis, muertos y heridos en fuegos y explosiones e investigaciones de fuegos forestales. Se actualizó el capítulo de incendios en vehículos de motor. El documento se organizó agrupando los capítulos por temas para hacerle más manejable.

La edición de 2004 se revisó para adecuar el documento al Nuevo Manual de Estilo para los Documentos del Comité Técnico de NFPA, se añadió un nuevo capítulo titulado “Análisis de Causas y Responsabilidades de los incidentes”, una re-escritura del capítulo de Consideraciones Legales y una revisión de los capítulos sobre Registro del escenario.

En la edición de 2008 se reescribieron: Capitulo 5, Ciencia Básica Sobre El Fuego; Capitulo 6, Marcas Del Fuego; Capitulo 17, Determinación Del Origen; Capitulo 25, Incendios En Vehículos A Motor; y Capitulo 27, Gestión De Investigaciones Complejas. Se añadió además el Capítulo 28 sobre Investigaciones De Incendios En Embarcaciones.

La edición de 2011 incluyó cambios importantes en el Capítulo 4, Metodología Básica, que paso a tener una nueva sección sobre Procesos de Revisión de Informes. El Capítulo 12, Seguridad, se revisó para incluir la exposición del investiga-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

dor a productos químicos y contaminantes. El Capítulo 18, sobre Determinación de las Causas del Incendio, se revisó totalmente para que, al igual que el Capítulo 17, se basara en el método científico. Fue aquí donde el Comité incluyó la discusión sobre lo impropio de basar una hipótesis en la ausencia de evidencias que la apoyaran, también conocido como "corpus" negativo. Se revisó también de forma completa el Capítulo 21 Explosiones añadiendo ilustraciones aclaratorias. Se re-escribió el Capítulo 23, Muertos y Heridos en Incendios y Explosiones. El Capítulo 25, Incendios en Vehículos de Motor se amplió con nuevas secciones relacionadas con vehículos de recreo y equipos agrícolas. Se reorganizó también de forma completa el Capítulo 26. Incendios Forestales, con más fotografías e ilustraciones.

Los miembros de Comité Técnico de NFPA sobre Investigaciones de Incendios, dedicaron la edición de 2011 a la memoria de nuestro querido amigo, colega y durante mucho tiempo coordinador, Frank Florence (1943-2010). Frank falleció el 27 de Julio de 2010 tras una corta enfermedad. Frank trabajó en el Departamento de Bomberos de Salt Lake City durante 31años antes de retirarse como Jefe de Bomberos. Una vez retirado, Frank formó parte de la División de Protección contra Incendios de NFPA. Desde la edición de 2001 de NFPA 921, Frank fue el coordinador. Frank fue un recurso inestimable para nuestro comité y un gran defensor de la profesión de investigación de incendios. Nuestros pensamientos y oraciones están con su mujer Diana y sus hijos, Robert y Randy.

La edición de 2014, es el primer Código de la NFPA que se ha publicado en color. Las fotografías en color incrementan de gran manera la eficacia del documento y el mejor capítulo en el que esto se ejemplifica es el capítulo sobre Marcas del Fuego. Ahora, los contrastes y los cambios de color son más fácilmente visibles. Ha habido también en la comunidad de investigadores de incendios, un gran debate y discusiones acerca del "corpus negativo" desde que se incluyó en la edición de 2011, por lo que el Comité ha añadido más información para clarificar la intención real de su inclusión

La inclusión del nuevo Capítulo sobre Sistemas de Protección Contra Incendios , se basa en el mandato de NFPA 1033, Norma para la Cualificación Profesional de los Investigadores de Incendios, que incluye los sistemas de protección contra incendios como uno de los 16 temas de conocimiento que todo investigador de incendios tiene que tener como conocimiento básico actualizado. Este capítulo incluye componentes clave, parámetros de funcionamiento e instalación, recogida de datos y análisis de los sistemas activos de protección contra incendios.

El capítulo sobre Análisis de Causas y Responsabilidades del Incidente se ha dividido en dos capítulos. La clasificación de las causas del fuego en un capitulo y la discusión sobre responsabilidades en un capítulo aparte. Como resultado de nuevas investigaciones sobre los arcos eléctricos llevadas a cabo durante los últimos años, el comité ha añadido más información y fotografías para explicar mejor y mostrar los conceptos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Comité Técnico de Investigaciones de Incendios

Charles R. Watson, *Presidente*
SEA, Limited, GA [SE]

Russell K. Chandler, *Secretario*
Virginia Department of Fire Programs, VA [E]

Vytenis Babrauskas, Fire Science and Technology Inc., WA [SE]
Michael Beasley, London Fire Brigade, United Kingdom [U]
Steve Campolo, Leviton Manufacturing Company, Inc., NY [U]
Rep. National Electrical Manufacturers Association
Joseph Carey, Robinson & Cole LLP, CT [C]
Michael G. Chionchio, Delaware State Fire Marshal's Office, DE [E]
Rep. International Fire Marshals Association
Daniel L. Churchward, Kodiak Enterprises, Inc., IN [SE]
Andrew T. Cox, U.S. Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms & Explosives, NH [E]
Philip E. Crombie, Jr., Travelers Insurance Company, CT [I]
Michael DiMascio, Arup, MA [SE]
Richard A. Dyer, Dyer Fire Consulting, MO [E]
Rep. International Association of Fire Chiefs
James M. Finneran, ElectroTek Consultants, Inc., IN [SE]
Daniel T. Gottuk, Hughes Associates, Inc., MD [SE]
Terry-Dawn Hewitt, McKenna Hewitt, CO [C]
Ronald L. Hopkins, TRACE Fire Protection & Safety Consultant, Ltd., KY [U]
Rep. NFPA Fire Service Section
Thomas W. Horton, Jr., South Carolina Farm Bureau Insurance Company, SC [I]
David J. Icove, The University of Tennessee, TN [U]
Patrick M. Kennedy, John A. Kennedy & Associates, FL [U]
Rep. National Association of Fire Investigators
Michael E. Knowlton, State of New York, NY [E]
John J. Lentini, Scientific Fire Analysis, LLC, FL [SE]
Rep. ASTM E30-Forensic Sciences
Jeffrey D. Long, Salt Lake City Fire Department, NM [U]
Hal C. Lyson, Fire Cause Analysis, ND [C]
Daniel Madrzykowski, National Institute of Standards & Technology, MD [RT]
Ronald E. Orlando, General Motors Company, LLC, MI [M]
Rep. Society of Automotive Engineers
Edward S. Paulk, State of Alabama, AL [E]
Rep. National Association of State Fire Marshals
Richard J. Roby, Combustion Science & Engineering, Inc., MD [SE]
Joseph J. Sesniak, Forensic Fire Consultants, Ltd., AZ [U]
Rep. International Association of Arson Investigators, Inc.
Stuart A. Sklar, Fabian, Sklar and King, P.C., MI [C]
David M. Smith, Associated Fire Consultants, AZ [M]
Rep. International Fire Service Training Association
Michael E. Weyler, Weyler Engineering, PC, VA [SE]

Suplentes

John G. Atherton, Burgoyne Incorporated, GA [U]
(Alt. to M. Beasley)
Robert P. Bailey, Virginia Department of Fire Programs, VA [E]
(Alt. to R. K. Chandler)
Quentin A. Baker, Baker Engineering & Risk Consultants, Inc., TX [SE]
(Alt. to M. E. Weyler)
Robert D. Banta, Banta Technical Services LLC, MI [M]
(Alt. to R. E. Orlando)
Randall E. Bills, S.E.A., Ltd., OH [SE]
(Alt. to C. R. Watson)
Douglas Carpenter, Combustion Science & Engineering, Inc., MD [SE]
(Alt. to R. J. Roby)
Wayne Chapdelaine, Metro-Rural Fire Forensics, Canada [M]
(Alt. to D. M. Smith)
Ryan M. Cox, Kodiak Enterprises, Inc., IN [SE]
(Alt. to D. L. Churchward)
Michael W. Dalton, University of Tennessee, TN [U]
(Alt. to D. J. Icove)
David S. Evinger, Grotefeld Hoffmann, MN [C]
(Alt. to H. C. Lyson)
John E. Fairclough, State of New York, NY [E]
(Alt. to M. E. Knowlton)
Kenneth S. Finley, Texas Farm Bureau, TX [I]
(Alt. to T. W. Horton, Jr.)
Christel K. Hunter, General Cable, NV [U]
(Alt. to S. Campolo)
John H. Kane, Robinson & Cole LLP, CT [C]
(Alt. to J. Carey)
Patrick A. King, Fabian, Sklar and King, P.C., MI [C]
(Alt. to S. A. Sklar)
Michael R. Marquardt, US Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms & Explosives, MI [E]
(Alt. to A. T. Cox)
Wayne J. McKenna, McKenna Hewitt, CO [C]
(Alt. to T. D. Hewitt)
James V. Miller, ElectroTek Consultants, Inc., IN [SE]
(Alt. to J. M. Finneran)
Jeffery T. Morrill, MorrFire Investigations LLC, GA [SE]
(Alt. to J. J. Lentini)
Rodney J. Pevytoe, Kubitz and Associates, WI [U]
(Alt. to J. J. Sesniak)
Willard F. Preston, III, Goldfein & Joseph, PC, DE [E]
(Alt. to M. G. Chionchio)
Anthony D. Putorti, Jr., National Institute of Standards & Technology, MD [RT]
(Alt. to D. Madrzykowski)
Michael J. Schulz, M. J. Schulz & Associates, Inc., IL [U]
(Alt. to R. L. Hopkins)
Joanne Sellars, Oklahoma State Fire Marshal Office, OK [E]
(Alt. to E. S. Paulk)
James H. Shanley, Jr., Travelers Insurance Company, CT [I]
(Alt. to P. E. Crombie, Jr.)
Kathryn C. Smith, John A. Kennedy & Associates, Inc., FL [U]
(Alt. to P. M. Kennedy)
Russell M. Whitney, Salt Lake City Fire Department, UT [U]
(Alt. to J. D. Long)

Sin Voto

Michael L. Donahue, U.S. Department of Homeland Security, MD [U]
Woodrow W. Stratton, U.S. Department of Homeland Security, MD [U]
(Alt to M. L. Donahue)
Richard L. P. Custer, Arup Fire, MA [SE]
(Member Emeritus)
Orlando P. Hernandez, NFPA Staff Liaison

Esta lista recoge los miembros en el momento en que el Comité votó el texto final de esta edición. A partir de entonces, se pueden haber producido cambios en los mismos. Al final de este documento se encuentran las claves de las clasificaciones.

NOTA: Ser miembro de un comité no supone por sí mismo estar de acuerdo con la Asociación ni con todos los documentos redactados por el Comité del que se forma parte.

Fines del Comité: Este Comité es el principal responsable de los documentos relativos a las técnicas a aplicar en la investigación de incendios y equipos e instalaciones proyectados para ayudar o para ser utilizados en el desarrollo y verificación de los datos necesarios para que los investigadores de incendios puedan determinar el origen y desarrollo de los incendios hostiles.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Contenidos

Capítulo 1 Administración

1.1 Alcance **921-** 10
1.2 Objetivo **921-** 10
1.3 Aplicación **921-** 10
1.4 Unidades de Medida **921-** 10
1.5 Incertidumbre de las Mediciones **921-** 10

Capítulo 2 Publicaciones de Referencia **921-** 11

2.1 Generalidades **921-** 11
2.2 Publicaciones de NFPA **921-** 11
2.3 Otras Publicaciones **921-** 11
2.4 Referencias sobre Extractos en Secciones Recomendadas **921-** 15

Capítulo 3 Definiciones **921-** 15

3.1 Generalidades **921-** 15
3.2 Definiciones Oficiales de NFPA **921-** 15
3.3 Definiciones Generales **921-** 16

Capítulo 4 Metodología Básica **921-** 21

4.1* Naturaleza de las Investigaciones de Incendios **921-** 21
4.2 Enfoque Sistemático **921-** 22
4.3 Relación entre la Investigación de Incendios y el Método Científico **921-** 22
4.4 Método Básico para la Investigación de un Incendio **921-** 23
4.5 Nivel de Certeza **921-** 23
4.6 Proceso de Revisión **921-** 24
4.7 Procedimiento para los Informes **921-** 24

Capítulo 5 Ciencia Básica del Fuego **921-** 24

5.1 Introducción **921-** 24
5.2* La Química del Fuego **921-** 25
5.3* Productos de la Combustión **921-** 27
5.4* Movimiento de Humos y Gases **921-** 27
5.5* Transferencia de Calor **921-** 28
5.6* Carga de Fuego, Grupos de Combustibles y Propiedades de las Llamas **921-** 32
5.7* Ignición **921-** 39
5.8* Propagación de la Llama **921-** 45
5.9* Propagación del Incendio en un Recinto Cerrado **921-** 49
5.10 Desarrollo del Incendio en un Recinto **921-** 49
5.11 Propagación del Incendio entre Recintos **921-** 54
5.12 Trayectorias de Propagación del Humo en Edificios **921-** 54

Capítulo 6 Marcas de Fuego **921-** 54

6.1 Introducción **921-** 54
6.2 Efectos del Fuego **921-** 55
6.3 Marcas de Fuego **921-** 67
6.4 Análisis de las Marcas del Fuego **921-** 83

Capítulo 7 Sistemas de Edificación **921-** 84

7.1* Introducción **921-** 84
7.2 Características de Diseño, Construcción, y Elementos Estructurales en la Evaluación del Desarrollo del Incendio **921-** 84
7.3 Tipos de Construcción **921-** 87
7.4 Ensamblajes de Construcción **921-** 91
7.5* Materiales de Construcción. **921-** 92
7.6 Impacto en la Investigación de los Sistemas de Protección Pasiva **921-** 93
7.7 Diseño y Parámetros de Instalación del Sistema. **921-** 93
7.8 Documentación y Recopilación de Datos. **921-** 93
7.9 Análisis **921-** 94

Capítulo 8 Sistemas de Protección Contra Incendios **921-** 95

8.1* Introducción **921-** 95
8.2* Sistemas de Alarmas Contra Incendios **921-** 95
8.3 Sistemas de Supresión del Fuego Basados en el Agua **921-** 98
8.4 Sistemas de Supresión del Fuego No Basados en el Agua **921-** 103
8.5 Documentación de los Sistemas de Protección Contra Incendios **921-** 106
8.6 Problemas de Expoliación **921-** 106

Capítulo 9 Electricidad e Incendio **921-** 107

9.1* Introducción **921-** 107
9.2 Electricidad Básica **921-** 107
9.3 Instalaciones Eléctricas en los Edificios **921-** 112
9.4 Equipos de Servicio **921-** 113
9.5 Toma a Tierra **921-** 113
9.6 Protección contra Subidas de Intensidad **921-** 114
9.7 Circuitos en Rama **921-** 118
9.8 Enchufes y Dispositivos **921-** 120
9.9 Ignición por Energía Eléctrica **921-** 120
9.10 Interpretación de los Daños en los Sistemas Eléctricos **921-** 123
9.11 Identificación de la Fusión por Arco en Conductores Eléctricos **921-** 129
9.12 Electricidad Estática **921-**132

Capítulo 10 Sistemas de Gases Combustibles en Edificios **921-**136

10.1* Introducción **921-**136
10.2* Gases Combustibles **921-**137
10.3 Sistemas de Gas Natural **921-**138
10.4 Sistemas de Gas Licuado del Petróleo (LPG) **921-**138
10.5 Componentes Comunes en los Sistemas de Gas Combustible **921-**140
10.6 Tuberías Comunes en Edificios **921-**141

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

10.7 Exigencias en Dispositivos y Equipamientos Comunes **921-**141
10.8* Equipamiento Común en la Utilización del Gas Combustible.....**921-**142
10.9 Investigación de Sistemas de Gases Combustibles **921-**142

Capítulo 11 Comportamiento Humano Frente al Incendio **921-**147

11.1* Introducción **921-**147
11.2 Historia de la Investigación.....**921-**148
11.3 Consideraciones Generales sobre la Respuesta Humana a los Incendios.....**921-**148
11.4 Factores Relacionados con el Inicio de un Incendio **921-**150
11.5 Niños e Incendio **921-**152
11.6 Incendios Provocados.....**921-**152
11.7 Factores Humanos Relacionados con la Propagación del Incendio **921-**152
11.8 Reconocimiento y Respuesta ante un Incendio.....**921-**152

Capítulo 12 Consideraciones Legales **921-**153

12.1* Introducción. **921-**153
12.2 Consideraciones Constitucionales. **921-**153
12.3 Consideraciones Legales Durante la Investigación.....**921-**153
12.4 Consideraciones Legales Previas al Juicio.....**921-**156
12.5 Juicios.....**921-**157

Capítulo 13 Seguridad Física.....**921-**162

13.1* General. **921-**162
13.2 Seguridad Genérica en la Escena del Incendio.....**921-**163
13.3 Riesgos en el Escenario de un Incendio...**921-**165
13.4 Planes de Seguridad **921-**168
13.5 Contaminación y Exposición a Productos Químicos.....**921-**169
13.6 Equipos de Protección personal (EPP).....**921-**170
13.7 Plan de Actuación en caso de Emergencia.....**921-**172
13.8 Seguridad en las Actividades Posteriores .**921-**172
13.9 Seguridad en las Investigaciones Llevadas a Cabo Fuera del Lugar del Incidente.....**921-**173
13.10 Riesgos Especiales **921-**173

Capítulo 14 Fuentes de Información.....**921-**173

14.1* General. **921-**173
14.2 Consideraciones Legales. **921-**174
14.3 Formas de la Información. **921-**174
14.4 Entrevistas. **921-**174
14.5 Fuentes Gubernamentales de Información.....**921-**175
14.6 Fuentes Privadas de Información. **921-**178
14.7 Conclusión. **921-**179

Capítulo 15 Planificación de la Investigación.....**921-**179

15.1* Introducción. **921-**179
15.2 Información Básica del Incidente. **921-**180
15.3 Organización de las Funciones de la Investigación..... **921-**180
15.4 Reunión Previa del Equipo de Investigación.....**921-**181
15.5 Personal Especializado y Consultores Técnicos.....**921-**181
15.6* Gestión del Caso. **921-**182

Capítulo 16 Documentación de la Investigación...**921-**182

16.1* Introducción. **921-**182
16.2 Fotografías. **921-**183
16.3 Toma de Notas. **921-**190
16.4 Diagramas y Dibujos.....**921-**191
16.5* Informes. **921-**196

Capítulo 17 Pruebas Físicas.....**921-**197

17.1* General. **921-**197
17.2 Pruebas Físicas. **921-**197
17.3* Protección del Lugar del Incendio y las Pruebas Físicas. **921-**197
17.4 Contaminación de las Pruebas Físicas. **921-**199
17.5 Métodos de Recogida. **921-**200
17.6 Recipientes para Pruebas. **921-**203
17.7 Identificación de las Pruebas Físicas. **921-**204
17.8 Transporte y Almacenaje de las Pruebas Físicas. **921-**204
17.9 Cadena de Custodia de las Pruebas Físicas. **921-**205
17.10 Examen y Ensayos de las Pruebas Físicas.**921-**205
17.11 Eliminación de las Pruebas.....**921-**209

Capítulo 18 Determinación del Origen **921-**209

18.1 Introducción. **921-**209
18.2 Metodología General. **921-**210
18.3 Recopilación de Datos para la Determinación del Origen. **921-**211
18.4 Análisis de Datos. **921-**215
18.5 Desarrollo de una Hipótesis de Origen. ..**921-**222
18.6 Prueba de las Hipótesis de Origen.....**921-**222
18.7 Selección de la Hipótesis Final. **921-**223
18.8 Origen Insuficientemente Definido. **921-**223

Capítulo 19 Determinación de las Causas de Incendio **921-**224

19.1 General. **921-**224
19.2 Método General **921-**224
19.3 Recogida de Datos para Determinar la Causa de un Incendio.....**921-**225
19.4 Analizar los datos. **921-**226
19.5 Desarrollo de Hipótesis Sobre las Causas. **921-**228
19.6 Comprobación de las Hipótesis sobre la Causa **921-**228
19.7 Selección de la Hipótesis final.....**921-**230

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Capítulo 20 Clasificación de las Causas del Fuego **921**-230
20.1 Clasificación de la Causa. **921**-230

Capítulo 21 Análisis de Causas y Responsabilidad del Incidente. **921**-231
21.1* General. **921**-231
21.2 La Causa del Incendio o Explosión **921**-231
21.3 La Causa de Daños a Propiedades Como Resultado del Incidente. **921**-231
21.4 Causa de Daños a Personas y Pérdida de Vidas. **921**-232
21.5 Determinación de la Responsabilidad **921**-232

Capítulo 22 Análisis de Fallos y Herramientas Analíticas **921**-233
22.1* Introducción. **921**-233
22.2 Cronologías. **921**-233
22.3 Análisis de Sistemas. **921**-234
22.4 Modelado Matemático **921**-239
22.5 Prueba de Incendio. **921**-242
22.6 Datos Necesarios para la Realización de Pruebas y Modelos. **921**-242

Capítulo 23 Explosiones **921**-243
23.1* General. **921**-243
23.2* Tipos de Explosiones. **921**-244
23.3 Caracterización de los Daños Producidos por Explosiones. **921**-245
23.4 Efectos de las Explosiones **921**-246
23.5 Factores que Controlan los Efectos de las Explosiones **921**-250
23.6 Explosiones Localizadas. **921**-251
23.7 Explosiones sin Cráter. **921**-252
23.8 Explosiones de Gases y Vapores. **921**-253
23.9 Explosiones de Polvo. **921**-258
23.10* Explosiones de Humo o de Contratiro. **921**-259
23.11 Explosiones de Nubes de Vapor al Aire Libre **921**-259
23.12* Explosivos. **921**-260
23.13 Investigación de los Siniestros de Explosión. **921**-260
23.14 Investigación del Lugar de una Explosión. **921**-260
23.15 Analizar el Origen (Epicentro) 921-266
23.16 Analizar la Fuente de Combustible. **921**-267
23.17 Analizar la Fuente de Ignición. **921**-268
23.18 Analizar las Posibles Causas. **921**-268

Capítulo 24 Incendios Provocados **921**-269
24.1* Introducción. **921**-269
24.2 Indicadores de Incendios Provocados. **921**-269
24.3 Posibles Indicadores No Relacionados Directamente con la Combustión. **921**-271
24.4 Otras Pruebas. **921**-272

Capítulo 25 Muertes y Lesiones por Incendio y Explosión **921**-276
25.1 General. **921**-276
25.2* Mecanismos Causantes de Muertes o Heridas **921**-276
25.3* Consumo de Cuerpo por el Fuego. **921**-280
25.4 Cambios Postmortem. **921**-280
25.5 Investigación de Escenarios de Incendios con Víctimas. **921**-281
25.6 Investigación de Escenarios con Heridos. **921**-283
25.7 Muertos y Heridos en Explosiones **921**-284
25.8 Investigación Posterior de las Heridas. **921**-284
25.9* Examen Patológico y Toxicológico de la Muerte por Causa de un Incendio **921**-285
25.10 Análisis de los Datos **921**-288

Capítulo 26 Equipos y Aparatos Eléctricos **921**-290
26.1* Alcance. **921**-290
26.2 Análisis del Lugar del Incendio Cuando Existen Aparatos Eléctricos. **921**-290
26.3 Análisis del Origen de un Incendio Donde Haya Aparatos Eléctricos. **921**-290
26.4 Análisis de las Causas Cuando Han Intervenido Aparatos Eléctricos. **921**-292
26.5 Componentes del Aparato. **921**-294
26.6 Aparatos Electrodomésticos Comunes. **921**-301

Capítulo 27 Incendios de Vehículos a Motor **921**-304
27.1* Introducción. **921**-304
27.2 Seguridad en la Investigación de Incendios en Vehículos. **921**-304
27.3 Combustibles en los Incendios de Vehículos. **921**-304
27.4 Fuentes de Ignición. **921**-307
27.5 Identificación y Funciones de los Sistemas **921**-309
27.6 Carrocería. **921**-314
27.7 Escenarios de Incendios de Motores de Vehículos **921**-315
27.8 Examen de los Vehículos a Motor. **921**-316
27.9 Combustión Total. **921**-319
27.10 Consideraciones Especiales sobre Incendios Provocados de Vehículos. **921**-320
27.11 Componentes del Sistema de Arranque del Vehículo. **921**-320
27.12 Vehículos en Edificios. **921**-323
27.13 Vehículos Recreativos (Caravanas) **921**-323
27.14 Equipo Pesado. **921**-327
27.15 Equipo Agrícola **921**-328
27.16 Vehículos Híbridos **921**-335
27.17 Consideraciones sobre Remolque. **921**-335
27.18 Vehículos Propulsados por Hidrógeno. **921**-336

Capítulo 28 Investigación de Incendios en la Naturaleza **921**-336
28.1* Introducción. **921**-336
28.2 Combustibles de Incendios en la Naturaleza **921**-337

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

28.3 Clima. **921**-339
28.4 Topografía **921**-340
28.5 Forma del Incendio **921**-340
28.6 Indicadores. **921**-341
28.7 Investigación del Origen 921-346
28.8 Determinación de la Causa del Incendio. **921**-349
28.9 Pruebas. **921**-351
28.10 Consideraciones Especiales sobre Seguridad Personal....**921**-351
28.11 Fuentes de Información. **921**-352

Capitulo 29 Investigación de Incendios Complejos **921**-352

29.1 Ámbito. **921**-352
29.2 Información y Documentos Básicos. **921**-353
29.3 Comunicaciones entre Partes Interesadas....**921**-353
29.4 Acuerdos. **921**-354
29.5 Organización de la Investigación. **921**-355
29.6 Pruebas. **921**-356
29.7 Logística. **921**-357
29.8 Seguridad del Lugar y del Área. **921**-358

Capítulo 30 Investigación de Incendios Marinos .921-358

30.1* Introducción 921-358
30.2 Terminología de Embarcaciones a Motor y Vela....**921**-358
30.3 Seguridad en la Investigación de Embarcaciones....**921**-359
30.4 Identificación y Funcionamiento del Sistema....**921**-361
30.5 Exterior. **921**-363
30.6 Interior. **921**-364
30.7 Sistemas de Propulsión. **921**-364
30.8 Fuentes de Ignición **921**-365
30.9 Documentación del Lugar de Incendio de una Embarcación **921**-368
30.10 Examen de la Embarcación. **921**-370
30.11 Embarcaciones en Edificios. **921**-371
30.12 Consideraciones Legales. **921**-371

Anexo A Material Explicativo **921**-372
Anexo B Bibliografía 921-412
Anexo C Publicaciones de Referencia **921**-414
Apéndice D Créditos Fotográficos....**921**-420
Índice....**921**-422

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NFPA 921

Guía para las Investigaciones de

Incendios y Explosiones

Edición 2014

NOTA IMPORTANTE: Este documento de NFPA está disponible para su uso sometido a avisos y exoneraciones legales importantes. Estos avisos y exoneraciones aparecen en todas las publicaciones que contienen este documento y se encuentran bajo el epígrafe "Avisos Importantes y Exoneraciones Legales Respecto a los Documentos de NFPA". También pueden obtenerse bajo petición a NFPA o en la dirección web www.nfpa.org/disclaimers.

NOTA: Cuando, a continuación del número o letra que designa un párrafo, aparece un asterisco (*), indica que hay una explicación del tema en el Apéndice A.

Otros cambios aparte de los editoriales están indicados con una línea vertical en el margen junto a los párrafos, tablas o figuras que se han modificado. Estas líneas se incluyen como ayuda a los usuarios para identificar cambios respecto a la edición previa. En los casos en que se ha eliminado uno o más párrafo, se indica con un punto negro (•) entre los párrafos que permanecen

Una referencia entre paréntesis [ ] a continuación de una sección o párrafo, indica que el contenido ha sido extraído de otro documento de NFPA. A modo de ayuda para el usuario, se incluyen en el Capítulo 2 los títulos completos y el año de edición de los documentos recomendados, y en el Anexo C aquellos extraídos a título informativo. Cualquier solicitud de interpretaciones o revisiones del texto extraído, deberán dirigirse al comité técnico responsable del documento fuente.

En el Capítulo 2 y Anexos A y C puede encontrarse información sobre las publicaciones de referencia.

Capítulo 1 Administración

1.1 Alcance. Este documento está pensado para ayudar a las personas encargadas de investigar y analizar incidentes de incendios y explosiones y de recoger las opiniones sobre el origen, causas, responsabilidades o prevención de esos incidentes y los daños o lesiones que se derivan de este tipo de incidentes.

1.2 Objetivo.

1.2.1 El objetivo de este documento es establecer orientaciones y procedimientos recomendados para la investigación segura y sistemática y el análisis de incidentes de incendios y explosiones. La investigación o análisis de los incendios y la lista precisa de sus causas son fundamentales para la protección de las vidas humanas y de los bienes materiales contra la amenaza de incendios o explosiones hostiles. Con una eficaz y exacta determinación de las causas y responsabilidades de estos incidentes, se puede evitar su repetición en el futuro. Este documento se ha desarrollado como modelo para la mejora y práctica de la investigación de fuegos y explosiones, ciencia del fuego, tecnología y metodología.

1.2.2 La determinación de la causa y origen de un incendio es también esencial para la recogida significativa de datos estadísticos. Unas buenas estadísticas son la base para los códigos, normas y formación para la prevención de incendios.

1.3 Aplicación Este documento se ha diseñado para establecer un marco de trabajo u orientaciones sistemáticas para investigar y analizar eficazmente las causas y origen de los incendios y explosiones. Contiene procedimientos específicos para ayudar en la investigación de fuegos y explosiones, que representan la opinión derivada del sistema de proceso de consenso de la NFPA, que si se sigue puede mejorar la probabilidad de llegar a conclusiones firmes. Sin embargo, los cambios realizados sobre estos procedimientos no son necesariamente erróneos o inferiores, pero necesitan justificarse.

1.3.1 El lector debe comprender que en este documento la frase investigación de incendios frecuentemente se utiliza cuando el contexto indica que el texto se refiere a la investigación tanto de fuegos como explosiones.

1.3.2 Como cada incendio o explosión son de alguna manera únicos y distintos de todos los demás, este documento no trata de abarcar todos los componentes necesarios para una investigación o análisis a fondo de todos los casos.

1.3.3 No todas las partes de este documento son aplicables a cada incidente de fuego o explosión. Es decisión de los investigadores (dependiendo de sus responsabilidades, así como del objeto y ámbito de su investigación) aplicar a un suceso particular los procedimientos apropiados recomendados en esta guía.

1.3.4 Además, es sabido que la escasez de tiempo o de recursos o los procedimientos aplicados, pueden limitar la medida en la que lo recomendado en este documento se podría aplicar en un caso dado.

1.3.5 Este documento no pretende ser un texto científico y técnico exhaustivo. Aunque a lo largo del texto se presentan muchos conceptos científicos y técnicos, el lector debe tener en cuenta que dichos conceptos se presentan de manera elemental, y que muy a menudo, a la hora de realizar una investigación real, son necesarias una formación y un entrenamiento así como el manejo de fuentes técnicas.

1.4 Unidades de medida. Las unidades métricas de medida de esta norma están de acuerdo con el sistema métrico modernizado conocido como Sistema Internacional de Unidades (SI). La unidad del litro no entra dentro del sistema SI pero la reconoce, y se usa habitualmente y a nivel internacional en la protección contra incendios. Estas unidades se relacionan en la Tabla 1.4.

1.5 Incertidumbre de las mediciones. La repetibilidad de las mediciones contenidas en esta guía puede ser elevada, como en el caso de mediciones de la densidad de sustancias puras, o más variable; temperatura de los gases, datos sobre liberación de calor o medición de tiempos en simulacros de fuego. Por lo tanto, todas las mediciones aquí contenidas, o factores en las ecuaciones, deberían ser revisadas para evaluar si el nivel de precisión es apropiado y puede aplicarse de manera general.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 1.4 Equivalencia en unidades del Sistema Internacional y del Sistema U.S.

Distancia	
1 cm	0.394 pulgadas
2.54 cm	1 pulgadas
1 m	3.28 pies
0.305 m	1 pie
Área	
1 cm2	0.155 pulgada2
6.45 cm2	1 pulgada2
1 m2	10.8 pies2
0.093 m2	1 pie2
Volumen	
1 cm3	0.34 onzas de líquido
29.6 cm3	1 U.S. onzas de líquido
1 L	1.06 Cuarto de galón US
0.95 L	1 Cuarto de galón US
1 m3	35.3 pies3
0.028 m3	1 pie3
Masa	
1 g	0.353 onzas
28.25 g	1 onza
1 kg	2.20 libras
0.454 kg	1 libra
Densidad	
1 g/cm3	8.35 libras/Galones US
0.12 cm3	1 libra/Galon US
1 kg/m3	0.063 libra/pie3
Caudal	
1 L/sec	15.9 Galones US/min
0.063 L/sec	1 Galon US/min
Presión	
1 bar (750 mmHg)	14.5 libras/pulgada2
0.069 bar	1 libras/pulgada2 (27.7 pulgadas columna de agua)
1 kPa	0.145 libras/pulgada2
Energía	
1 J	9.48 × 10–4 Btu
1055 J	1 Btu
1 kJ	0.948 Btu
Potencía	
1 kW	0.952 Btu/Segundo
1.06 kW	1 Btu/Segundo

Nota: Al cambiar de un Sistema a otro se incluyen en general mas decimales a un valor. Las valores convertidos deberían redondearse de tal forma que no tengan mas decimales que los que disponía la medición original, o los valores de esta tabla.

Capítulo 2 Publicaciones de Referencia

2.1 Generalidades. Los documentos, o partes de los mismos, relacionados en este capítulo están referenciados en esta guía y deberían considerarse como parte de las recomendaciones del documento.

2.2 Publicaciones de NFPA. National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471.

NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2013.

NFPA 30, Código de Líquidos Inflamables y Combustibles, Edición 2012.

NFPA 33, Estándar sobre Aplicación de Aerosoles Utilizando Materiales Inflamables o Combustibles, Edición 2011.

NFPA 45, Estándar sobre Protección Contra Incendios en Laboratorios que Emplean Productos Químicos, Edición 2011.

NFPA 54, Código nacional de gas combustible, Edición 2012.

NFPA 58, Código sobre gases licuados del petróleo, Edición 2014.

NFPA 68, Guía para el venteo de deflagraciones, Edición 2013.

NFPA 70, Código eléctrico nacional®, edición 2014.

NFPA 72, Código nacional de alarma contra incendios®, Edición 2013.

NFPA 77, Práctica recomendada sobre electricidad estática, Edición 2014.

NFPA 101, Código para la Seguridad de Vidas, Edición 2012.

NFPA 170, Estándar sobre Simbología en Seguridad contra Incendios y Emergencia, Edición 2012.

NFPA 220, Estándar sobre tipos de construcción de edificios, Edición 2012.

NFPA 260, Norma de Procedimiento de Prueba y Sistema de Clasificación, para determinar la Resistencia a la Ignición por Cigarrillo de Componentes de Mobiliario Tapizado, Edición 2013.

NFPA 261, Norma de Procedimiento de Prueba de Modelos de Ensayo Compuestos por Materiales de Tapizado Ensamblados, para Determinar la Resistencia a la Ignición por Brasa de Cigarrillo, Edición 2013.

NFPA 302, Estándar sobre Protección contra Incendios en Embarcaciones a Motor Comerciales y de Recreo, Edición 2010.

NFPA 303, Estándar sobre Protección contra Incendios de Puertos y Astilleros, Edición 2011.

NFPA 400, Código de materiales peligrosos, Edición 2013.

NFPA 501, Norma para Viviendas Prefabricadas, Edición 2013.

NFPA 555, Guía sobre Métodos para Evaluar el Posible Incendio Súbito Generalizado en un Recinto, Edición 2013.

NFPA 654, Norma para la prevención de incendios y explosiones en la fabricación, procesado y manejo de partículas sólidas combustibles, Edición 2013.

NFPA 1144, Estándar para Reducir el Riesgo de Ignición de Estructuras Debido a Incendios Forestales, Edición 2013.

NFPA 1192, Norma para autocaravanas, Edición 2011.

NFPA 1194, Norma para Campings y aparcamientos de autocaravanas, Edición 2014.

NFPA 1403, Estándar sobre Evoluciones en el Adiestramiento sobre Fuegos Reales, Edición 2013.

NFPA 1404, Norma para Entrenamiento de Protección Respiratoria del Departamento de Bomberos, Edición 2013.

NFPA 1500, Estándar sobre el programa de seguridad y salud laboral de los Servicios de Bomberos, Edición 2013.

NFPA 1971, Estándar sobre el equipo de protección para la lucha contra incendios en edificios e incendios de proximidad, Edición 2013.

NFPA 1977, Estándar sobre equipos y prendas protectoras para la lucha contra incendios forestales, Edición 2011.

NFPA 1852, Norma de Selección, Cuidado y Mantenimiento de Equipos de Respiración Autónoma de Circuito Abierto, Edición 2013.

NFPA 1981, Norma sobre Equipos de Respiración Autónoma de Circuito Abierto, para Servicios de Emergencia, Edición 2013.

Manual de protección contra incendios, Ediciones 15ª (1981), 16ª (1986), 17ª (1991), 18ª (1997), 19ª (2003) y 20ª (2008).

Guía para la Protección contra Incendios de Materiales Peligrosos, 12ª edición, Edición 2010.

Manual del código nacional de gas combustible, Edición 2012.

Manual SFPE de ingeniería de protección contra incendios, Society of Fire Protection Engineers, Quincy, MA, Edicion 2008.

SPP 51, Índice de puntos de inflamación de líquidos comerciales, Edición 1978.

2.3 Otras Publicaciones.

2.3.1 Publicaciones ABYC. *Consejo Americano de Embarcaciones, American Boat and Yacht Council, 613 Third Street, Suite 10, Annapolis, MD 21403.*

ABYC A-3, Cocinas en Barcos, *Galley Stoves, 2007.*

ABYC A-7, Sistemas de Calefacción en Barcos, *Boat Heating Systems*, 2006.

ABYC A-26, Equipos de GLP y GNL, *LPG and CNG Fueled Appliances*, 2006.

ABYC A-30, Equipos de Cocinas con Cilindros Integrados de GLP, *Cooking Appliances with Integral LPG Cylinders, 2006.*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ABYC H-24.13, Sistemas que Emplean Gasolina como Combustible, *Gasoline Fuel Systems, 2005*.

ABYC H-32, Ventilación de Embarcaciones empleando Combustible Diesel, *Ventilation of Boats Using Diesel Fuel*, 2007.

ABYC P-1, Instalación de Sistemas de Extracción, *Installation of Exhaust Systems*, 2002.

2.3.2 Publicaciones ANSI. American National Standards Institute, Inc., 25 West 43rd Street, 4th Floor, New York, NY 10036.

ANSI Z129.1, Etiquetado de precaución de productos químicos industriales peligrosos, *Precautionary Labeling of Hazardous Industrial Chemicals,* 2000.

ANSI Z400.1, Hojas de seguridad de productos - preparación; *Material Safety Data Sheets - Preparation*, 1998.

ANSI Z535.1, Código de colores de seguridad, *Safety Color Code*, 1998.

ANSI Z535.2, Señales de seguridad en instalaciones y ambientales, *Environmental and Facility Safety Signs*, 1998.

ANSI Z535.3, Criterios de símbolos de seguridad, *Criteria for Safety Symbols*, 1998.

ANSI Z535.4, Etiquetas y señales de seguridad de productos, *Product Safety Signs and Labels,* 1998.

ANSI Z535.5, Carteles de prevención de accidentes, *Accident Prevention Tags,* 1998.

2.3.3 Publicaciones API. Instituto Americano del Petróleo, American Petroleum Institute, 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005-4070.

API RP 2003, Protección contra igniciones debidas a corrientes estáticas, fugas de corriente y rayos; *Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents*, 1991.

API PUBL 2216, Riesgo de ignición de vapores de hidrocarburos por superficies calientes al aire libre, *Ignition Risk of Hydrocarbon Vapors by Hot Surfaces in the Open Air*, 2003.

2.3.4 Publicaciones ASME. Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990.

Código sobre calderas y recipientes a presión, *Boiler and Pressure Vessel Code*.

2.3.5 Publicaciones ASTM. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ASTM D 56, Método de Ensayo Estándar de Puntos de Inflamación en Vaso Cerrado, *Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester,* 2010.

ASTM D 86, Método de Ensayo Estándar para Destilación de Petróleo, *Standard Test Method for Distillation of Petroleum*, 2011b.

ASTM D 92, Método de Ensayo Estándar de Puntos de Inflamación mediante Vaso Abierto de Cleveland, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup*, 2011.

ASTM D 93, Método de Ensayo Estándar de Puntos de Inflamación en Vaso Cerrado de Pensky-Marten, *Standard Test Method for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*, 2011.

ASTM D 1230, Método de Ensayo Estándar sobre Inflamabilidad de Tejidos, *Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles*, 2010.

ASTM D 1265, Práctica Estándar sobre Muestras de Gas Licuado de Petróleo, *Standard Practice for Sampling Liquefied Petroleum (LP) Gases (Método Manual)*, 2011.

ASTM D 1310, Método de Ensayo Estándar de Puntos de Inflamación de Líquidos mediante Equipos Tag de Vaso Abierto,*Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus*, 2007.

ASTM D 1929, Método de Ensayo Estándar para Determinar Temperaturas de Ignición de Plásticos, *Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics*, 2011.

ASTM D 2859, Método de Ensayo Estándar sobre Inflamabilidad de Materiales Textiles para Revestimientos de Suelos, *Standard Test Method for Flammability of Finished Textile Floor Covering Materials*, 2006 (2011).

ASTM D 2887, Método de Ensayo Estándar sobre Rangos de Puntos de Ebullición en Fracciones Petrolíferas mediante Cromatografía de Gases, *Standard Test Method for Boiling Range Distribution of Petroleum Fractions by Gas Chromatography*, 2008.

ASTM D 3065, Método de Ensayo Estándar sobre Inflamabilidad de Aerosoles, *Standard Test Methods for Flammability of Aerosol Products*, 2001 (2006).

ASTM D 3828, Método de Ensayo Estándar sobre Puntos de Inflamación mediante Equipo Cerrado a Pequeña Escala, *Standard Test Methods for Flash Point by Small Scale Closed Tester*, 2009.

ASTM D 4809, Método de Ensayo Estándar sobre calores de Combustión de Hidrocarburos Líquidos Combustibles mediante Bomba Calorimétrica, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Método de Precisión),* 2009a.

ASTM D 5305, Método de Ensayo Estándar para la Determinación de Etil Mercaptano en vapores de GLP, *Standard Test Method for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor,* 1997 (2007).

ASTM E 84, Método de Ensayo Estándar Sobre Características de la Superficie de Combustión en Materiales de Construcción, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*, 2011c.

ASTM E 108, Método de Ensayo Estándar sobre Pruebas de Incendio en Recubrimientos de Cubiertas, *Standard Test Method for Fire Tests of Roof Coverings,* 2011.

ASTM E 119, Método de Ensayo Estándar sobre Resistencia al Fuego de Materiales de Construcción, *Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials,* 2011a.

ASTM E 603, Guía Estándar sobre Experimentos de Incendios en Recintos, S*tandard Guide for Room Fire Experiments,* 2007.

ASTM E 648, Método de Ensayo Estándar sobre Flujo Radiante Crítico de Recubrimientos de Suelo utilizando una Fuente de Calor Radiante, *Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source,* 2010 e1.

ASTM E 659, Método de Ensayo Estándar de Temperaturas de Autoignición en productos Químicos Líquidos, *Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals*, 2005.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ASTM E 681, Método de Ensayo Estándar sobre Límites de Inflamabilidad de Productos Químicos, *Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals,* 2009.

ASTM E 800, Guía Estándar para Medida de Gases Presentes o Generados durante un Incendio, *Standard Guide for Measurement of Gases Present or Generated During Fires,* 2007.

ASTM E 860, Práctica estándar para el examen y prueba de elementos que están o pueden verse involucrados en pleitos, *Standard Practice for Examining and Testing Items That Are or May Become Involved in Litigation*, 2007.

ASTM E 906, Método de Ensayo Estándar sobre Tasas de Desprendimiento de Calor y Humos Visibles para diversos Materiales y Productos, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products*, 2010.

ASTM E 1188, Práctica Estándar para la Recopilación y Preservación de Información y Elementos Físicos por Parte de un Investigador Técnico, *Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator*, 2011.

ASTM E 1226, Método de Ensayo Estándar sobre Presión y Velocidad de Incremento de Presión para Polvos Combustibles, *Test Method for Pressure and Rate of Pressure Rise for Combustible Dusts*, 2010.

ASTM E 1352, Método de Ensayo Estándar sobre Resistencia a la Ignición por Cigarrillos de Estructuras de Mobiliario Tapizadas, *Standard Test Method for Cigarette Ignition Resistance of Mock-up Upholstered Furniture Assemblies*, 2008a.

ASTM E 1353, Método de Ensayo Estándar sobre Resistencia a la Ignición por Cigarrillos de Componentes de Mobiliario Tapizado, *Standard Test Methods for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture*, 2008a e1.

ASTM E 1354, Método de Ensayo Estándar sobre Tasas de Liberación de Calor y Humos Visibles en Materiales y Productos Utilizando un Calorímetro de Consumo de Oxígeno, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption Calorimeter*, 2011b.

ASTM E 1459, Guía estándar para el etiquetado de pruebas físicas y documentación relacionada, *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation,* 1992 (2005).

ASTM E 1618, Guía Estándar sobre Residuos Líquidos Inflamables en Extractos Procedentes de Muestras de Escombros de un Incendio mediante Cromatografía de Gases- Espectrometría de Masas, *Standard Guide for Ignitible Liquid Residues in Extracts from Fire Debris Samples by Gas Chromatography–Mass Spectrometry,* 2011.

ASTM E 2067, Procedimiento Estándar para Determinar el Poder Calorífico de Materiales mediante Ensayo de Incendio, totalmente desarrollado, en Atmósfera Enriquecida de Oxígeno, Edición 2008.

2.3.6 Publicaciones FMC. FM Global, 1301 Atwood Avenue, Johnston, RI 02919.

FMC Simbología de Seguridad en productos y Manual del Sistema de Etiquetado, *Product Safety Sign and Label System Manual*, 1985.

2.3.7 Publicaciones de Estándares Militares. SAE, 1620 I Street, NW, Suite 210, Washington, DC 20006.

MIL-Std-202F, Método de Ensayo de Componentes Eléctricos y Electrónicos, *Test Method for Electronic and Electrical Components.*

2.3.8 SAE International Publications. SAE International, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001.

SAE J2578, Recomendaciones prácticas sobre seguridad en vehículos con pilas de combustible 2009.

2.3.9 Publicaciones UL. Underwriters Laboratories Inc., 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062-2096.

ANSI/UL 263, Estándar sobre Ensayos de Seguridad contra Incendios de Materiales y Estructuras de Construcción, *Standard for Safety Fire Tests of Building Construction and Materials,* 2011.

ANSI/UL 969, Estándar sobre Sistemas de Marcado y Etiquetado, *Standard for Marking and Labeling Systems*, 1995. Revisado en 2008.

UL 1500, Estándar sobre Ensayo de Protección frente a la Ignición de Productos Navales, *Standard for Safety Ignition Protection Test for Marine Products,* 1997. Revisado en 2007.

2.3.10 Publicación USFA. U.S. Fire Administration, 16825 S. Seton Avenue, Emmitsburg, MD 21727.

"Estándares Mínimos para Equipos y Vestuario de Protección en la Lucha contra Incendios Estructurales", *"Minimum Standards on Structural Fire Fighting Protective Clothing and Equipment*," 1992.

2.3.11 Publicaciones Gubernamentales U.S.A. U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

"Ley de Seguridad del Consumidor", "*Consumer Safety Act*" (15 USC, Sections 2051-2084, and Título 16, Code of Federal Regulations, Parte 1000).

"Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos", *"Federal Food, Drug and Cosmetic Act"* [15 USC, Sección 321 (m), y Título 21, Código de Regulaciones Federales, Parte 600].

"Ley de Tejidos Inflamables"*, "Flammable Fabrics Act"* (15 USC, Secciones 1191–1204 y Título 16, Código de Regulaciones Federales, Partes 1615, 1616, y 1630-1632).

"Ley de Sustancias Peligrosas", "*Hazardous Substances Act"* (15 USC, Sección 1261 y sig., y Título 16, Código de Regulaciones Federales, Parte 1500).

Regulaciones OSHA (Título 29, Código de Regulaciones Federales, Parte 1910).

Título 24, Código de Regulaciones Federales, Parte 3280, "Estándar de Construcción y Seguridad de Casas Fabricadas", "*Manufactured Home Construction and Safety Standards Estándar (HUD)".*

Título 29, Código de Regulaciones Federales, Parte 1910, "Estándar Federal de Comunicación de Riegos", "*Federal Hazards Communication Standard".*

Título 33, Código de Regulaciones Federales, Parte 173, "Numeración de recipientes e informe del accidentes y datos", "*Vessel Numbering and Casualty and Accident Reporting*".

Título 33, Código de Regulaciones Federales, Parte 181, "Requisitos de Fabricación", "*Manufacturer Requirements".*

Título 33, Código de Regulaciones Federales, Parte 183, "Embarcaciones y Equipos Asociados", "*Boats and Associated Equipment".*

Título 46, Código de Regulaciones Federales, Capítulo 1, subcapítulo C, "Tráfico Marítimo", *"Shipping".*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Título 49, Código de Regulaciones Federales, Parte 129.625, "Comportamiento Humano en relación a los Incendios", "*Fire Related Human Behavior," U.S. Fire Administration, 257, 1994.*

Título 49, Código de Regulaciones Federales, Parte 173, "Requisitos Generales sobre Embalajes y Transporte", "*General Requirements for Shipments and Packagings".*

Título 49, Código de Regulaciones Federales, Parte 178, "Especificaciones de Recipientes para el Transporte","*Shipping Container Specifications".*

Título 49, Código de Regulaciones Federales, Parte 192, "Estándares Mínimos de Seguridad para el Transporte de Gas Natural y otros Gases por Tubería", "*Transportation of Natural and Other Gases by Pipeline Minimum Safety Standards.*"

Título 49, Código de Regulaciones Federales, Parte 568, Vehículos Fabricados en Dos o Más Etapas", "*Vehicles Manufactured in Two or More Stages."*

Reglas Federales de Estados Unidos sobre Pruebas, *United States Federal Rules of Evidence* según modificaciones de 2011.

Comité del Senado sobre Actuaciones Gubernamentales, U.S. *Senate Committee on Government Operations*. Listado de la Organización de Agencias y Departamentos Ejecutivos Federales, *Chart of the Organization of Federal Executive Departements and Agencies.*

2.3.12 Otras Publicaciones.

Babrauskas, *V. Ignition Handbook*. Issaquah, WA: Ciencia y Tecnología del Fuego, Fire Science and Technology, Inc., 2003.

Baumeister, T., E. A. Avallone, y T. Baumeister III. Mark's Manual Estándar para Ingenieros Mecánicos, *Standard Handbook for Mechanical Engineers,* 10ª edición. New York, NY: McGraw- Hill, 1996.

Beyler, C. "Límites de Inflamabilidad de Llamas de Difusión y de Premezcla", "*Flammability Limits of Premixed and Diffusion Flames."* En SFPE Manual de Ingeniería de Protección contra Incendios, *Handbook of Fire Protection Engineering*, ed. P.DiNenno. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2002.

Braisie, N., y N. Simpson. "Guía sobre Estimación de Daños", *"Guide for Estimating Damage", Explosion Loss Prevention*, 1968.

Bull, J. P.,y J. C. Lawrence."Condiciones Térmicas que producen Quemaduras en la Piel", "*Thermal Conditions to Produce Skin Burn"*, Incendio y Materiales, *Fire and Materials* 3(2) (1979): 100-05.

Bustin, W. M., y W. G. Duket. Riesgos Electrostáticos en la Industria del Petróleo", *Electrostatic Hazards in the Petroleum Industry. London, UK: Research Studio Press*, Julio 1983.

Cole, L. La Investigación de Incendios en Vehículos a Motor: Guía para Aplicación de la Ley, Personal de Compañías de Seguros y de Servicios contra Incendios, *The Investigation of Motor Vehicle Fires: A Guide for Law Enforcement, Fire Departement and Insurance Personnel, 3ª ed. Lincoln, NE: Lee Book*s, 1992.

Coltharp, D. R. "Ensayos de Respuesta ante Explosiones de Estructuras de Hormigón Reforzado", "*Blast Response Tests of Reinforced Concrete Box Structures",* Departamento de Defensa, 1983.

Crowl, D. A., y J. F. Louvar. Seguridad de Procesos Químicos, *Chemical Process Safety,* 2ª ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2001.

Derkson, W. L., T. I. Monohan, y G. P. deLhery. "Temperatura Asociada a las Quemaduras en la Piel por Energía Radiante" "Temperatura- Su Medida y Control en Ciencia e Industria", *"The Temperature Associated with Radiant Energy Skin Burns," Temperature- Its Measurement and Control in Science and Industry* 3(3) (1963): 171-75.

Douglas, J. E., A. W. Burgess, y R. K. Ressler. Manual de Clasificación de Delitos, *Crime Classification Manual.* New York, NY: Lexington Books, 1992.

Drysdale, D. Introducción a la Dinámica del Fuego, *An Introduction to Fire Dynamics*. Chichester, UK: John Wiley and Sons, 3ª Edición 2011.

Drysdale, D. "Dinámica del Fuego", "*Fire Dynamics*," *ISFI Proceedings, International Symposium on Fire Investigation Science and Technology.* Sarasota, FL: Asociación Nacional de Investigadores de Incendios, National Association of Fire Investigators, 2006.

Fang, J. B., y J. N. Breese, Desarrollo de incendios en habitaciones de sótanos, *Fire Development in Basement Rooms*. Gaithersburg, MD: Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, 1980.

Garner, B. A., y H. C. Black. *Black's Law Dictionary,* 7ª ed. Saint Paul, MN: West Publishing Company, 1999.

Gieck, K., y R. Gieck. Fórmulas de Ingeniería, *Engineering Formulas.* New York, NY: McGraw-Hill, 1997.

Gottuck & White, SFPE, Manual de Ingeniería de Protección contra incendios en fuegos de líquidos combustibles, NFPA, 2002.

Grant, G., y D. Drysdale."Modelado Numérico de Propagación Rápida de la Llama en Incendios de Almacenes", "*Numerical Modeling of Early Flame Spread in Warehouse Fires," Fire Safety Journal* 24(3) (1995): 247-78.

Guía de Plásticos, *Guide to Plastics* (Manual de Plásticos) (*Plastics Handbook*). New York, NY: McGraw-Hill, 1989.

Kennedy & Shanley, Informe del programa de USFA para el estudio de patrones de incendio *Interflam '96 Proceedings.*

Hagglund, B., y S. Persson, Estudio Experimental de la Radiación Procedente de las Llamas de la Madera, *An Experimental Study of the Radiation from Wood Flames.* Informe FOA C 4589-D6(A3). Stockholm, Sweden: Forsvarerts Forskningsanstalt, 1976.

Hilado, C. J. Manual de Inflamabilidad de Plásticos, *Flammability Handbook for Plastics*, 4º ed. Lancaster, PA: Technomic Publishing, 1990.

Krasny, J. Ignición por Cigarrillo en Mobiliario Blando-Reseñas Bibliográficas con Comentarios. *Cigarette Ignition of Soft Furnishings-A Literature Review With Commentary.* Washington, DC: Center for Fire Research, National Bureau of Standards, Junio1987.

Kransny, J., W. Parker, y V. Babrauskas. Comportamiento frente al Fuego de Mobiliario Tapizado y Colchones, *Fire Behavior of Upholstered Furniture y Mattresses.* Park Ridge, NJ: Noyes Publications, 2001.

LaPointe, N., C. Adams, y J. Washington."Autoignición de Gasolina sobre Superficies Calientes", "*Autoignition of Gasoline on Hot Surfaces,*" *Fire and Arson Investigator*, 2005.

Lattimer, B. "Flujos de calor hacia las superficies," Manual de Ingeniería de protección contra incendios SFPE, ed. P. DiNenno. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2002.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Lawson, J. Evaluación de Propiedades frente al Fuego de los Paneles de Yeso, *An Evaluation of Fire Properties of Generic Gypsum Board Products* (NBSIR 77-1265). Washington, DC: NIST, Centro de Investigación de Incendios, 1977.

Lee, B. T. Tasas de Desprendimiento de Calor Características de Diversas Fuentes Combustibles en Centrales Nucleares, *Heat Release Rate Characteristics of Some Combustible Fuel Sources in Nuclear Power Plants*.

Lees, F. Prevención de Pérdidas en Industrias de Proceso, *Loss Prevention in the Process Industries*. Boston, MA: Butterworth-Heinemann, 1996.

Lide, D. R., ed. Manual de Química y Física, *Handbook of Chemistry and Physics*, 71ª ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 1990-1991.

McGrattan, K., A. Hamins, y D. Stroup. Interacción de Rociadores, Ventilación de Humos y Calor y Cortinas de Aire: Ensayos a Gran Escala y Desarrollo de Modelos. *Sprinkler, Smoke and Heat Vent, Draft Curtain Interaction: Large Scale Experiments and Model Development.* Informe Técnico NISTIR 6196-1. Gaithersburg, MD: Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, 1998.

McRae, T. G., H. C. Goldwire, W. J. Hogan, y D. L. Morgan. "Efectos de las Explosiones RPT de GNL/Agua a Gran Escala", "*Effects of Large-Scale LNG/Water RPT Explosions,"* Departamento de Energía, 1984.

Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, 11ª edición, Merriam-Webster, Inc., Springfield, MA, 2003.

Boletín de la Asociación Nacional de Gas Propano, National Propane Gas Association Bulletin T133. Purga de Recipientes de GLP, *Purging LP-Gas Containers*. Washington, DC: NPGA, 1989.

Orloff, L., J. deRis, y G. Markstein. "Propagación Ascendente del Fuego Turbulento y Combustión de Superficies de Combustibles", "*Upward Turbulent Fire Spread and Burning of Fuel Surface",* Décimo quinto Simposio Internacional sobre Combustión. Pittsburgh, PA: The Combustion Institute, 1994, pp. 183-92.

Quintiere, J. "Propagación Superficial de la Llama. En SFPE Manual de Ingeniería de Protección contra Incendios", "Surface Flame Spread. In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering,* ed. P. DiNenno.Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2002.

Saito, K., J. G. Quintiere, y F. A. Williams. "Propagación Ascendente de la Llama Turbulenta", "*Upward Turbulent Flame Spread," Fire Safety Science*. International Association for Fire Safety Science, 1986. *Proceedings, 1st International Symposium*. C. E. Grant and P. J. Pagni, eds. New York, NY: Hemisphere Publishing Corp., pp. 75-86.

Snyder, E. Informe sobre evaluación de riesgos para la Salud 2004-0368-3030, Departamento de alcohol, tabaco, armas de fuego y explosivos, Austin, Tx, Enero 2007.

Sociedad de Ingenieros de Protección contra Incendios, Society of Fire Protection Engineers. SFPE Manual de Ingeniería de Protección contra Incendios. S*FPE Handbook of Fire Protection Engineering*, ed. P. DiNenno. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2002.

Stoll, A., y L. C. Greene. "Relación entre Dolor y Daños en Tejidos debido a la Radiación Térmica", "*Relationship Between Pain and Tissue Damage Due to Thermal Radiation," Journal of Applied Physiology* 14 (1959): 373-83.

Stoll, A., y M. A. Chianta. "Método y Sistema de Clasificación para Evaluación de la Protección Térmica", "*Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection," Aerospace Medicine* 40 (1969): 1232-38.

Thomas, P. "Crecimiento del Incendio desde la Ignición a su total Desarrollo", "The Growth of Fire-Ignition to Full Involvement." *In Combustion Fundamentals of Fire*, ed. G. Cox. London, UK: Academic Press, 1995.

Wood, P. G. *Fire Research Note #953*. Borehamwood, UK: Building Research Establishment, 1973.

Wu, P., L. Orloff, y A. Tewarson. "Evaluación de la Inflamabilidad de Materiales con el Modelo de Propagación FG y Métodos de Ensayo de Laboratorio", *"Assessment of Material Flammability with the FG Propagation Model and Laboratory Test Methods,"* Thirteenth Joint Panel Meeting of the UJNR Panel on Fire Research and Safety, Gaithersburg, MD, 1996.

2.4 Referencias sobre Extractos en Secciones Recomendadas.

NFPA 13, Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2013.

NFPA 53, Prácticas Recomendadas sobre Materiales, Equipos y Sistemas Utilizados en Atmósferas Ricas en Oxígeno, *Recommended Practice on Materials, Equipment, and Systems Used in Oxygen-Enriched Atmospheres,* Edición 2011.

NFPA 68, Guía para el venteo de deflagraciones, *Guide for Venting of Deflagrations*, Edición 2014.

NFPA 70, Código Nacional Eléctrico, *National Electrical Code®,* Edición 2014.

NFPA 72®, Código Nacional de Alarmas de Incendio, *National Fire Alarm Code®*, Edición 2013.

NFPA 318, Estándar para la Protección de Instalaciones de Fabricación de Semiconductores, *Standard for the Protection of Semiconductor Fabrication Facilities*, Edición 2012.

NFPA 654, Estándar para la Prevención de Incendios y Explosiones de Polvos en la Fabricación, Procesado y Manipulación de Partículas Sólidas Combustibles, *Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids*, Edición 2013.

Capítulo 3 Definiciones

3.1 Generalidades. Las definiciones que contiene este capítulo aplican a los términos utilizados en esta guía. Para aquellos términos no definidos en este u otro capítulo deberían utilizarse los significados normalmente aceptados en el contexto en que se utilicen. El *Merriam-Webster's Collegiate Dictionary*, edición 11, es la fuente de definiciones comúnmente aceptada.

3.2 Definiciones Oficiales de NFPA.

3.2.1* Aprobado. Aceptable para la autoridad competente.

3.2.2* Código. Un estándar que es una extensa compilación de normas cubriendo una amplia variedad de materias o que es adecuada para su adopción por la ley independientemente de otros códigos o estándares.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

3.2.3* Guía. Un documento cuya naturaleza es informativa o de recomendaciones y que contiene sólo medidas no obligatorias. Puede contener frases de obligación al ser utilizada, pero el documento en conjunto no es adecuado para su adopción en el cuerpo legislativo.

3.2.4* Práctica recomendada. Documento que es similar tanto en contenido como en estructura a un código o estándar, pero que sólo contiene medidas no obligatorias; utiliza la palabra "debería" para indicar recomendaciones en el cuerpo del texto.

3.2.5* Estándar. Un documento, en el cual la parte principal de su contenido presenta disposiciones obligatorias usando la palabra "deberá", para indicar requisitos y en qué consisten, presentándolos de la manera más adecuada para servir de referencia obligada a otros estándares y códigos o para ser adoptadas como ley. Las disposiciones opcionales no pueden ser consideradas como parte de los requisitos del estándar, y deberán introducirse en el documento a modo de apéndices, anexos, notas a píe de página, notas informativas, o cualquier otro recurso permitido en el *Manual de Estilo de NFPA para Documentos del Comité Técnico*.

3.3 Definiciones Generales.

3.3.1* Temperatura Absoluta. Temperatura medida en grados Kelvin (K) o grados Rankine (R).

3.3.2 Acelerante. Un combustible u oxidante, frecuentemente un líquido inflamable, usado intencionadamente para iniciar un fuego o incrementar su tasa de crecimiento y propagación.

3.3.3 Accidente. Acontecimiento imprevisto que a veces causa daños o heridas y que interrumpe una actividad. Acontecimiento que surge por causas desconocidas, acontecimiento imprevisto debido a ignorancia, falta de cuidado o circunstancia.

3.3.4 Ambiente. Alrededores de personas o cosas, sobre todo cuando nos referimos a las circunstancias del entorno, como aire ambiente o temperatura ambiente.

3.3.5 Amperaje. Corriente en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin que supere su límite de temperatura. [70, Artículo 100]

3.3.6 Amperio. Unidad de corriente eléctrica que equivale al flujo de un coulombio por segundo. Un coulombio se define como 6.24 10^{18} electrones.

3.3.7 Arco. Descarga eléctrica luminosa y de alta temperatura entre dos conductores separados

3.3.8 Mapeo de circuitos. La revisión sistemática de la configuración del circuito eléctrico, la relación espacial entre los distintos componentes del circuito, y la identificación de las áreas que puedan producir arcos eléctricos para ayudar en la identificación del área de origen del fuego y su posterior propagación.

3.3.9 Zona de Arco. El lugar, en un conductor con un daño localizado, como consecuencia de un arco eléctrico.

3.3.10 Arco eléctrico a través de un material carbonizado. Arco que se produce a través de un material carbonizado (p.ej., el forro aislante de un cable) que actúa como medio semiconductor.

3.3.11 Área de Origen. Recinto o área donde comenzó un incendio. (*Ver también 3.3.132, Punto de Origen*).

3.3.12 Marca de Flecha. Marca dejada por el fuego que se aprecia en las secciones de vigas estructurales de madera quemadas.

3.3.13 Arson. Delito de iniciar un incendio o causar una explosión con malicia e intencionadamente, o imprudentemente.

3.3.14 Autoignición. Inicio de la combustión mediante calor pero sin chispa o llama.

3.3.15 Temperatura de Autoignición. La temperatura más baja a la que el material combustible entra en ignición en el aire sin chispas o llamas

3.3.16 Contratiro. Deflagración resultante de la entrada repentina de aire en un espacio confinado que contiene productos de la combustión incompleta por deficiencia de oxígeno.

3.3.17 Perla. Gota de metal solidificado en el extremo de un conductor eléctrico, causada por un arco, y caracterizado por una fina línea de demarcación entre las superficies fundida y no fundida del conductor.

3.3.18 Frente de Presión. Borde que encabeza la expansión de una reacción de explosión y separa la presión ambiente normal por delante del mismo de la alta presión potencialmente destructora que existe detrás de él.

3.3.19 BLEVE. Explosión de los vapores en expansión de un líquido en ebullición

3.3.20 Conexión a Tierra. Unión permanente de Partes metálicas para formar un recorrido de conducción eléctrica que asegure la continuidad eléctrica, así como la capacidad para conducir de forma segura toda corriente esperada.

3.3.21 Unidad térmica británica (Btu). Cantidad de calor necesaria para elevar 1ºF la temperatura de una libra de agua, en condiciones ambientales de 1 atmósfera de presión y 60ºF de temperatura. Una unidad térmica británica es equivalente a 1055 julios, 1.055 kilojulios y 252.15 calorías.

3.3.22 Velocidad de combustión. Ver 3.3.99, Velocidad de desprendimiento de calor (HRR).

3.3.23* Calcinación del yeso. Efecto del fuego sobre productos que contienen yeso, como paredes de yeso, los cuales al ser expuestos al calor dejan libre toda el agua contenida en ellos.

3.3.24 Caloría. Cantidad de calor necesario para llevar 1 gramo de agua desde 1ºC a 15ºC. Una caloría equivale a 4.184 julios, y hay 252.15 calorías en una unidad térmica británica (Btu).

3.3.25 Causa. Las circunstancias, condiciones o agentes que dieron como resultado o provocaron un incendio o explosión, daños a la propiedad como resultado del fuego o explosión, o daños corporales o pérdida de vidas como resultado del fuego o explosión.

3.3.26 Chorro Fluido de Techo. Capa de gases calientes relativamente fina que se extiende bajo una superficie horizontal (por ejemplo el techo) a consecuencia del impacto del penacho y del movimiento forzado de los gases en dirección horizontal.

3.3.27 Capa de Techo. Capa flotante de gases calientes y humos producidos por un incendio en un recinto cerrado.

3.3.28 Carbonizado. Material carbonoso que se ha quemado o pirolizado y presenta un aspecto renegrido.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

3.3.29 Ampollas producidas por carbonizado. Partes convexas de un material carbonizado separadas por fisuras o grietas que se forman en la superficie carbonizada y que se presenta en materiales como la madera, como resultado de la pirólisis o combustión.

3.3.30 Quemadura Limpia. Efecto claro y visible del fuego, que aparece generalmente en superficies no combustibles, situadas bajo una o varias capas de material combustible (hollín, pintura, papel) que ha ardido. Este efecto también puede aparecer donde el hollín no ha podido depositarse debido a las altas temperaturas de la superficie.

3.3.31* Combustible. Capaz de mantener una combustión.

3.3.32* Detector de Gas Combustible. Instrumento que toma muestras de aire e indica si existen gases o vapores inflamables.

3.3.33 Líquido Combustible. Todo líquido que posee un punto de inflamación en vaso cerrado igual o superior a 37.8ºC (100ºF). (*Vér también 3.3.79, Líquido Inflamable*).

3.3.34 Combustión. Proceso químico de oxidación que se produce a una velocidad suficiente para producir calor y luz, en forma de resplandor o de llama.

3.3.35 Productos de la combustión. Calor, gases, partículas sólidas y aerosoles líquidos que produce la combustión.

3.3.36 Fuente de ignición eficaz. Es una fuente de ignición que tiene la suficiente energía y es capaz de transmitirla al combustible en cantidad suficiente como para que éste alcance la temperatura de ignición (Ver 19.4.2)

3.3.37 Conducción. Transmisión de calor por contacto directo con otro cuerpo o dentro de un cuerpo.

3.3.38 Convección. Transmisión de calor mediante circulación a través de un medio, como un líquido o gas.

3.3.39 Corrimiento. Tendencia de un material a moverse o deformarse permanentemente para liberar tensión.

3.3.40 Corriente. Flujo de carga eléctrica

3.3.41 Razonamiento Deductivo. Proceso mediante el cual se establecen conclusiones a través de deducciones lógicas procedentes de unas determinadas premisas.

3.3.42 Deflagración. Reacción de combustión en la que la velocidad del frente de reacción a través del medio combustible que no ha reaccionado, es menor que la velocidad del sonido [68, 2007]

3.3.43 Densidad. La masa de una substancia por unidad de volumen, usualmente especificada a presión y temperaturas normales. La densidad del agua es aproximadamente un gramo por centímetro cúbico. La densidad del aire es aproximadamente 1,275 gramos por metro cúbico.

3.3.44 Detección. (1) Revelar la existencia de un incendio, especialmente mediante un detector, a partir de uno o más productos de la combustión, como humo, calor, partículas ionizadas, rayos infrarrojos o similares. (2) Acto o proceso de descubrir y localizar un incendio.

3.3.45 Detonación. Reacción en la que la velocidad del frente de reacción a través del medio combustible que no ha reaccionado, es igual o superior a la velocidad del sonido [68, 2007]

3.3.46 Combustible difuso. Gas, vapor, polvo, partículas, aerosol, neblina o una mezcla de ellos, suspendida en la atmósfera y que es capaz de inflamarse y propagar un frente de llama.

3.3.47 Llama de Difusión. Llama en la que el combustible y el comburente se mezclan o difunden juntos en la región de combustión.

3.3.48 Goteo. Propagación del Incendio por la caída de gotas o materiales en combustión. Sinónimo de “caída”.

3.3.49 Temperaturas de Incendio Efectivas. Temperaturas alcanzadas en incendios que producen efectos físicos que pueden relacionarse con rangos específicos de temperatura.

3.3.50 Chispa eléctrica. Pequeña partícula incandescente creada por un arco eléctrico.

3.3.51* Datos Empíricos. Datos que no son teóricos, si no que se basan en mediciones reales, observaciones o experimentación directa.

3.3.52 Arrastre. Proceso por el cual se dirigen los gases o el aire hacia el fuego, penacho o chorro.

3.3.53 Explosión. Conversión instantánea de la energía potencial (química o mecánica) en energía cinética con la consiguiente producción y liberación de gases a presión o liberación de un gas que estaba a presión. Estos gases a presión realizan un trabajo mecánico, como mover, cambiar o empujar los materiales que hay alrededor.

3.3.54 Explosivo. Mezcla, compuesto químico o dispositivo que funciona por explosión.

3.3.55 Material Explosivo. Cualquier material que pueda actuar como combustible de una explosión.

3.3.56 Superficie expuesta. Cara de un conjunto estructural o de un objeto que está directamente expuesta al fuego.

3.3.57 Extinguir. Provocar el cese de la combustión

3.3.58 Fallo. Distorsión, rotura, deterioro u otra circunstancia similar de un elemento, componente, sistema, conjunto, estructura o edificio que da lugar a un funcionamiento insatisfactorio de la función para la que estaba proyectado.

3.3.59 Análisis de fallos. Examen lógico y sistemático de un elemento, componente, sistema, conjunto, estructura o edificio y de su lugar y función en un sistema, para identificar y analizar la probabilidad, causas y consecuencias de fallos posibles y reales.

3.3.60 Propagación por Goteo. *Ver 3.3.48, Goteo*.

3.3.61 Tiempo de ignifugado de los acabados. Tiempo en minutos, establecido en determinadas condiciones de laboratorio, en el que un pilar o viga en contacto con la membrana protectora de un conjunto combustible protegido, alcanza un aumento de temperatura media de 121ºC (250ºF) o un aumento de temperatura de 163ºC (325ºF), medida detrás de la membrana protectora más cercana al fuego en el plano de la madera.

3.3.62 Fuego. Proceso de oxidación rápida con producción de luz y calor de distinta intensidad.

3.3.63 Análisis del Incendio. Proceso de determinar el origen, causa, desarrollo y responsabilidad de un incendio o explosión, así como el análisis de fallos cuando sea requerido

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

3.3.64 Causa de Incendio. Circunstancias, condiciones o hechos que dan lugar a la entrada en contacto de un combustible, una fuente de ignición y un comburente (como aire u oxígeno), con el resultado de un incendio o explosión.

3.3.65* Dinámica del fuego. Estudio detallado de cómo la química, la ciencia del fuego, y las disciplinas de ingeniería de mecánica de fluidos y transferencia de calor, interactúan para influir en el comportamiento del fuego.

3.3.66 Riesgo de Incendio. Cualquier situación, proceso, material o condición que puede causar un incendio o una explosión o que puede proporcionar un suministro de combustible listo para aumentar la extensión o intensidad de un fuego o explosión, las cuales representan una amenaza para la vida o la propiedad.

3.3.67 Investigación de un incendio. Proceso de determinar el origen, causa y desarrollo de un incendio o explosión.

3.3.68 Marcas del Fuego. Cambios físicos visibles o mensurables, o formas identificables, producidas por el efecto o grupo de efectos de un incendio.

3.3.69 Propagación del fuego. *Ver 3.3.72, Propagación del Incendio.*

3.3.70 Reconstrucción del lugar del incendio. Proceso de reproducir las circunstancias físicas durante el análisis del lugar de un incendio, retirando los residuos y recolocando sus contenidos o elementos estructurales en la posición que tenían antes del incendio.

3.3.71* Ciencia del fuego. El conjunto de conocimientos relacionados con el estudio del fuego y temas relacionados (tales como combustión, llama, productos de combustión, liberación de calor, transferencia de calor, química del fuego y las explosiones, dinámica del fuego y de las explosiones, termodinámica, cinética, mecánica de fluidos, seguridad contra incendios) y su interacción con las personas, los edificios y el medio ambiente.

3.3.72 Propagación del Incendio. Movimiento del fuego de un lugar a otro.

3.3.73 Primer combustible incendiado. El primer combustible incendiado es el primero que sostiene la combustión, independientemente de la fuente de ignición.

3.3.74 Llama. Cuerpo o corriente de material gaseoso implicado en el proceso de combustión que emite energía radiante con longitudes de onda específicas según la química de combustión del material. En la mayoría de los casos, parte de la energía radiante emitida es visible para el ojo humano. [72, 2013]

3.3.75 Frente de llama. El borde de los gases ardiendo procedentes de una reacción de combustión.

3.3.76 Flameover. Situación que se produce cuando el combustible no quemado (pirolizado) procedente del fuego original, se acumula en una capa a nivel de techo con una concentración suficiente (por ejemplo, igual o superior al límite inferior de inflamabilidad), entra en ignición y arde; puede producirse sin la ignición de otros combustibles separados del origen, o previamente a ella.

3.3.77 Inflamable. Capaz de arder con llama.

3.3.78 Límites de inflamabilidad. Límites superior e inferior de concentración, a una temperatura y presión dadas, de gases inflamables o vapores de líquidos inflamables en el aire, expresados en porcentaje de combustible por volumen, entre los cuales son capaces de arder.

3.3.79 Líquido Inflamable. Líquido con punto de inflamación inferior a 37,8ºC (100ºF) en prueba de vaso cerrado y una presión de vapor máxima de 2068 mm Hg (40 psia) a 37.8ºC (100ºF).

3.3.80 Rango de inflamabilidad. Rango de concentraciones comprendidas entre los límites inferior y superior de inflamabilidad. [68, 2007]

3.3.81 Llamarada. Incendio que se propaga rápidamente a través de un combustible difuso como polvo, gas o vapores de líquidos inflamables, sin que se produzca un aumento peligroso de presión.

3.3.82 Punto de Ignición de un Líquido. Temperatura mínima de un líquido a la cual desprende, bajo determinadas condiciones de ensayo, vapores en cantidad suficiente para mantener una llama momentánea en su superficie.

3.3.83 Combustión súbita generalizada ("flashover"). Fase de transición en el desarrollo de un incendio en un recinto cerrado en la cual las superficies expuestas a la radiación térmica alcanzan su temperatura de ignición más o menos simultáneamente, lo que hace que el fuego se generalice rápidamente en todo el recinto.

3.3.84 Forense (Ciencia Forense). Aplicación de la ciencia para dar respuesta a preguntas de interés en el sistema legal.

3.3.85 Combustible. Material que mantendrá la combustión bajo determinadas condiciones medioambientales. [53, 2011]

3.3.86 Gas Combustible. Gas natural, gas manufacturado, gas licuado del petróleo (LPG) y similares, utilizados corrientemente para usos comerciales o residenciales como calefacción, refrigeración o cocina.

3.3.87 Carga de fuego. Cantidad total de elementos combustibles que hay en un edificio, espacio o zona de incendio, incluidos los acabados y guarnecidos interiores, expresados en unidades de calor o en peso equivalente en madera.

3.3.88 Incendio dependiente del combustible. Incendio cuyas velocidades de liberación de calor y de crecimiento dependen de las características del combustible, es decir, por su cantidad y geometría, y que dispone de aire suficiente para la combustión.

3.3.89* Fuego generalizado. Condición en un fuego en un área compartimentada, en la cual todo el volumen está en combustión con diferentes niveles de intensidad.

3.3.90 Gas. Estado físico de una sustancia que no tiene forma ni volumen por sí misma y que se expande hasta tomar la forma y volumen del recipiente que lo contiene.

3.3.91 Combustión incandescente o sin llama. Combustión de materiales sólidos sin producir llama visible.

3.3.92 Conexión a Tierra. Conducción, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno o cualquier otro cuerpo conductor que sirva en su lugar.

3.3.93 Fallo de puesta a tierra. Estado que provoca que la corriente se derive del recorrido normal de un circuito, por ejemplo (a) A través del cable de tierra, (b) A través de otros materiales conductores que no sean la masa del sistema eléctrico (tuberías de agua o de calefacción, etc.), (c) A través de cualquier combinación de los anteriores elementos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

3.3.94 Peligro. Cualquier conjunto de materiales y fuentes de calor que pueden causar daños, tales como heridas a personas o ignición de combustibles.

3.3.95* Calor. Forma de energía que se caracteriza por la vibración de moléculas, capaz de iniciar y mantener cambios químicos y de estado.

3.3.96 Vector de Calor y Llama. Flecha utilizada en los planos del lugar del incendio para señalar la dirección del calor, humo o llamas.

3.3.97 Flujo calorífico. Medida de la velocidad de transmisión de calor a una superficie, expresado en kilovatios/ m^2, kilojulios/$m^2 \cdot s$, o Btu/$ft^2 \cdot$ seg.

3.3.98* Calor de ignición. Energía calorífica que provoca la ignición.

3.3.99* Tasa de liberación de calor (HRR). Velocidad a la que se genera la energía calorífica por la combustión.

3.3.100 Explosivo de gran potencia. Material capaz de mantener un frente de reacción que se mueve a través de un material que no reacciona a una velocidad igual o superior a la del sonido en ese medio [normalmente 1000 m/sec (3300 ft/sec)]; material capaz de producir una detonación. (*Ver también 3.3.45 Detonación*).

3.3.101 Daño de Orden Elevado. Aumento rápido de presión o explosión fuerte caracterizada por un efecto aplastante sobre el recipiente o estructura de confinamiento y un lanzamiento de los fragmentos a gran distancia.

3.3.102 Material Hipergólico. Toda sustancia que se inflamará o explotará espontáneamente al entrar en contacto con un oxidante.

3.3.103 Líquido Ignitable. Líquido o fase líquida de un material que es capaz de alimentar un fuego; incluye líquido inflamable, líquido combustible o cualquier otro material que puede licuarse y arder.

3.3.104 Ignición. Proceso de iniciación de una combustión automantenida.

3.3.105 Energía de ignición. Cantidad de energía calorífica que debe absorber una sustancia para inflamarse y arder.

3.3.106* Temperatura de Ignición. Temperatura mínima que debe alcanzar una sustancia para empezar a arder en condiciones específicas de laboratorio

3.3.107 Tiempo de ignición. Tiempo transcurrido entre la aplicación de una fuente de ignición a un material y el inicio de una combustión auto-mantenida.

3.3.108 Fuego intencionado. Un fuego provocado de manera deliberada con la intención de causar un incendio en un área donde no debería producirse.

3.3.109 Razonamiento Inductivo. Proceso mediante el cual una persona Parte de una experiencia particular para llegar a una generalización. Proceso mediante el cual se desarrollan hipótesis basándose en hechos conocidos u observables y en la formación, práctica, conocimientos y experiencia del observador.

3.3.110 Parte Interesada. Cualquier persona, entidad, u organización, incluyendo sus representantes, con obligaciones legales o cuyos intereses y derechos pueden verse afectados por la investigación de un determinado incidente.

3.3.111 Lugar de Investigación. Para el objeto del capítulo 27, los términos "lugar" y "escena" se refieren indistintamente al "lugar de la investigación", al menos que el contexto particular requiera el uso de uno u otro vocablo.

3.3.112 Equipo de Investigación. Grupo de personas que trabajan representando a un aparte interesada para llevar a cabo una investigación del incidente.

3.3.113 Isolínea de Carbonizado. Línea o diagrama que une puntos con igual profundidad de carbonizado.

3.3.114 Julio. Unidad preferente de medida de calor, energía o trabajo en el SI.. Un Julio es el calor generado cuando una intensidad de un amperio circula por una resistencia de un ohmnio durante un segundo, o el trabajo requerido para recorrer la distancia de un metro cuando se aplica una fuerza de un newton. 4.184 julios equivalente a una caloría, y 1055 julios a una Unidad Térmica Británica (Btu). Un vatio es un Julio/segundo. (*Ver también 3.3.21, Unidad Térmica Británica (Btu), y 3.3.24, Caloría*).

3.3.115 Kilovatio. Medida de la velocidad de liberación de energía.

3.3.116 Temperatura de Inflamación. *Véase 3.3.106, Temperatura de ignición.*

3.3.117 Separación por Capas. Proceso sistemático consistente en retirar los residuos descendiendo desde la parte superior y observar la posición relativa de los objetos en la escena del incendio.

3.3.118 Explosivo de Baja Potencia. Explosivo cuya velocidad de reacción es inferior a 1.000 m/s (3300 ft/s).

3.3.119 Daño de Orden Bajo. Aumento de presión lento o explosión de poca fuerza caracterizada por un efecto de empuje o desplazamiento en el recipiente o estructura de contención y un lanzamiento de los fragmentos a poca distancia.

3.3.120 Material de Primera Ignición. Combustible que arde primero debido al calor de ignición; para que este término tenga significado pleno, hay que determinar el tipo y la forma del material.

3.3.121* Material no Combustible. Material que, en la forma y condiciones en que normalmente se usa, no se quema, arde, mantiene la combustión o libera vapores inflamables cuando se le somete al fuego o al calor. También se llama material incombustible (versión menos recomendable).

3.3.122 No inflamable. (1) Que no arde fácilmente con llama. (2) Que no es probable que arda o se queme cuando se expone a una llama. Antónimo de Inflamable.

3.3.123 Ohmnio. Unidad de medida de impedancia eléctrica en el SI o, en el caso de corriente directa, unidad de media de resistencia eléctrica.

3.3.124 Origen. *Ver 3.3.132, Punto de Origen, o 3.3.11, Área de Origen.*

3.3.125 Sobrecorriente. Corriente superior a la nominal de un equipo o a la capacidad de un conductor; puede producirse por Sobrecarga (*véase 3.3.127*), cortocircuito o fallo de puesta a tierra.

3.3.126 Overhaul. Término usado por los bomberos, que se refiere al proceso de extinción de los últimos restos del incendio una vez que el incendio principal ya ha sido extinguido.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

3.3.127* Sobrecarga. Funcionamiento por encima de lo normal de un equipo, sobrecarga de intensidad de un conductor que, si persiste durante largo tiempo, causaría daño o un calentamiento peligroso. La sobrecarga de corriente es habitual, aunque no siempre se combina con los recorridos normales proporcionados por los conductores y otros componentes eléctricos de un circuito. Funcionamiento de un equipo o cableado bajo condiciones de flujo de corriente que producen temperaturas superiores a las admitidas por el mismo.

3.3.128 Escasez de Oxígeno. Insuficiencia de oxígeno para mantener la combustión. (*Ver también 3.3.188 Incendio controlado por la ventilación*).

3.3.129 Temperatura de Ignición Pilotada. *Véase 3.3.101, Temperatura de ignición.*

3.3.130* Plástico. Cualquiera de una amplia gama de materias orgánicas naturales o sintéticas de alto peso molecular que se pueden moldear por presión, calor, extrusión u otros métodos, dándoles la forma deseada.

3.3.131 Penacho. Columna de gases calientes, llamas y humo que se eleva de un fuego. También se llama columna de convección, remolino térmico o columna térmica.

3.3.132 Punto de Origen. Lugar físico exacto donde han entrado en contacto una fuente de calor y un combustible, dando lugar a un incendio.

3.3.133 Llama de pre-mezclada. Llama en la que el combustible y el comburente se mezclan antes de la combustión, como el mechero Bunsen de un laboratorio o una cocina de gas. La propagación de la llama depende de la interacción entre caudal (de aire y combustible), medio de transporte y reacción química.

3.3.134 Conservación. Aplicación o uso de medidas para evitar daños, cambios, alteraciones o deterioros.

3.3.135 Productos de Combustión. *Ver 3.3.35, Productos de Combustión*

3.3.136 Protocolo. Descripción de procedimientos y metodologías específicas para llevar a cabo una o varias tareas.

3.3.137 Causa Inmediata. Causa que produce directamente un efecto, sin intervención de ninguna otra.

3.3.138 Pirolizado. Producto de descomposición mediante calor, producto de un cambio químico ocasionado por calentamiento.

3.3.139 Pirólisis. Descomposición química de un compuesto en una o más sustancias por el calor; la pirólisis precede generalmente a la combustión.

3.3.140 Material Pirofórico. Toda sustancia que se inflama espontáneamente en contacto con el oxígeno de la atmósfera.

3.3.141 Calor de radiación. Energía calorífica transportada por ondas electromagnéticas más largas que las luminosas y más cortas que las de radio. El calor de radiación (radiaciones electromagnéticas) aumenta la temperatura de cualquier sustancia capaz de absorber las radiaciones, sobre todo los objetos macizos y opacos.

3.3.142 Radiación. Transmisión de calor mediante ondas electromagnéticas.

3.3.143 Velocidad de Desprendimiento de Calor. *Ver 3.3.99, Tasa de liberación de calor.(HRR).*

3.3.144 Reavivado. Reinicio de una combustión con llama después de que un fuego haya quedado mal apagado.

3.3.145 Responsabilidad. La responsabilidad de una persona u otras entidades en el suceso o cadena de acontecimientos que causan el fuego o la explosión, propagación del fuego, heridas personales, muertes, o daños a la propiedad.

3.3.146 Riesgo. Grado de peligro; posible daño que se puede producir y se representa por la probabilidad estadística o estimación cuantitativa de la frecuencia o gravedad de las heridas o pérdidas.

3.3.147 Rollover. *Ver 3.3.76, Flameover.*

3.3.148 Escena. Ubicación especifica del incidente en un lugar. La zona o zonas (estructura, vehículo, embarcación, parte de un equipo, etc.) asignados como relevantes para la investigación del incidente porque pueden contener daños o restos físicos, pruebas, víctimas, o peligros relacionados con el mismo.

3.3.149 Método Científico. La búsqueda sistemática de conocimiento que involucra el reconocimiento y definición de un problema; la compilación de datos a través de la observación y la experimentación; el análisis de datos; la formulación, evaluación y prueba de hipótesis; y cuando es posible, la selección de una hipótesis final.

3.3.150 Cráter de una Explosión. Hueco creado en el punto de origen de una explosión.

3.3.151 Explosión con Cráter. Explosión cuyo punto de origen está perfectamente localizado, como un cráter.

3.3.152 Explosión Secundaria. Explosión que sigue a una explosión inicial y es consecuencia de ella.

3.3.153 Autocalentamiento. Resultado de reacciones exotérmicas que se producen espontáneamente en algunos materiales en determinadas condiciones, que liberan calor en cantidad suficiente para elevar la temperatura del material.

3.3.154 Autoignición. Inicio de la combustión por el calor, sinónimo de *ignición espontánea*.

3.3.155 Temperatura de Autoignición. Temperatura mínima a la que las propiedades de auto calentamiento de un material conducen a la ignición.

3.3.156 Cortocircuito. Conexión anormal de baja resistencia entre conductores normales de un circuito cuya resistencia es normalmente mucho mayor; esta situación produce sobreintensidad, pero no es una sobrecarga.

3.3.157 Lugar del Incidente. Ubicación física general del incidente, incluye la escena y las zonas circundantes que puedan ser significantes para el proceso de investigación.

3.3.158 Humo. Suspensión en el aire de partículas sólidas y líquidas y gases emitidos cuando un material sufre una pirólisis o combustión [318, 2012].

3.3.159 Condensado de humos. Residuo condensado de los productos gaseosos y líquidos de la combustión incompleta.

3.3.160 Explosión de humo. Ver 3.3.16, Contratiro.

3.3.161 Combustión incandescente o sin llama. Combustión sin llama, normalmente con incandescencia y humos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

3.3.162 Hollín. Partículas negras de carbón que se producen en una llama.

3.3.163 Exfoliación (Escamación o Termofractura). Producción de picaduras y grietas en superficies de hormigón o ladrillo.

3.3.164 Chispa. Partícula de material sólido en movimiento que emite energía radiante debido a su temperatura o al proceso de combustión sobre su superficie. [654, 2006]

3.3.165. Peso específico (aire) (densidad de vapor). Relación entre el peso molecular medio de un gas o vapor y el peso molecular medio del aire.

3.3.166. Peso específico (líquido o sólido). Relación entre la masa de un volumen dado de una sustancia y la masa de un volumen igual de agua a una temperatura de 4ºC.

3.3.167 Expoliación. Pérdida, destrucción, o alteración material de un objeto o documento que es una prueba o posible prueba en un procedimiento legal, por parte de una persona que es responsable de su preservación.

3.3.168* Calentamiento espontáneo. Proceso mediante el cual un material aumenta de temperatura sin absorber calor de su alrededor.

3.3.169 Ignición espontánea. Inicio de la combustión de un material mediante una reacción interna, química o biológica, que produce calor suficiente para que el material arda.

3.3.170 Extinción. Conjunto de todos los trabajos realizados para extinguir un fuego desde el momento en que fue detectado.

3.3.171 Combustible objetivo. Un combustible que está sujeto a ignición por la radiación térmica de una llama o una capa de gas caliente.

3.3.172* Temperatura. Intensidad del calor sensible de un cuerpo, medida con un termómetro o aparato similar

3.3.173 Columna Térmica. Ver 3.3.131, Penacho.

3.3.174* Expansión Térmica. Incremento de longitud, volumen o superficie de un cuerpo debido al aumento de temperatura.

3.3.175 Inercia térmica. Propiedades de un material que caracterizan la velocidad de aumento de su temperatura superficial cuando se expone al calor. La inercia térmica depende de la conductividad del material (k), su densidad ( ) y su capacidad calorífica (c).

3.3.176 Termometría. El estudio de la ciencia, metodología y práctica de la medición de temperatura.

3.3.177 Termoplástico. Material plástico que se ablanda y funde cuando se expone al calor y puede alcanzar en estado fluido.

3.3.178 Plásticos termoestables. Materiales plásticos endurecidos para tomar su forma permanente durante el proceso de fabricación y que generalmente no se reblandecen cuando se calientan. Si estos plásticos se queman, normalmente se carbonizan.

3.3.179 Curva de tiempos. Representación gráfica de los acontecimientos en el fuego, mostrados en orden cronológico.

3.3.180 Combustión Total. Escenario del incendio en el que el fuego ha progresado hasta consumir la mayoría de combustibles y extinguirse por falta de éstos o cuando la carga de combustible queda reducida y el incendio se extingue por aplicación de un agente supresor.

3.3.181 Trailer. Combustible, sólido o líquido, usado intencionadamente para propagar o acelerar la propagación de un incendio de un área a otra.

3.3.182 Acuerdo o Entendimiento. Consenso oral o escrito entre las partes interesadas en relación a la gestión de las investigaciones.

3.3.183 Capa Superior. Ver 3.3.27, Capa de Techo.

3.3.184 Vapor. Fase gaseosa de una sustancia que, normalmente, es sólida o líquida a la presión y temperatura normales. (*Véase también 3.3.90 Gas*).

3.3.185 Densidad de Vapor. Ver 3.3.165, Peso Específico (aire) (densidad de vapor).

3.3.186 Venteo. Abertura para el paso o disipación de fluidos, tales como gases, humos, y similares.

3.3.187 Ventilación. Circulación de aire en cualquier sitio debida al viento natural o a la convección por ventiladores que extraen el aire de un edificio a través de orificios de ventilación. Operación de la lucha contra incendios consistente en sacar el humo y el calor de un edificio, abriendo las ventanas y puertas o haciendo agujeros en el techo.

3.3.188 Incendio de ventilación controlada. Incendio cuya velocidad de liberación de calor o crecimiento dependen de la cantidad de aire disponible.

3.3.189 Aireación. Salida de humo y calor a través de las aperturas en un edificio.

3.3.190 Voltio (V). Unidad de presión eléctrica (fuerza electromotriz), representada por el símbolo "E". Un voltio es la diferencia de potencial necesaria para que pase por una resistencia de un ohmio una corriente de un amperio.

3.3.191 Vatio (W). Unidad de potencia, o trabajo por unidad de tiempo. Es igual a un julio por segundo, o el trabajo por unidad de tiempo, representada por la corriente de un amperio bajo el potencial de un voltio.

3.3.192 Plan de Trabajo. Esbozo de las tareas a realizar como parte de la investigación, incluyendo el cronograma para su realización. Ver Capítulo 15, Planificación de la Investigación.

Capítulo 4 Metodología Básica

4.1* Naturaleza de las Investigaciones de Incendios. La investigación de un incendio o explosión es una actividad compleja, que implica destreza, tecnología, conocimientos y ciencia. La recopilación de información sobre los hechos y el análisis de esta información, debe llevarse a cabo de manera objetiva y sincera. La metodología básica de la investigación de un incendio debe basarse en el uso de un enfoque sistemático y en la atención a todos los detalles relevantes. El uso del enfoque sistemático revelará con frecuencia datos nuevos que analizar, que pueden requerir una reconsideración de las conclusiones anteriores. Salvo escasas excepciones, la metodología adecuada para la investigación de un incendio o explosión implica, en primer lugar, determinar y establecer el (los) origen(es), y posteriormente investigar la causa: circunstancias, condiciones, o situaciones que han puesto en contacto al combustible, al foco de ignición y al oxidante.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

4.2 Enfoque sistemático. El enfoque sistemático recomendado se basa en el método científico, el cual se usa en las ciencias físicas. Este método provee la organización y los procesos analíticos, deseables y necesarios para realizar con éxito la investigación de un incendio.

4.3 Relación entre la Investigación de un Incendio y el Método Científico. El método científico (*ver figura 4.3.*) es una principio de investigación que integra la base de los auténticos procesos científicos y de ingeniería, entre ellos la investigación de incidentes de incendio. Se aplica utilizando los siguientes pasos esbozados desde 4.3.2 hasta 4.3.9.

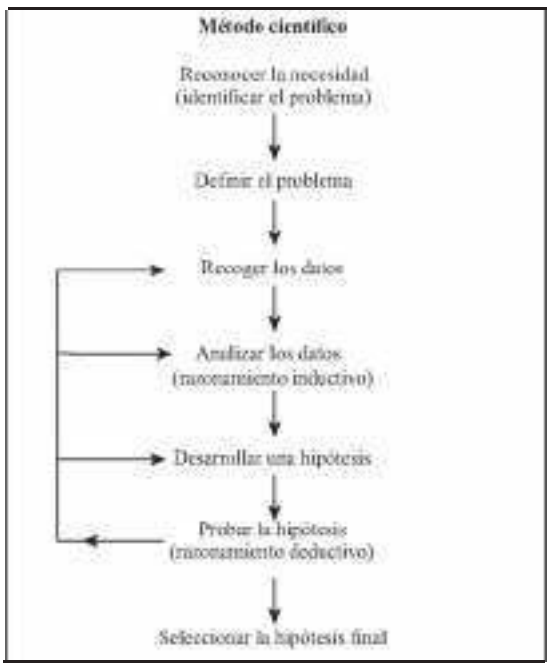


FIGURA 4.3 Uso del Método Científico

4.3.1 Reconocer la necesidad. Primero se debe establecer si existe un problema. En este caso, se ha producido un incendio o explosión y se deberían establecer y clasificar las causas para poder evitar futuros incidentes similares.

4.3.2 Definir el problema. Una vez establecido que existe el problema, el investigador o analista debería definir de qué manera se puede resolver. En nuestro caso, hay que realizar una investigación adecuada de su origen y causa. Esto se hace examinando el lugar de los hechos y mediante la combinación de otros métodos de recogida de datos, tales como la revisión de investigaciones realizadas anteriormente del incidente, la entrevista a testigos u otras personas que tengan conocimiento de los hechos, y los resultados de pruebas científicas.

4.3.3 Recogida de datos. Entonces es el momento de recoger los datos sobre el incidente del incendio. Eso se hace mediante la observación, la experimentación u otros sistemas de recogida directa de los datos. Éstos se llaman datos empíricos porque se basan en la observación o la experiencia y se pueden verificar.

4.3.4* Análisis de la Información. El método científico requiere un análisis de todos los datos recopilados. Esta etapa es esencial y debe realizarse antes de formular la hipótesis final. La identificación, recopilación y catalogado de los datos no es equiparable al análisis de los mismos. Este análisis se basa en el conocimiento, formación, práctica y experiencia del individuo que lo realiza. Si el investigador carece de experiencia para asignar de forma adecuada un significado a cada dato, debe solicitar ayuda. Conocer el significado de los datos disponibles permitirá al investigador formular hipótesis basadas en la evidencia y no en la especulación.

4.3.5* Desarrollo de una Hipótesis (Razonamiento Inductivo). Basándose en el análisis de los datos, el investigador formula una o varias hipótesis para explicar el fenómeno, ya sea la naturaleza del tipo de incendio, su propagación, identificación del origen, secuencia de ignición, causas o responsabilidades. Al proceso se le conoce como razonamiento inductivo. Estas hipótesis deben basarse únicamente en los datos empíricos que el investigador haya recogido mediante observación y con los que realiza una explicación del suceso, que depende fundamentalmente del conocimiento, formación, experiencia y práctica del investigador.

4.3.6* Comprobación de Hipótesis (razonamiento deductivo) El investigador no puede llegar a una conclusión válida o fehaciente, mientras que la hipótesis que ha desarrollado no pueda soportar las pruebas más rigurosas y cuidadosas. La comprobación de una hipótesis se realiza por medio de los principios del razonamiento deductivo, mediante el cual el investigador compara su hipótesis con todos los hechos conocidos así como las ramas del conocimiento científico asociadas con los fenómenos relevantes de un suceso específico. Una hipótesis puede ser demostrada físicamente mediante la realización de experimentos, analíticamente mediante la aplicación de principios científicos aceptados o mediante la referencia a investigaciones científicas. Cuando se apoye en los trabajos de otros, el investigador o analista debe asegurarse de que las condiciones, circunstancias y variables de la investigación y de la hipótesis planteada son suficientemente similares. Siempre que un investigador se apoye en otro trabajo para comprobar su hipótesis, esta debe ser debidamente mencionada y citada. Si la hipótesis es refutada o no se sostiene, esta debe ser descartada, y se deben desarrollar y evaluar nuevas hipótesis. Esto puede implicar la recopilación de nuevos datos, o la reinterpretación de los datos ya recogidos. El proceso de evaluación debe continuar hasta que todas las hipótesis fehacientes han sido comprobadas, hasta que se prueba que una de ellas concuerda de manera única con los datos recogidos y con los principios de la ciencia. Si no hay ninguna hipótesis que pueda soportar el examen del método deductivo, el caso debería ser considerado como indeterminado.

4.3.6.1* Cualquier hipótesis que no puede ser probada ni física ni analíticamente, es una hipótesis incorrecta. Una hipótesis cuyo desarrollo se basa en la ausencia de datos es un ejemplo de hipótesis que no puede ser comprobada. La incapacidad de refutar una hipótesis no significa que dicha hipótesis sea verdadera.

4.3.7 Evitar Presunciones. Hasta que no se hayan recopilado los datos no se puede formular o contrastar una hipótesis razonadamente. Toda investigación de un incidente de incendio o explosión debe enfocarse sin una presunción sobre su origen, secuencia de ignición, causas, propagación o responsabilidades, hasta que el empleo de un método científico conduzca a hipótesis probables.

4.3.8 Tendencia a lo Esperado. La tendencia a lo esperado es un fenómeno bien conocido que sucede en análisis científicos cuando el investigador alcanza una conclusión de forma prematura sin haber

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

examinado o considerado todos los datos relevantes. En lugar de recopilar y examinar toda la información de una forma lógica y no sesgada para alcanzar una conclusión fiable desde el punto de vista científico, el investigador utiliza una determinación prematura en el planteamiento de su proceso de investigación, análisis y, finalmente, de sus conclusiones, de forma que no resulta válido científicamente. El uso de una tendencia a lo esperado en la investigación da lugar a que se empleen únicamente aquellos datos que apoyan la conclusión formada previamente y suele conducir a una falta de interpretación y/o descarte de los datos que no sirven para la opinión original. Los investigadores han de ser extremadamente precavidos para evitar esa tendencia a lo esperado, haciendo un uso apropiado del método científico.

4.3.9* Sesgo en la Confirmación. Diferentes hipótesis pueden ser compatibles con la misma serie de datos. Cuando se usa el método científico, la comprobación de hipótesis debe ser diseñada para refutar hipótesis específicas (falsificación de hipótesis). Los sesgos en la confirmación se producen cuando un investigador trata de probar una hipótesis. Esto puede dar como resultado un fallo que lleve bien a considerar nuevas hipótesis, o a descartar de forma prematura datos aparentemente contradictorios sin una evaluación apropiada. Puede decirse que una hipótesis es válida sólo cuando, a la hora de refutarla, las comprobaciones más rigurosas han fallado.

4.4 Método Básico para la Investigación de un Incendio. La aplicación del método científico en la investigación de la mayoría de los incendios y explosiones, debe suponer los pasos o etapas indicadas en los apartados 4.4.1 a 4.4.6.

4.4.1 Recibir el encargo. Se debe notificar al investigador el incidente, decirle cuál va a ser su papel y qué debe hacer. Por ejemplo, el investigador debería saber si se espera que determine el origen, la causa, y la responsabilidad; producir un informe escrito u oral; prepararse para un pleito criminal o civil; hacer recomendaciones de cumplimiento, elaboración o modificación de códigos; hacer sugerencias a los fabricantes, asociaciones industriales, o actuación de agencias gubernamentales; o determinar algún otro resultado.

4.4.2 Preparar la investigación. El investigador debe hacer un recuento de sus fuerzas y recursos y planificar la ejecución de la investigación. La planificación previa en este momento puede incrementar enormemente la eficiencia y por lo tanto las posibilidades de éxito de toda la investigación. Valorar qué herramientas, equipamiento, y personal (tanto operarios como expertos) serán necesarios, puede hacer que sea más fácil y productiva la investigación inicial de la escena, así como los subsiguientes exámenes y análisis de investigación.

4.4.3 Realización de la Investigación.

4.4.3.1 Durante esta etapa de la investigación se lleva a cabo un examen del lugar del incendio o explosión. El objetivo principal de este examen es recopilar todos los datos disponibles y documentar la escena del incidente. Será realizado por el investigador, quien tomará los datos necesarios para el análisis.

4.4.3.2 La investigación puede incluir diferentes pasos y procedimientos, que se determinarán según el objetivo de la misión. Estos pasos y procedimientos se describen con detalle en otras partes de este documento. La investigación de un incendio o de una explosión puede incluir todos o algunos de los aspectos siguientes: inspección del lugar de los hechos o estudio de la documentación sobre el lugar elaborada previamente por otros; documentación del lugar a través de fotografías y diagramas; reconocimiento, documentación y conservación de las pruebas; entrevistas con los testigos; revisión y análisis de otras investigaciones; e identificación y recogida de datos o informaciones de otras fuentes adecuadas.

4.4.3.3 En toda investigación del lugar de un incidente, se necesita al menos un individuo/organización para efectuar un examen del lugar al objeto de recopilar datos y documentarlos. Aunque es preferible que todos los investigadores posteriores tengan la oportunidad de realizar un examen independiente, en la práctica no siempre está disponible el lugar. El empleo de información recopilada previamente a partir de un escenario correctamente documentado, puede servir en el análisis del accidente para alcanzar conclusiones válidas mediante el uso apropiado del método científico. Por ello, la confianza en los datos recopilados previamente y en la documentación del escenario, no debería considerarse una limitación para la investigación con éxito del incidente.

4.4.3.4 El objetivo de todo investigador es llegar a determinar de forma precisa el origen, la causa, la propagación del incendio y las responsabilidades en el incidente. Una documentación inapropiada del lugar del incidente puede impedir que otras partes interesadas obtengan evidencias importantes. Este posible impedimento subraya la importancia de realizar una documentación y recopilación completa de información sobre el lugar.

4.4.4 Recopilación y Conservación de Pruebas. Hay que saber cuáles son las pruebas físicas importantes, recogerlas adecuadamente y guardarlas para su posterior ensayo y evaluación o su presentación ante los tribunales.

4.4.5 Análisis del Incidente. Todos los datos recopilados y disponibles deberían analizarse utilizando los principios del método científico. Dependiendo de la naturaleza y del alcance de la misión, se establecerán hipótesis y se contrastarán para explicar el origen, la secuencia de la ignición, la propagación del incendio, las causas de los daños o las responsabilidades del incidente.

4.4.6 Conclusiones. Las conclusiones se establecen tras el contraste de las hipótesis. El desarrollo de las conclusiones debería hacerse en conformidad con los principios contenidos en esta guía y las conclusiones deberían informarse adecuadamente.

4.5 Nivel de Certeza. El nivel de certeza es una medida de la Fortaleza con cual alguien mantiene una opinión (conclusion). Las personas pueden mantener una opinión con unos nivel alto o bajo de certeza. Este nivel se determina evaluando la confianza del investigador en los datos, el análisis de los datos y en las pruebas de las hipótesis expuestas. El nivel de certeza puede determinar la aplicación práctica de la opinión, especialmente en procesos legales.

4.5.1 El investigador debería conocer el nivel de certeza requerido para poder expresar opiniones expertas. Los dos niveles comunmente aceptados son probable y posible:

(1) Probable. Este nivel de certeza corresponde con una mayor probabilidad de que sea cierto que no. En este nivel, la posibilidad de que la hipótesis sea cierta es mayor del 50%.
(2) Posible. En este nivel, se puede demostrar que la hipótesis es posible pero no puede considerarse probable. Si hay dos o mas hipótesis con el mismo nivel de probabilidad el nivel de certeza se considerará “posible”.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

4.5.2 Si el nivle de certeza de una opinión es apenas "se sospecha", la opinión no puede calificarse como la opinión de un experto.. Si el nivel es solo "posible", se debería de indicar de forma expresa que la opinión es "posible". Una opinión solo debería manifestarse como razonablemente cierta cuando el nivel de certeza es "probable".

4.5.3 Opiniones Expertas. Muchos tribunales han establecido un umbral de certeza para permitir que un investigador pueda emitir opiniones ante ellos, tales como "Ha demostrado un nivel aceptable de certeza", " un grado razonable de certeza basada en la ciencia y la ingeniería", o "un razonable nivel de credibilidad dentro de mi profesión". Aunque estos terminos pueden ser importantes para la jurisdicción o tribunal al que afectan, definir estos terminos en esos contextos está fuera del objeto de este documento.

4.6 Proceso de Revisión. La revisión por otra persona, de los resultados de los trabajos realizados por el investigador de un incendio (p.e informes, documentación, notas, diagramas, fotos, etc), puede ser de ayuda, pero existen ciertas limitaciones. En esta sección se describen los diferentes tipos de revisiones, el uso correcto de éstas y sus limitaciones.

4.6.1 Revisión Administrativa. Una revisión administrativa se lleva a cabo dentro de la organización para comprobar que el resultado de los trabajos del investigador cumplen con los requisitos de aseguramiento de la calidad de la organización. El revisor deberá determinar si se han seguido todos pasos incluidos en el manual de procedimientos de la organización o requeridos por la política de la agencia y si el fichero incluye la documentación adecuada, también debería incluir una revisión para detector errores gramaticales o tipográficos.

4.6.1.1 Limitaciones de las Revisiones Administrativas. La persona encargada de la revisión administrativa no tiene porque poseer el conocimiento, la destreza y la habilidad del revisor técnico. Como tal, el revisor administrativo puede no ser capaz de dar una critica sustancial de los resultados del trabajo del investigador.

4.6.2 Revisión Técnica. Una revisión técnica puede tener muchos fines. Si se quiere una critica de todos los aspectos del resultado de la investigación, la persona encargada debería estar cualificada y familiarizada con todos los aspectos que un trabajo adecuado de investigación debe incluir, y debería como mínimo, tener acceso a toda la documentación a disposición del investigador cuyo trabajo está siendo revisado. Si solamente se trata de la revisión de aspectos específicos del informe, la persona que vaya a realizar la revisión debería estar cualificada y conocer dichos aspectos y tener como mínimo acceso a toda la documentación relativa a ellos. Una revisión técnica puede usarse como prueba de los diferentes aspectos del informe emitido por la persona que realizó la investigación

4.6.2.1 Limitaciones de las Revisones Técnicas. Aunque una revisión técnica puede añadir un valor significativo a una investigación, los técnicos que realizan estas investigaciones pueden mostrar un interés en el resultado de la revision. La tendencia hacia la confirmación (Intento de confirmar una hipótesis en lugar de desaprobarla), esta dentro de los posibles sesgos (ver 4.3.8). Este tipo de tendencia puede aparecer a causa de relaciones en el trabajo o amistad. Los investigadores encargados de las revisiones de los resultados de un colega deberían esforzarse por mantener un nivel de objetividad profesional.

4.6.3 Revisión entre iguales. Este tipo de revisión se emplea generalmente durante la revisión previa a la publicación de documentos científicos o técnicos y en la selección de solicitudes de subvención en las agencias que proveen fondos para investigación. A la revisión "inter pares" se le reconocen connotaciones de independencia y objetividad. Las persona que hacen las revisiones no deberían tener ningún interés en cual sea el resultado de éstas. El autor no elige a los encargados de la revision, y ésta suele hacerse de forma anónima. El termino revisión entre iguales no debería ser utilizado cuando la revisión del trabajo de un investigador la realizan compañeros de trabajo, supervisores o investigadores de agencias que investigan el mismo incidente. Es mas apropiado considerar este tipo de revisiones como "Revisiones técnicas" tal y como se ha descrito anteriormente.

4.6.3.1 Tanto la metodología como las bases científicas usadas por un investigador estan sujetas a una revisión"entre iguales". Por ejemplo, NFPA 921, es un documento revisado de esta forma, en el cual se describen la metodología y los conocimientos científicos asociados a una correcta investigación de un incendio o una explosion

4.6.3.2 Limitaciones de las revisiones entre iguales. Este tipo de revisiones debería ser realizado por personas con la experiencia necesaria para detectar fallos en las deducciones lógicas y usos inapropiados de metodologías o principios científicos, pero dado que en general no tienen bases para cuestionar los datos manejados por el investigador, es poco probable que puedan detectar errores en la actuación o datos incorrectos. Las conclusión basadas en datos incorrectos es probable que también sean incorrectas. A causa de estas limitaciones, una revisióntécnica adecuada proporcionará los mejores medios para evaluar de forma adecuada la validez de los resultados de una investigación.

4.7 Procedimiento para los Informes. Este procedimiento puede incluir muchos informes orales o escritos, según la responsabilidad específica del investigador. La información pertinente debería mostrarse en un formulario y foro de discusión apropiado para ayudar en la prevención de su repetición.

Capítulo 5 Ciencia Básica del Fuego

5.1 Introducción.

5.1.1* General. Los investigadores especializados en incendios deberían poseer conocimientos de principios como ignición y combustión, y deberían ser capaces de utilizarlos a la hora de identificar e interpretar las evidencias en el escenario de un incendio, y a la hora de desarrollar y comprobar hipótesis, de acuerdo al origen y causas del incendio. Las características principales de ambos conceptos, ignición y combustión, se pueden consultar de forma fácil en múltiples libros de texto. La problemática presentada en este capítulo debe ser entendida como una introducción acerca del tema presentado. Para obtener más detalles, recomendamos a todos los usuarios de esta guía la consulta del material de referencia contenido en los Anexos A y C.

5.1.2 Tetraedro del Fuego. La reacción de combustión se puede caracterizar por cuatro componentes: el combustible, el agente oxidante, el calor y la reacción química en cadena. Estos cuatro componentes se han simbolizado clásicamente mediante una figura geométrica de cuatro caras, denominada tetraedro (*véase fi-*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

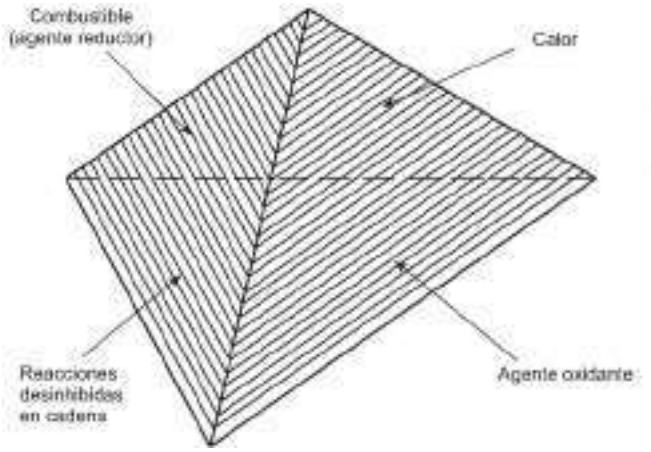


FIGURE 5.1.2 Tetraedro del fuego.

gura 5.1.2). Un fuego se puede evitar o suprimir controlando o eliminando una o más de las caras del tetraedro.

5.1.2.1 Combustible. Un combustible es cualquier sustancia que puede experimentar combustión. La mayoría de los combustibles conocidos son orgánicos, es decir contienen carbono y una combinación de hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en distintas proporciones. Algunos ejemplos son la madera, los plásticos, la gasolina, el alcohol y el gas natural. Los combustibles inorgánicos no contienen carbono. Entre ellos se encuentran los metales combustibles, como el magnesio o el sodio. Toda la materia puede presentarse en uno de estos tres estados: sólido, líquido o gaseoso. El estado en el que se encuentra un material depende de la presión y la temperatura y puede variar si se modifican estas condiciones. Por ejemplo, a temperaturas suficientemente bajas el dióxido de carbono puede ser sólido (hielo seco). El estado normal de un material es aquel que presenta en condiciones normales de temperatura (20ºC ó 68ºF) y 101.6, kPa(14.7 psi), de presión, o 1 atmósfera a nivel del mar.

5.1.2.1.1 La combustión de un combustible sólido o líquido tiene lugar sobre su superficie, en una zona en la que se forman vapores debido al calentamiento de esa superficie. El calor puede proceder de las condiciones ambientales, de la presencia de una fuente de ignición o de la exposición a un incendio existente. La aplicación del calor hace que el combustible libere vapores a la atmósfera, donde pueden arder si se mezclan con el aire y existe una fuente de ignición adecuada, o si se alcanza la temperatura de autoignición del combustible. Sobre la ignición, ver la Sección 5.3.

5.1.2.1.2 Los combustibles gaseosos no requieren que se produzca vaporización o pirólisis antes de la combustión. Sólo son necesarias la mezcla del combustible con aire y la presencia de una fuente de ignición.

5.1.2.1.3 A los efectos de este capítulo, se utiliza el término combustible para describir vapores y gases, más que sólidos.

5.1.2.2 Agente Oxidante. En la mayoría de las situaciones, el agente oxidante o comburente es el oxígeno del aire. Se pueden producir incendios en ausencia del oxígeno atmosférico si los combustibles se mezclan con oxidantes químicos. Muchos oxidantes químicos contienen oxígeno que se libera fácilmente. Por ejemplo, el nitrato amónico fertilizante (NH_4O_3), el nitrato potásico (KNO_3) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2).

5.1.2.2.1 Algunos gases pueden formar mezclas inflamables en atmósferas diferentes a la de oxígeno. Por ejemplo, la mezcla de hidrógeno y cloro gas.

5.1.2.2.2 Toda mezcla de combustible- aire tiene una proporción óptima a la cual la combustión se efectúa con mayor eficacia. Esta proporción de la mezcla es igual o muy próxima a la que en química se denomina mezcla estequiométrica. Cuando la cantidad de aire está equilibrada con la de combustible (es decir, cuando después de la combustión no queda ni combustible ni aire), la combustión se llama estequiométrica. Este hecho se da raramente en los incendios, excepto en los de determinados gases (*Ver 23.8.2.1.*)

5.1.2.3 Calor. La cara del tetraedro correspondiente al calor representa la energía calorífica mínima necesaria para liberar vapores combustibles y causar la ignición. El calor se define normalmente en términos de intensidad o velocidad de calentamiento (kilovatios) o como energía calorífica total recibida durante un tiempo (kilojulios). En un incendio, el calor produce vapores combustibles, causa la ignición y favorece el desarrollo del fuego y la propagación de las llamas, manteniendo un ciclo continuo de producción de combustible e ignición del mismo.

5.1.2.4 Reacción Química en Cadena Autosostenida. La combustión es un conjunto complejo de reacciones químicas que producen la oxidación rápida de un combustible, dando lugar a calor, luz y a distintos subproductos químicos. La oxidación lenta, como la de los metales o el amarilleo del papel de periódicos, produce tan poco calor que no da lugar a combustión. La combustión autosostenida se produce cuando parte del calor procedente de una reacción exotérmica es radiado otra vez hacia el combustible, produce vapores y causa la ignición en ausencia de la fuente original de ignición. Para una explicación más detallada de la ignición, véase la sección 5.7.

5.2* La Química del Fuego.

5.2.1 Generalidades. La química del fuego es el estudio de los procesos químicos que se producen en un fuego, incluyendo los cambios de estado, la descomposición y la combustión.

5.2.2 Cambios de Estado y Descomposición Térmica. La reacción de los combustibles al calor es muy variada. La Figura 5.2.2 ilustra la amplia gama de procesos que pueden darse.

5.2.2.1 Los cambios de estado más relevantes en un fuego son la fusión y la vaporización. En la fusión, el material cambia de sólido a líquido sin ninguna modificación en su estructura química (por ejemplo, la fusión de una vela de cera). En la vaporización, el material pasa de líquido a vapor sin cambiar tampoco su estructura química (por ejemplo, la evaporación de la cera fundida en la mecha, para formar vapor que arde en la llama de la vela).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Los cambios de fase o de estado son procesos reversibles, es decir, enfriando los vapores retornan al estado líquido y los líquidos se solidifican.

5.2.2.2 La descomposición térmica implica cambios irreversibles en la estructura química de un material, debido a los efectos que le provoca el calor (pirólisis). La descomposición térmica de un sólido o un líquido suele producir gases. La madera se descompone formando carbón y vapores, algunos de los cuales son inflamables. Bajo un calentamiento intenso, el poliuretano flexible se descompone generando líquidos y vapores inflamables. En condiciones de calor más moderadas, el poliuretano flexible se descompone carbonizándose y generando gases o vapores inflamables.

5.2.3 Combustión. Las reacciones de la combustión se caracterizan por el tetraedro del fuego (*ver 5.1.2*) y pueden producirse con el combustible y el agente oxidante ya mezclados (combustión de premezcla) o con el combustible y el agente oxidante inicialmente separados (combustión por difusión). Ambas situaciones son importantes en un incendio.

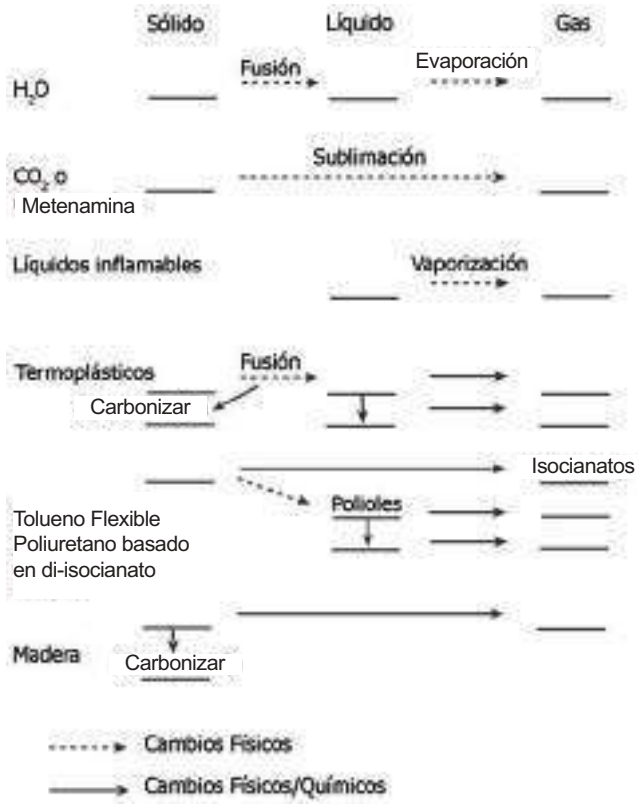


FIGURA 5.2.2 Cambios físicos y químicos producidos durante la descomposición térmica. [*extraído de Beyler and Hirschler (2002).***]**

5.2.3.1 La combustión de premezcla se produce cuando los vapores del combustible se mezclan con el aire en ausencia de una fuente de ignición y se inflaman posteriormente. El gas natural liberado al ambiente y la evaporación de la gasolina, son ejemplos de combustión de premezcla. Si se aplica un foco de ignición a la mezcla combustible-aire, se propaga rápidamente una llama de premezcla a través de todo su volumen. La propagación de esa llama puede ser a modo de deflagración, combustión subsónica, o como una detonación, combustión supersónica. Las velocidades de una deflagración varían normalmente en un rango de cm/sg a m/sg, teniendo en cuenta que pueden alcanzarse valores de cientos de m/sg. Las velocidades de una detonación son del orden de miles de m/sg. A la propagación de la llama de premezcla en un volumen confinado se le suele denominar explosión por combustión.

5.2.3.2 Combustibles Gaseosos. Para que los gases inflamables y vapores de los líquidos inflamables puedan llegar a su punto de inflamación, deben mezclarse con la cantidad suficiente de oxidante (normalmente oxígeno atmosférico) que permita que el produzca la combustión suceda. El porcentaje en volumen de la mezcla de combustible gaseoso y aire, está siempre está dentro de un rango específico, dentro del cual se produce la combustión. Esto es conocido como rango de inflamabilidad o explosividad, de un combustible.

5.2.3.2.1 Rango de Explosividad/ Inflamabilidad. El rango de explosividad o inflamabilidad de un combustible se expresa como el porcentaje en volumen de aire de gas o vapores combustibles.. En este contexto, las palabras "explosivo" e "inflamable" son sinónimas. El rango explosividad o inflamabilidad es exclusivo del combustible involucrado. Cada gas o vapor inflamable tiene su propio rango o límites de inflamabilidad.

5.2.3.2.2 Límite Inferior de Explosividad (Límite Inferior de Inflamabilidad). El porcentaje mínimo en volumen de aire de combustible que puede producir la combustión es el límite inferior de explosividad (LIE) de un material. Una mezcla que está por debajo de su LIE no puede entrar en combustión. Esto se debe a que por debajo del LIE no existen las suficientes moléculas de combustible en la mezcla. En este caso, puede decirse que la mezcla es "demasiado pobre".

5.2.3.2.3 Límite Superior de Explosividad (Límite Superior de Inflamabilidad). También existe un límite superior en el porcentaje en volumen de combustible en el aire en el cual se da una combustión. Este recibe el nombre de límite superior de explosividad (LSE). Esto se debe a que por encima del LSE la combustión no tendrá lugar debido a la insuficiente presencia de moléculas de oxígeno en la mezcla. Esta mezcla puede considerarse como "demasiado rica".

5.2.3.2.4 Por ejemplo, los límites de explosividad inferior y superior del metano son 5% y 15% , respectivamente, en el aire a temperatura ambiente. A concentraciones por debajo del 5% o por encima del 15%, el metano no arderá a temperatura ambiente. En ocasiones, cuando se supera el LSE, ocurre que debido a la difusión, la concentración de gas disminuye, y se produce la combustión. Como consecuencia, las consideraciones relativas al LSE son solo relevantes en el caso de recintos cerrados o en sitios muy próximos a la fuente de combustible antes de que se produzcan niveles significativos de mezcla.

5.2.3.2.5 La diferencia entre los límites superior e inferior se llama rango de explosividad. La amplitud (anchura) del rango de inflamabilidad o explosividad de un material, así como sus LSE y LIE, están entre las propiedades que describen el riesgo de fuego de un material. Por ejemplo, el rango de inflamabilidad del hidrógeno es del 71% (del 4 al 75%). Al considerar el riesgo de in-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

cendio de gases y vapores inflamables, cuanto más bajo sea su LIE, más alto su LSE, y más amplio sea su rango de inflamabilidad o explosividad, mayor será el riesgo de incendio de ese combustible.

5.2.3.3 La combustión con llamas de difusión es el modo normal de combustión sostenida que se presenta en la mayoría de los incendios. Los vapores de combustible y el agente oxidante se encuentran separados y la combustión se desarrolla en la parte donde ambos se juntan. Un ejemplo típico de la llama de difusión es el caso de una vela, en la que cual, la zona de llama luminosa se presenta donde se juntan el aire y los vapores combustibles.

5.2.3.4* Las llamas de difusión únicamente pueden producirse bajo ciertas concentraciones de los componentes. La menor concentración de oxígeno en nitrógeno se denomina índice límite de oxígeno (IOL). Para la mayoría de los vapores combustibles, el IOL se encuentra en el rango comprendido entre un 10 por ciento y un 14 por ciento en volumen a temperaturas ordinarias (Beyler 2002). De forma similar, la corriente de gas combustible puede diluirse con nitrógeno u otro gas inerte hasta un punto en el que no sea posible la combustión. Por ejemplo, el metano diluido con nitrógeno por debajo de un 14 por ciento no arde en condiciones normales de temperatura.

5.2.3.5 Durante la ignición de combustibles líquidos y sólidos es frecuente la transición desde una combustión de premezcla a una combustión con llama de difusión. Por ejemplo, si se aplica una fuente de ignición a un recipiente de gasolina, ésta inflamará la mezcla de vapores y aire presente sobre la superficie del recipiente. Estos vapores se consumen con rapidez y la combustión de los vapores del recipiente de gasolina transcurre con llama de difusión.

5.3* Productos de la Combustión.

5.3.1 Los productos químicos de la combustión pueden variar ampliamente, dependiendo de los combustibles implicados y de la cantidad de aire disponible. La combustión completa de los combustibles hidrocarbonados que contienen sólo hidrógeno y carbono, produce dióxido de carbono y agua. Los materiales que contienen nitrógeno, como la seda, lana y espuma de poliuretano, pueden producir óxidos de nitrógeno o ácido cianhídrico bajo ciertas condiciones de combustión. En la combustión incompleta de la madera se han identificado, literalmente, centenares de productos.

5.3.2 Cuando existe menos aire para la combustión, como en los incendios de ventilación controlada, aumenta la producción de monóxido de carbono así como la de hollín y combustibles sin quemar.

5.3.3 Existen productos de la combustión en los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Las materias sólidas están formadas por cenizas y hollín, que son la parte visible del "humo". La mayoría de los productos de la combustión incompleta se presentan como vapores o gotitas muy pequeñas de alquitrán o aerosoles. Estos vapores y gotas suelen condensar en las superficies que se encuentran más frías que el humo, produciendo marcas de humo que se pueden utilizar para establecer el origen y propagación del fuego. Esas superficies pueden ser las paredes, techos y cristales. Como la condensación de los residuos se produce por la diferencia de temperatura entre la masa del humo y la superficie afectada, la presencia de un depósito es prueba de que el humo afectó a esa superficie, pero la falta de depósitos o la presencia de una línea nítida de demarcación no es prueba de que el humo no haya pasado de allí.

5.3.4 El hollín y los productos asfálticos generalmente se acumulan más sobre las superficies de los azulejos que en cualquier otra, debido a las propiedades de conducción térmica de éstos. Aquellas superficies que permanecen más tiempo frías, son las que tienden a acumular más condensados.

5.3.5 Algunos combustibles, como el alcohol o el gas natural, tienen una combustión muy limpia mientras que otros como el gasóleo o el estireno producen grandes cantidades de humo con hollín, incluso cuando se ejerce un control sobre el combustible.

5.3.6 En general, el humo se considera como un conjunto de productos líquidos, sólidos y gaseosos, consecuencia de una combustión incompleta.

5.3.7 El color del humo no es siempre un indicador de cual es el producto que está ardiendo. Aunque el humo producido por un incendio de madera bien ventilado y controlado es de color claro o gris, el mismo combustible, en condiciones de bajo contenido de oxigeno o en condiciones de ventilación controlada en un incendio producido tras una situación de "flashover", puede ser obscure e incluso negro. El humor de color negro también puede ser consecuencia de la combustión de otros materiales, incluyendo plásticos o líquidos

5.3.8 La acción de la lucha contra el fuego también puede tener efecto sobre el color del humo producido. La aplicación de agua puede producir grandes volúmenes de vapor condensado que será blanco o gris si se mezcla con el humo negro del fuego. Este hecho es observado con frecuencia por los testigos en el lugar de los hechos, malinterpretándolo y suponiendo que arde un combustible diferente.

5.3.9 Por lo general, el humo se produce en menor cantidad en las primeras fases del incendio, pero aumenta mucho al inicio de la combustión súbita generalizada, si ésta se produce.

5.4* Movimiento de Humos y Gases.

5.4.1 Generalidades. El desplazamiento de los humos y gases puede deberse a fuerzas mecánicas (por ejemplo, ventiladores) o a los movimientos de convección generados por la diferencia de temperaturas. En los incendios, son estas fuerzas de convección las más significantes en la mayoría de los casos. Los flujos de convección importantes de un incendio ocasionan penachos de gases por encima de los objetos en combustión, un desplazamiento de gases a la altura del techo cuando el penacho choca con él y un movimiento de gases calientes hacia el exterior, a través de ventanas y puertas (flujos de ventilación).

5.4.2 Flujos de convección. Los movimientos por convección se producen debido a que los gases calientes son menos densos que los fríos. Esta diferencia de densidad provoca su elevación de la misma forma que lo hace un globo de aire caliente.

5.4.3 Penachos. Los gases calientes generados en un incendio se elevan sobre la fuente del incendio generando una columna de gases calientes ó penacho. A medida que estos gases calientes ascienden, se mezclan e incorporan aire del entorno, de forma que el flujo de gases en el penacho aumenta con la altura sobre el incendio, a la vez que disminuye su temperatura debido a la entrada de aire. Esta incorporación de aire al penacho de gases ocasiona un aumento de su diámetro a medida que asciende.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

5.4.4 Chorro fluido de techo (Ceiling Jet). Cuando el penacho de gases calientes alcanza el techo de un recinto, estos chocan contra la superficie del mismo desplazándose lateralmente. Los gases fluyen a lo largo del techo hasta que encuentran un obstáculo vertical, por ejemplo una pared. Este flujo de gases calientes a la altura del techo es, por lo general, el responsable de la activación de los detectores y rociadores automáticos instalados en los techos.

5.4.5 Flujo de ventilación. El movimiento por convección de los gases procedentes de un incendio en un recinto cerrado ocasiona un flujo hacia el interior y exterior de dicho recinto a través de sus aberturas. En el caso de un incendio en un recinto con una sola abertura, los gases calientes escaparán a través de la parte superior de la abertura, mientras que el aire fresco se introducirá por la parte inferior de la misma.

5.5* Transferencia de Calor.

5.5.1 Generalidades. La transferencia de calor se define como el transporte de energía calorífica desde un punto a otro, debido a la diferencia de temperatura existente entre ambos puntos. La cantidad de energía transferida por unidad de superficie (denominada flujo calorífico) se expresa normalmente en kW/m^2. Esta transferencia de calor es un factor importante en los incendios que afecta a la ignición, desarrollo, propagación, disminución (reducción de la energía liberada) y extinción del mismo. La transmisión de calor es además responsable de gran parte de las pruebas físicas que utilizan los investigadores cuando tratan de establecer el origen y causa de un incendio.

5.5.1.1 Es importante distinguir entre calor y temperatura. La temperatura es una medida que expresa el grado de actividad molecular de un material en comparación con un punto de referencia, como el de congelación del agua. El calor es la energía necesaria para mantener o variar la temperatura de un objeto. Cuando se transmite energía calorífica a un objeto, su temperatura aumenta. Cuando ese objeto transmite calor, su temperatura disminuye,

5.5.1.2 Al menos que intervengan fuerzas externas, el calor se transmite siempre desde una masa a alta temperatura a otra a baja temperatura. La transmisión de calor se mide en términos de cantidad de energía por unidad de tiempo (Btu/s o kilovatios). Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre los objetos, mayor energía se transmite por unidad de tiempo y mayor es la velocidad de transmisión de calor. La temperatura se puede comparar a la presión de una manguera contra incendios y la transmisión de calor o energía, al agua que circula en litros por minuto.

5.5.1.3 La transmisión de calor se realiza mediante tres mecanismos: conducción, convección y radiación. Los tres desempeñan un papel importante en la investigación de un incendio, por lo que es necesario saber lo que significa cada uno.

5.5.2 Conducción. La conducción es la forma de transmisión de calor que tiene lugar en los sólidos cuando se calienta una parte de un objeto. La energía se transmite desde la zona caliente hasta la que no lo está, a una velocidad que depende de la diferencia de temperatura y de su conductividad térmica (k). La conductividad térmica (k) de un material es la medida de la cantidad de calor que circulará a través de una unidad de área con un gradiente de temperatura de un grado por unidad de longitud (W/m-K, Btu/hr-pie-°F). La capacidad calorífica (calor específico) de un material es la medida de la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa 1 grado, bajo condiciones específicas (J/kg-K, Btu/lb-°F).

5.5.2.1 Si la conductividad térmica (k) es alta, también lo es la velocidad de transmisión de calor a través del material. Los metales tienen una alta conductividad térmica (k), mientras que los plásticos o el vidrio la tienen. Los materiales de alta densidad conducen el calor con más rapidez que los de menor densidad. Por eso, los materiales de baja densidad son buenos aislantes y del mismo modo, los materiales con gran capacidad calorífica (c) requieren más energía para aumentar su temperatura que los de baja capacidad calorífica.

5.5.2.2* Cuando una parte de un sólido se expone a temperatura elevada y otra parte del mismo a temperatura más baja, se produce una transferencia de energía interna desde las zonas de mayor temperatura a las de temperatura inferior. Inicialmente, la energía calorífica que se desplaza a través del sólido elevará la temperatura de todos los puntos hasta un valor comprendido entre el máximo y el mínimo. Cuando la temperatura de todos los puntos interiores deje de aumentar, se dice que la transferencia de calor ha alcanzado un estado térmico estacionario. Durante este estado estacionario, que raras veces se produce en un escenario de incendio, la propiedad que domina la transferencia de calor es la conductividad térmica (k). La Figura 5.5.2.2 muestra la temperatura máxima superficial alcanzable en estado estacionario, en función del flujo de radiación incidente. Aunque el tiempo necesario para alcanzar estas temperaturas de estado estacionario puede no ser realista, la gráfica ilustra la temperatura superficial máxima posible para un determinado flujo de radiación.

5.5.2.3 Inercia Térmica. Durante el calentamiento pasajero, una condición más común, se produce un cambio en la velocidad de transferencia de calor y en la temperatura. Durante este período, las tres propiedades—conductividad térmica (k), densidad (ρ), y capacidad calorífica (c) — juegan una función. La multiplicación matemática de estas propiedades da lugar a lo que se denomina *inercia térmica*, $k\rho c$, de un material.

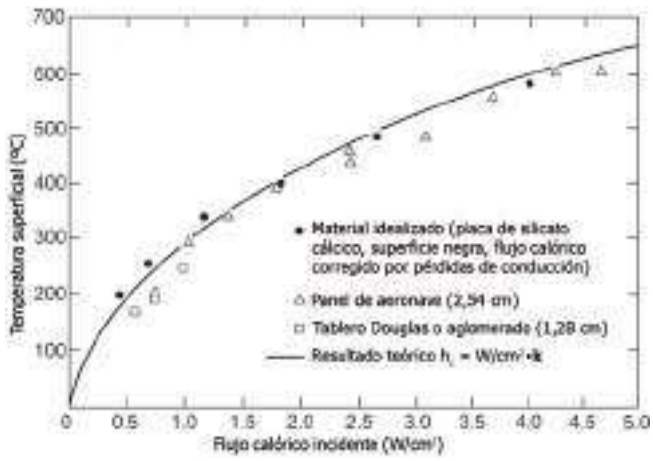


FIGURA 5.5.2.2 Temperaturas Superficiales Máximas alcanzadas por un Flujo de Radiación de Estado Estacionario a Temperatura Ambiente Normal [20°C (68°F)].

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Esta inercia térmica mide la facilidad con la que aumenta la temperatura superficial de un material cuando se transmite el calor por su interior. Los materiales de baja densidad, como la espuma de poliuretano, poseen una inercia térmica baja, por lo que su temperatura superficial aumenta rápidamente cuando se expone a un flujo de calor. Por el contrario, los metales tienen una inercia térmica elevada debido a su alta conductividad térmica y densidad. De esta forma, cuando un objeto metálico se expone a una llama, la temperatura de su superficie aumenta relativamente despacio comparado con la de un material plástico o de madera. La Tabla 5.5.2.3 aporta información al respecto sobre materiales comunes a temperatura ambiente. Las propiedades térmicas dependen, por lo general, de la temperatura.

5.5.2.4 La influencia de la inercia térmica sobre la temperatura superficial de un material denso se produce fundamentalmente durante el período en el que ésta aumenta. Finalmente, cuando el material alcanza una temperatura estacionaria, los efectos de la densidad (ρ) y de la capacidad calorífica (c) se hacen insignificantes en relación a la conductividad térmica. Por lo tanto, la inercia térmica de un material es lo más importante al inicio y primeras etapas de un incendio.

5.5.2.5 El efecto de la conducción de calor a través de un material es un aspecto importante de la ignición. La inercia térmica determina con qué velocidad aumentará la temperatura de su superficie. Cuanto menor sea la inercia térmica del material, más rápido será el aumento de la temperatura en su superficie.

5.5.2.6 La conducción es también un mecanismo de propagación del incendio. El calor conducido a través de una pared o a lo largo de una tubería o viga metálica puede causar la ignición de los combustibles que estén en contacto con esos metales. Los materiales térmicamente finos son aquellos que lo son también físicamente o que poseen una conductividad térmica muy elevada. Durante el calentamiento, todo el espesor del material se encuentra aproximadamente a la misma temperatura. La velocidad de aumento de la temperatura depende de la masa térmica del material, que es la masa por unidad de área multiplicada por su capacidad calorífica. Sometidos a la misma fuente de calor, una cortina fina se calentará más rápidamente que un tejido grueso. Este efecto ejerce un impacto directo sobre su facilidad de ignición y sobre la propagación de la llamas.

5.5.3 Convección. La convección es la transmisión de energía calorífica por el movimiento de líquidos o gases calientes desde la fuente de calor a una parte más fría de su entorno. En la mayoría de los casos, la convección está presente en todo ambiente en el que existan diferencias de temperaturas, aunque en algunas ocasiones puede darse una condición estable-estratificada en la que no se produce movimiento alguno de fluido.

5.5.3.1 El calor se transmite por convección a un sólido cuando pasan gases calientes sobre sus superficies más frías. La velocidad de transmisión de calor en un sólido depende de la diferencia de temperatura entre los gases calientes y la superficie del material, de la inercia térmica del mismo, del área de la superficie expuesta a los gases calientes y de la velocidad de estos gases. Cuanto mayor sea la velocidad de los gases, mayor será la transmisión por convección. Puesto que las llamas son en sí gases calientes, el contacto con las llamas implica también una transferencia de calor por convección.

5.5.3.2 En las primeras fases de un incendio, la convección desempeña un papel importante en el calentamiento de las superficies expuestas a los gases calientes. A medida que la temperatura de la habitación aumenta, la convección continúa, pero la acción de la radiación aumenta rápidamente y se convierte en el mecanismo de transmisión del calor dominante.

Tabla 5.5.2.3 Propiedades Térmicas de Algunos Materiales

Material	Conductividad térmica (k) (W/m-K)	Densidad (ρ) (kg/m^3)	Capacidad calorífica (c) (J/kg-K)	Inercia Térmica ($k\rho c$) (W^2 · s/k^2 m^4)
Cobre	387	8940	380	1.31E+09
Hormigón	0.8–1.4	1900–2300	880	1.34E+06–2.83E+06
Capa de Yeso	0.48	1440	840	5.81E+05
Roble	0.17	800	2380	3.24E+05
Pino (amarillo)	0.14	640	2850	2.55E+05
Polietileno	0.35	940	1900	6.25E+05
Poliestireno (rígido)	0.11	1100	1200	1.45E+05
PVC	0.16	1400	1050	2.35E+05
Poliuretano*	0.034	20	1400	9.52E+02

* Estos valores y propiedades cambian con la temperatura. *Extraido de*: Drysdale (1999).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

5.5.3.3 La transferencia de calor por convección puede producirse por medio de dos mecanismos: convección natural, o convección forzada. En la convección forzada, la velocidad del gas sobre el material se debe a un elemento externo (por ejemplo, un ventilador). En la convección natural, la velocidad del flujo del gas sobre el material es el resultado de flujos asociados a la diferencia de temperatura entre la superficie y el gas. La transferencia de calor desde una fuente caliente en un ambiente en reposo se produce por convección natural. La pluma de gas caliente se produce como consecuencia de la alta temperatura de la superficie con relación al ambiente.

5.5.4 Radiación. La radiación es la transmisión de energía calorífica desde una superficie o gas caliente, el radiante, a un material más frío, el objetivo, mediante ondas electromagnéticas sin que haya un medio entre uno y otro. Por ejemplo, la energía calorífica del sol se irradia a la tierra a través del espacio vacío. La energía radiante se puede transmitir sólo en línea recta y se reduce o bloquea si hay presencia de obstáculos. Estos obstáculos no bloquean necesariamente todo el calor radiante. Por ejemplo, algunos tipos de cristales lo reducen del orden del 50 por 100. Los elementos radiantes y los objetivos no son únicamente sólidos, también pueden ser líquidos y gases. Por ejemplo, el humo y los gases calientes que se acumulan al nivel del techo en un recinto cerrado son la fuente del calor de radiación que puede inflamar algunos materiales.

5.5.4.1 La cantidad de calor transmitido desde un material radiante es proporcional a la temperatura absoluta del mismo elevada a la cuarta potencia. Por ejemplo, al duplicar la temperatura absoluta de un material radiante, la radiación se incrementará 16 veces. La Figura 5.5.4.1 ilustra esta relación. Puesto que todos los materiales emiten energía radiante proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta, la radiación de calor neta entre dos materiales separados es proporcional a la diferencia de sus temperaturas elevadas a la cuarta potencia. Estas temperaturas absolutas se expresan en grados Kelvin (°C + 273).

5.5.4.2 La velocidad de transmisión del calor se ve también muy afectada por la distancia entre el elemento radiante y el cuerpo frío. Si aumenta la distancia, la cantidad de energía que incide por cantidad de superficie disminuye en proporción tanto al tamaño de la fuente radiante como a la distancia hasta ella. Por ejemplo, cuando se duplica la distancia entre el radiante y el objetivo, la cantidad neta de calor radiante transferido puede que no cambie significativamente o puede descender tan solo un cuarto de su valor original, dependiendo del tamaño del elemento radiante respecto a la distancia implicada. En la Tabla 5.5.4.2 se aporta información general sobre los efectos del flujo de calor por radiación.

5.5.5* Termometría. La Termometría es el estudio de la ciencia, metodología y práctica para la medición de temperaturas. Aunque la Termometría, salvo excepciones, no es normalmente necesaria en la escena de un fuego, si se utiliza frecuentemente durante los análisis, o en aquellos en que casos en que para el cumplimiento de los códigos o medidas de protección contra incendios se requiera usar las fórmulas físicas o termodinámicas.

5.5.5.1 Existen multitud de sistemas para medir la temperatura y el calor o frio relativos de una substancia. Estos sistemas pueden clasificarse en dos categorías: escalas empíricas de temperatura, y escalas de termodinámicas de temperatura.

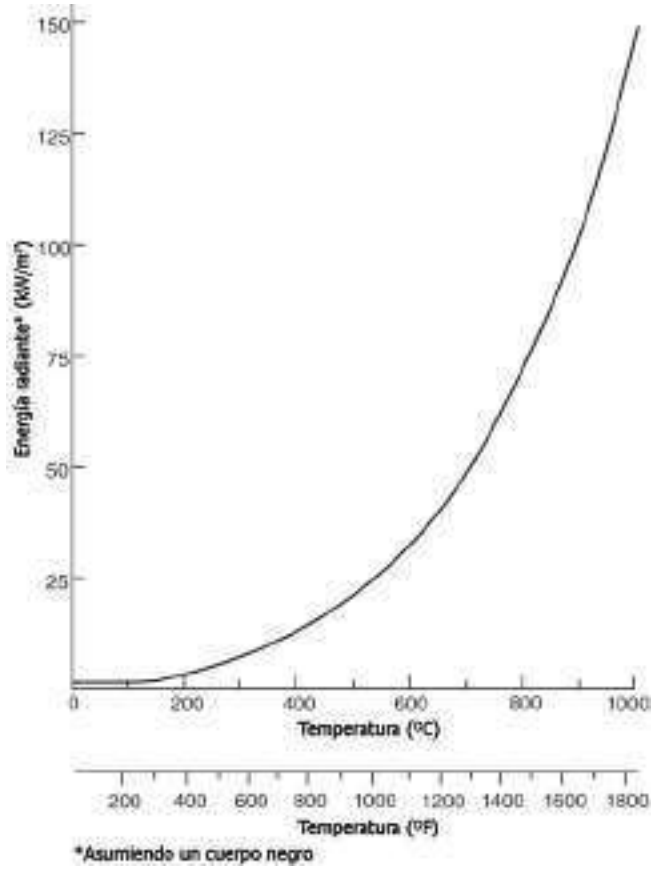


FIGURA 5.5.4.1 Relación entre Radiación y Temperatura

5.5.5.2 Escalas Empíricas de Temperatura. Las escalas Fahrenheit y Celsius (grados centígrados), son las más conocidas de entre las escalas empíricas de temperatura. El valor de un grado de temperatura en cada uno de estos sistemas, se basa en la temperatura relativa a la cual el agua comienza a hervir o a congelarse, así como la comparación de otros valores empíricos.

5.5.5.2.1 Fahrenheit. La escala Fahrenheit se basa en 180 grados la diferencia de temperaturas entre los puntos de congelación y ebullición del agua. Dentro de la escala Fahrenheit, el agua se congela a 32 grados Fahrenheit, y entra en ebullición a los 212 grados Fahrenheit. La temperatura de cero absoluto es de - 459.67 grados Fahrenheit.

5.5.5.2.2 Grados Celsius (Grados Centígrados). La escala de grados Celsius o grados Centígrados se basa en que el punto de congelación del agua se produce a los 0 grados Celsius, mientras que el punto de ebullición se alcanza a los 100 grados Celsius. El cero absoluto es -273.15 grados Celsius.

5.5.5.2.2.1 Las escalas Celsius y Kelvin son unidades del Sistema Internacional (SI).

5.5.5.3 Escalas Termodinámicas de Temperatura (Absolutas). Las escalas termodinámicas de temperatura se basan en la temperatura más baja posible, el cero absoluto, y por eso se llaman escalas absolutas de temperatura. La definición más sencilla de cero absoluto es: La temperatura teórica más baja que puede darse, ca-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 5.5.4.2 Efectos del Flujo de Calor Radiante

Flujo de Calor Radiante Aproximado (kW/m^2)	Comentario o Efecto Observado
170	Flujo de calor máximo medido normalmente en un recinto después de un incendio súbito generalizado (flashover).
80	Flujo de calor para vestuario de protección en el Ensayo de Comportamiento de Protección Térmica (TPP)[a]
52	La fibra de vidrio se inflama espontáneamente después de 5 segundos.[b]
29	La madera se inflama espontáneamente después de una exposición prolongada.[b]
20	Flujo de calor en el suelo de un cuarto de estar al inicio de un incendio súbito generalizado (flashover). [c]
20	La piel humana experimenta dolor con una exposición de 2 segundos y quemaduras de segundo grado con 6 segundos de exposición. [d]
15	La piel humana experimenta dolor con una exposición de 3 segundos y quemaduras de segundo grado con 6 segundos de exposición. [d]
12.5	Los destilados de la madera se inflaman con una exposición prolongada.[e]
10	La piel humana experimenta dolor con una exposición de 5 segundos y quemaduras de segundo grado con 10 segundos de exposición. [d]
5	La piel humana experimenta dolor con una exposición de 13 segundos y quemaduras de segundo grado con 29 segundos de exposición. [d]
2.5	La piel humana experimenta dolor con una exposición de 33 segundos y quemaduras de segundo grado con 79 segundos de exposición. [d]
2.5	Exposición común a la radiación térmica durante la extinción. [f] Este nivel energético puede ocasionar quemaduras con una exposición prolongada.
1.0	Radiación solar constante en un día claro de verano. [g]

Nota: La unidad kW/m^2 define la cantidad de energía o flujo calorífico que impacta sobre la superficie conocida de un objeto. La unidad kW representa 1000 vatios de energía y la unidad m^2 representa el área superficial de un cuadrado de 1 m de lado. Por ejemplo, 1.4 kW/m^2 representa 1.4 multiplicado por 1000 e igual a 1400 vatios de energía. Este área superficial puede ser de la piel humana o de cualquier otro material.

[a] De NFPA 1971, Estándar sobre Elementos de Protección para Aproximación y Extinción de Incendios de Estructuras, *Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting*.

[b] De Lawson, "Incendio y Bomba Atómica", "Fire and Atomic Bomb."

[c] De Fang and Breese, "Desarrollo del Incendio en Habitaciones de Sótanos de Edificios Residenciales", "Fire Development in Residential Basement Rooms."

[d] De Society of Fire Protection Engineering Guide: "Predicción de Quemaduras de 1º y 2º grado por Radiación Térmica", "Predicting 1st and 2nd Degree Skin Burns from Thermal Radiation," Marzo 2000.

[e] De Lawson y Simms,"Ignición de la Madera por Radiación", "The Ignition of Wood by Radiation," pag. 288–292.

[f] De U.S. Fire Administration, "Estándares Mínimos de Equipos y Ropa de Protección para Incendios de Edificios", "Minimum Standards on Structural Fire Fighting Protective Clothing and Equipment," 1997.

[g] *SFPE Manual de Ingeniería de Protección Contra Incendios, Handbook of Fire Protection Engineering*, 2ª edición. NFPA, Quincy MA

racterizada por la ausencia de calor y movimiento de moléculas. Las escalas termodinámicas de temperatura se diferencian de las escalas empíricas en que estás se basan en las leyes fundamentales de la termodinámica o en mecanismos estadísticos, en lugar de basar su escala en las propiedades del agua. Cuando se miden temperaturas absolutas en el SI se utilizan grados Kelvin (símbolo: K). En muchas de las disciplinas técnicas de los EE.UU., sin embargo, miden la temperatura termodinámica usando la escala Rankine (símbolo: R).

5.5.5.3.1 Kelvin. Un grado Kelvin de temperatura es igual que un grado Celsius, pero la escala Kelvin comienza con el cero absoluto (0 grados Kelvin), y el agua comienza a congelarse a 273.15 grados Kelvin.

5.5.5.3.2 Rankine. La escala Rankine usa intervalos como los utilizados por la escala Fahrenheit, pero la escala comienza en el cero absoluto (0 grados Rankine), de forma que el punto de congelación del agua es de 491.67 grados Rankine.

5.5.5.3.3 La escala de los grados Fahrenheit o Rankine es menor que la perteneciente a los grados Celsius o Kelvin. Las fórmulas de conversión entre las distintas escalas de medición de temperatura se incluyen en la tabla 5.5.5.3.3.

5.5.5.3.4* La mayoría de los cálculos científicos relacionados con el fuego, en los que se incluye la temperatura, requieren el uso de grados absolutos.

Table 5.5.5.3.3 Conversión Entre Diferentes Escalas de Temperatura

Para convertir entre temperaturas Fahrenheit, Celsius, Rankine, y Kelvin, se usan las fórmulas siguientes:	
De Fahrenheit a Celsius:	$°C = 5⁄9 (°F - 32)$
De Celsius a Fahrenheit:	$°F = (9⁄5 °C) + 32$
De Fahrenheit a Rankine:	$R = °F + 460$
De Rankine a Fahrenheit:	$°F = R - 460$
De Fahrenheit a Kelvin:	$K = 5⁄9 (°F - 32) - 273$
De Kelvin a Fahrenheit:	$°F = 9⁄5 (K - 273) + 32$
De Celsius a Kelvin:	$K = °C - 273$
De Kelvin a Celsius:	$°C = K + 273$
De Celsius a Rankine:	$R = 9⁄5 °C + 492$
De Rankine a Celsius:	$°C = 5⁄9 (R - 492)$
De Rankine a Kelvin:	$K = 5⁄9 R$
De Kelvin a Rankine:	$R = 9⁄5 K$

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

5.6* Carga de Fuego, Grupos de Combustibles y Propiedades de las Llamas. Esta sección trata las propiedades de materiales combustibles y grupos de estos.

5.6.1 Carga de Fuego.

5.6.1.1 El término *carga de fuego* se emplea para describir la cantidad de material combustible presente, normalmente dentro de un recinto. Por ejemplo, una habitación que esté llena de estanterías con informes almacenados en cajas de cartón, se dice que es un recinto con carga de fuego elevada. Se expresa normalmente en términos de masa equivalente de combustible (kg o lb) o de energía potencial de combustión (MJ) asociada a la masa de combustible.

5.6.1.2 La energía potencial de combustión se determina multiplicando la masa de combustible por el calor de combustión del mismo. Los calores de combustión suelen variar entre 10 y 45 MJ/kg. Aunque la carga de fuego total de un recinto es una medida del calor total generado si ardieran todos los combustibles de su interior, no determina la rapidez con la que se desarrollará el incendio una vez que se inicie. La carga de fuego de un recinto puede emplearse, junto con el tamaño de las aberturas, para determinar la duración de un incendio totalmente desarrollado.

5.6.1.3 El término *densidad de carga de fuego* es la energía de combustión potencial emitida por unidad de superficie de suelo del recinto [MJ/m^2 (Btu/ft^2)] o la masa de combustibles por unidad de superficie del suelo [kg/m^2 (lb/ft^2)]. Las densidades de carga de fuego suelen estar asociadas a determinadas estancias en particular y se emplean para definir las características de los contenidos del recinto. La carga de fuego de un recinto se determina multiplicando su densidad de carga de fuego por la superficie del suelo.

5.6.2 Elementos Combustibles y Grupos de Combustibles.

5.6.2.1 Un objeto combustible es todo aquel que es susceptible de arder. Un paquete (o carga) combustible es un grupo o conjunto de objetos combustibles, situados unos junto a los otros, de tal manera que las llamas pueden extenderse con facilidad por todo el conjunto. Un objeto combustible individual sería aquél que se encuentra separado de otros objetos combustibles. Una silla sola, situada aparte de otros combustibles, sería un ejemplo de objeto combustible individual. Los paquetes combustibles se identifican en general por la separación existente entre ellos. Entre eloos pueden incluirse los siguientes

(1) Un grupo de puestos de trabajo, separados de otros grupos por pasillos.
(2) Un conjunto de mobiliario muy próximo a otro, separado de otros por un espacio.
(3) Una estantería doble en un almacén, separada de otras estanterías por los pasillos.
(4) Una máquina elevadora con un palé de mercancías, alejado de otros combustibles.

5.6.2.2 La propagación de un incendio desde un grupo de combustibles a otro se produce normalmente debido a la ignición por el calor de radiación.

5.6.3 Velocidad de Desprendimiento de Calor.

5.6.3.1 General. La carga total de material combustible de una habitación no tiene relación con la tasa de crecimiento de un incendio durante la fase "pre-flashover". Durante este período de su desarrollo, la tasa de crecimiento del fuego está determinada por la Tasa de Emisión de Calor (TEC) de específica de cada combustible. La TEC describe como se libera la energía disponible en un material o grupo de materiales. Esta cantidad determina la potencia o tasa de liberación de energía de un incendio [Vatios (julios por segundo) o kilovatios], y es una medida cuantitativa de su tamaño. Una curva TEC genérica se caracteriza por una fase inicial de crecimiento, un periodo de combustión constante y una fase descendente tal como se muestra en la figuras 5.6.3.1(a) a Figura 5.6.3.1(c) . La ecuación 5.6.3.1 puede ser utilizada para calcular la tasa de liberación de calor de un objeto ardiendo. El calor de combustión es una propiedad de los materiales, y por tanto es constante para cada combustible. Generalmente, los valores específicos de cada uno de los combustibles se pueden obtener en la bibliografía sobre el tema. La carga total de fuego de un combustible depende de varios factores, como son el área expuesta, el tipo de combustible y su configuración. Los valores obtenidos durante el período de combustión constante de varios combustibles, se pueden obtener en la bibliografía que incluida a continuación de la tabla **5.3.6.1**. El valor más alto obtenido en la medición de una TEC se denomina *pico de liberación de calor*. En la tabla **5.3.6.1**, se incluyen los valores de picos de liberación de calor de los materiales más representativos. Estos valores deberían sólo ser considerados representativos a efectos de comparación. Los objetos, con la misma función (p.e. sofás) pueden tener diferencias significativas en sus respectivas TEC. La mejor manera de determinar la tasa de liberación de calor de un objeto combustible determinado es realizar un ensayo. La tasa de liberación de calor generalmente se incrementa durante el período de crecimiento, como resultado de la propagación de las llamas sobre los combustibles. El pico correspondiente al período de liberación constante de calor se caracteriza por la propagación completa a lo largo de toda la superficie del combustible. La fase descendente refleja la reducción del material y de la superficie combustible, o cualquier otro tipo de interrupción de la reacción en cadena, tales como el consumo del oxígeno disponible o la realización de actividades de extinción. El comienzo, duración y severidad de cada fase, depende de gran variedad de facto-

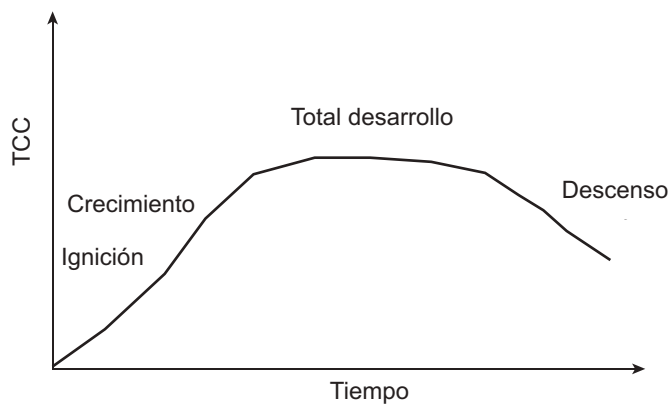


FIGURA 5.6.3.1(a) Curva TEC ideal de un fuego controlado.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

res, como pueden ser el flujo de calor que incide sobre el objeto ardiendo, las propiedades físicas y químicas del combustible, el área expuesta del combustible, el substrato sobre el que el combustible está ardiendo, y si este está ardiendo dentro de un entorno cerrado.

$$\dot{Q} = \dot{m}\Delta H_c \qquad \textbf{[5.3.6.1]}$$

Donde:

$\dot{Q}$ = tasa de liberación de calor (kW)

$\dot{m}$= carga de fuego de un combustible (kg/s)

ΔH_c= calor de combustión de un material (kJ/kg)

5.6.3.2* Fuegos en espacios cerrados. La cantidad total de combustible en un espacio cerrado no tiene relación con la tasa de crecimiento de un incendio durante la fase de "preflashover". Durante este período de su desarrollo, la tasa de crecimiento del fuego está determinada por la Tasa de Emisión de Calor (TEC) de específica de cada combustible. En un incendio confinado, a medida que otros objetos se van incendiando, su TEC individual se combina para dar lugar a la TEC del recinto. Los ensayos para medir la TEC de un objeto o paquete combustible, suelen realizarse en un espacio abierto, donde no existen los efectos de la radiación que se producen en un espacio cerrado. Sin embargo, cuando un combustible es expuesto al calor de radiación, como la que puede llegar de la parte superior del recinto, se puede incrementar de forma significativa el valor te TEC del objeto, comparado con el obtenido en un espacio abierto. Los dos factores principales que inciden en la TEC de un objeto ardiendo en un espacio cerrado, son la radiación de calor desde las zonas circundantes

Tabla 5.6.3.1 Ejemplos de Tasas de picos de emisión de calor (Incendios no confinados)

Combustible	Peso		Valor Máximo HRR (kW)
	kg	lb	
Papelera, pequeña	0.7–1.4	1.5–3	4–50
Con una mezcla de desechos de plástico y papel	2.5	7.5	140–350
Colchones de algodón	12–13	26–29	40–970
Televisor	31–33	69–72	120 hasta 1500
Bolsas de basura de plástico/ con papel	1.2–14	2.6–31	120–350
Sala de espera de PVC con estructura metálica	15	34	270
Silla tapizada con algodón	18–32	39–70	290–370
Gasolina/keroseno derrame de 0.2 m^2 (2 ft^2)	19	42	400
Árboles de navidad, secos	6–20	13–44	3000–5000
Colchón de poliuretano	3–14	7–31	810–2630
Silla tapizada con poliuretano	12–28	27–61	1350–1990
Sofá de poliuretano	51	113	3120
Guardarropa de madera	70–121	154–267	1900–6400

Fuentes: Los datos proceden de las siguientes publicaciones:

Babrauskas, V., "Velocidades de Desprendimiento de Calor" en *SFPE Manual de Ingeniería de Protección contra Incendios, Handbook of Fire Protection Engineering*, 3ª ed., National Fire Protection Assn., Quincy MA (2002).

Babrauskas, V. and Krasny, J. (1985) Comportamiento del Fuego en Mobiliario Tapizado, *Fire Behavior of Upholstered Furniture.*, NBS Monograph 173 Fire Behavior of Upholstered Furniture, National Bureau of Standards, Gaithersburg MD

Lee, B.T. (1985), *Velocidades de Desprendimiento de Calor Características de Elementos Combustibles en Centrales Nucleares, Heat Release Rate Characteristics of Some Combustible Fuel Sources in Nuclear Power Plants,* NBSIR 85-3195, National Bureau of Standards, Gaithersburg MD

NFPA 72, Código Nacional de Alarmas de Incendio, National Fire Alarm Code, edición 1999., Anexo B.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

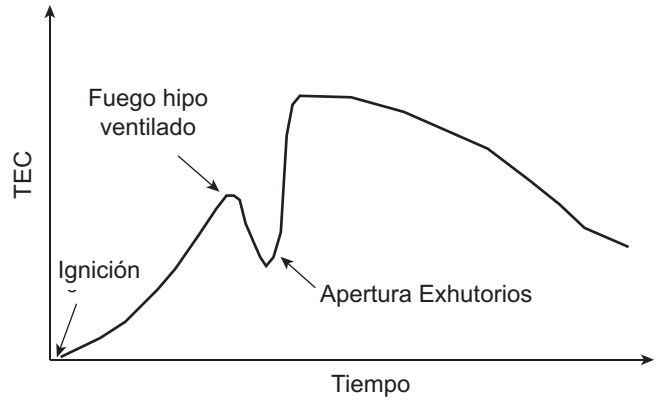


FIGURA 5.6.3.1(b) Curva TEC ideal de un fuego con ventilación controlada.

y de la capa superior de gases calientes, y la disponibilidad de aire para la combustión (i.e., ventilación para los espacios cerrados). Si hay disponible un caudal de aire suficiente, esto puede mejoras las condiciones de combustión, lo cual puede propiciar la mejora en las condiciones del fuego, haciendo subir el valor de TEC. Las restricciones en el caudal de aire pueden generar condiciones de baja ventilación dentro del recinto y reducir el valor de TEC, comparado con el obtenido es espacios abiertos.

5.6.3.2.1 Junto a todos estos factores, los datos experimentales muestran que aunque durante las fases incipientes de un fuego este puede variar de manera drástica, las tasas de crecimiento que llevan a la fase del "flashover" suelen ser siempre similares para un combustible dado, a no ser que se detecte la presencia de un acelerante. Las curvas de los valores de TEC para fuegos de un sofá tapizado se muestran en la Figura 5.6.3.2.1(a) y en la Figura 5.6.3.2.1(b) estando el sofá; en un espacio abierto, dentro de un apartamento sin ventilación, y en un apartamento ventilado usando dos tipos de ignición diferentes (un fuego pequeño (10 kW) y gasolina vertida en el sofá). Estas figuras ilustran las diferencias de tiempo asociadas con las fases iniciales del desarrollo del fuego en los diferentes escenarios [Figura 5.6.3.2.1(a)] y también muestra las similitudes en las diferentes etapas de crecimiento del fuego para los cuatro escenarios propuestos durante el mismo período de tiempo [Figura 5.6.3.2.1(b)].

5.6.3.3 Fuegos de combustibles líquidos. La TEC de un líquido combustible depende de dos factores principales: las características físicas de la liberación de calor (i. e., área y profundidad), y las propiedades del combustible. Las características físicas de un fuego de combustible líquido dependerán de la cantidad del líquido, de las dimensiones del recinto, y del substrato sobre el cual se derrama el líquido.

5.6.3.3.1* Fuegos de líquidos en recintos cerrados. En espacios confinados, en los cuales el líquido llena toda el área disponible, el volumen del líquido liberado tiene una correlación directa con la profundidad de la capa del combustible. Para

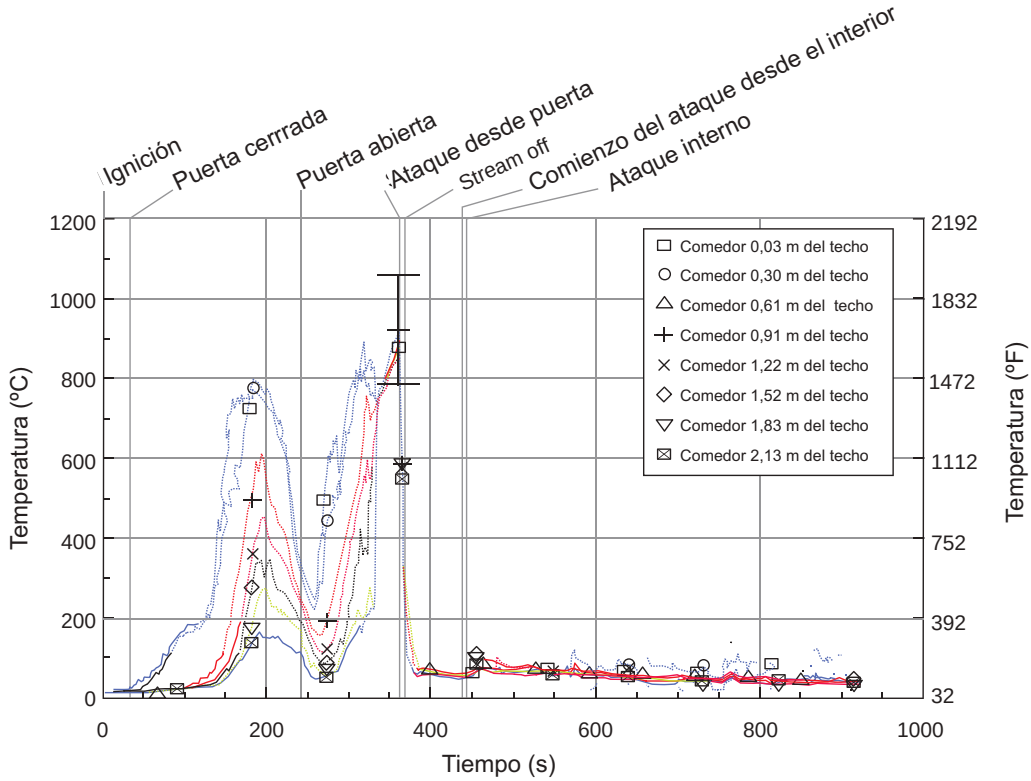


FIGURA 5.6.3.1(c) Mediciones de reales de temperatura en una prueba hecha a un fuego, primero infra ventilado, y después ventilado por la apertura de una puerta.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

profundidades mayores de 5 mm (0,2 pulgadas), se debería usar el máximo valor de tasa de combustión en la fase estable. Para profundidades menores de 5 mm (0.2 pulgadas), la tasa máxima de combustión será sustancialmente menor debido a que el fuego no tendrá suficiente tiempo para llegar a la fase estable y no alcanzará el valor máximo.

5.6.3.3.2* Fuegos de líquidos no delimitados. En los escenarios no delimitados, el área por donde se derrama el líquido está relacionada directamente con el volumen del líquido derramado, y con las características del líquido y el substrato sobre el cual se derrama. La profundidad de la capa de combustible será de aproximadamente 0.7 mm, pero puede variar alrededor de un 30% según el substrato y el tipo de combustible. Como se ha descrito en el apartado 5.6.3.3.1, para profundidades menores de 5 mm, las tasas máximas de combustión son significativamente menores que el valor máximo de la fase de estable. Se han documentado reducciones de entre un 50 y un 80%, dependiendo del tipo de líquido y del escenario. Cuando se consideren este tipo de escenarios, se deberían tener en cuenta los datos disponibles respecto al impacto de la profundidad de la capa de combustible. Los fuegos de derrame de combustibles suelen arder durante 90 segundos más o menos, antes de que se consuma el combustible como consecuencia de la poca profundidad.

5.6.3.3.3* Fuegos no delimitados de líquidos sobre alfombras. Para los fuegos no delimitados de líquidos sobre alfombras, el fuego se comportará como un incendio en un espacio confinado (i. e., escenario de fuego en profundidad), debido a la porosidad y la estructura compleja de la superficie de la alfombra. Los datos experimentales han mostrado que los fuegos abiertos de derrames sobre alfombras, se comportan de la misma forma que los fuegos de derrames en espacios confinados, tanto en tamaño del fuego como en duración.

5.6.4 Propiedades de la Llamas. El objetivo de esta sección es aportar información sobre la relación existente entre la velocidad de desprendimiento de calor y el tamaño visible del incendio, sobre las temperaturas y velocidades alcanzadas dentro de las llamas visibles y sobre los flujos de calor desde el fuego a las superficies adyacentes.

5.6.4.1 Color de las Llamas. El color de las llamas no es necesariamente un indicador preciso de lo que está ardiendo o de la temperatura de las mismas.

5.6.4.2 El tamaño visible de una llama se expresa normalmente como la altura de la llama y las dimensiones del fuego (longitud y diámetro del grupo de combustibles afectado). La observación de un incendio durante un tiempo revela que la altura de las llamas fluctúan durante el mismo. En general, se emplean las siguientes tres medidas visuales de altura de las llamas:

(1) Altura continúa de la llama — altura sobre la cual se ven las llamas en todo momento
(2) Altura media de la llama — altura sobre la cual se ven las llamas durante un 50 % del tiempo
(3) Altura punta de la llama — altura máxima sobre la cual se ven las llamas en algún momento

5.6.4.3 Las siguientes definiciones de altura de llama definen las tres zonas de un incendio:

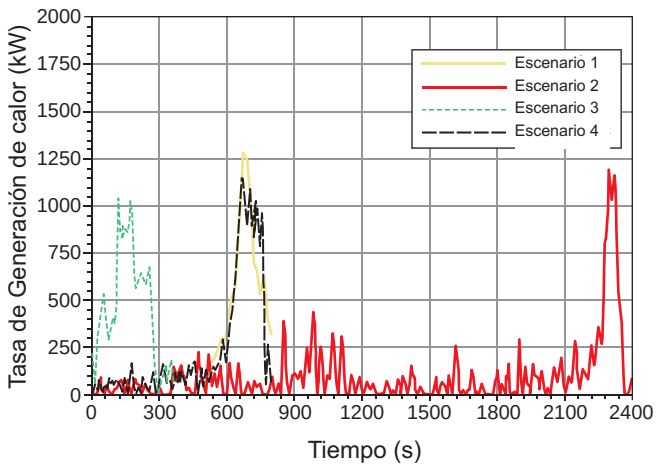


FIGURA 5.6.3.2.1 (a) Comparación de Tasas de Liberación de Calor obtenidas en las pruebas realizadas en cuatro escenarios distintos, todas ellas realizadas sobre el mismo sofá tapizado. El escenario 1 corresponde a un fuego en un espacio abierto, el escenario 2 un espacio sin ventilación al principio, el escenario 3 fue un fuego en un espacio sin ventilar e iniciado usando gasolina y el escenario 4 corresponde a un incendio en un espacio cerrado con ventilación. [*Extraído de Mealy (2007)*]

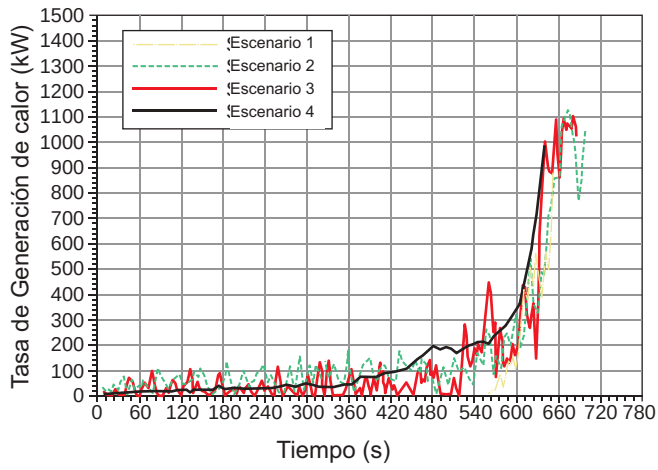


FIGURA 5.6.3.2.1 (b) Comparaciones temporal de las fases de crecimiento exponencial del fuego en los cuatro diferentes escenarios realizados sobre el mismo modelo de sofá tapizado mostrado en la Figura 5.6.3.2 El escenario 1 corresponde a un fuego en un espacio abierto, el escenario 2 un espacio sin ventilación al principio, el escenario 3 fue un fuego en un espacio sin ventilar e iniciado usando gasolina y el escenario 4 corresponde a un incendio en un espacio cerrado con ventilación. [*Extraído de Mealy (2007)*]

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

(1) Zona continuamente en llamas (parte inferior de las llamas visibles)
(2) Zona intermitentemente en llamas (parte superior de las llamas visibles)
(3) Zona de la pluma (por encima de las llamas visibles)

5.6.4.4 La mejor forma de determinar estas alturas es a través de un video del incendio reproducido a cámara lenta. Las observaciones de la altura de una llama de manera informal tienden a ser más consistentes con la altura punta de la llama, ya que nuestros ojos suelen enfocar a la parte más alta de la llama. La mayoría de los valores recogidos en los textos sobre ciencia del fuego se refieren a alturas medias de las llamas.

5.6.4.5 Altura de la Llama. La Figura 5.6.4.5 muestra la altura de la llama de un fuego circular con una liberación de calor por unidad de área de 250, 500, y 1000 kW/m^2. Las alturas de llama se han calculado a partir de la correlación de Heskestad, ampliamente utilizada. La figura muestra que la altura de llama no depende estrictamente de la velocidad de desprendimiento de calor. Además, se observa claramente que incluso para un determinado valor de desprendimiento de calor por unidad de área, pequeñas variaciones en la altura de llama observada, conducen a grandes modificaciones en la velocidad de liberación de calor.

5.6.4.6* Situación de la Carga de Combustible.

5.6.4.6.1 Aporte de Aire. Cuando la carga de combustible ardiendo esta situada lejos de una pared, el aire puede entrar libremente desde todas las direcciones y mezclarse con los gases de combustión. Si la carga está pegada a la pared, o en un rincón (formado por la intersección de dos paredes), el aporte de aire a la pluma de gases puede estar restringido, creando un desequilibrio en la corriente de aire. Como consecuencia de ese desequilibrio en la corriente de aire, la llama y los gases de la pluma pueden girar contra la o las superficies que crean la restricción

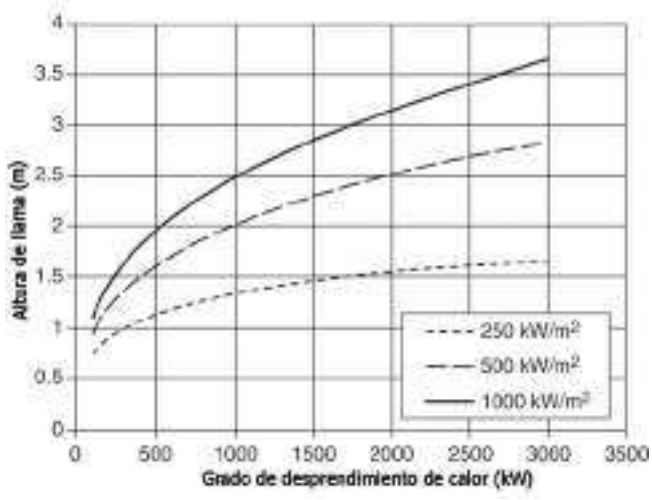


FIGURA 5.6.4.5 Altura Media de Llama (Intermitencia 50%) en Función de la Velocidad de Desprendimiento de Calor para un Determinado Intervalo y por Unidad de Área del Grupo de Combustibles.

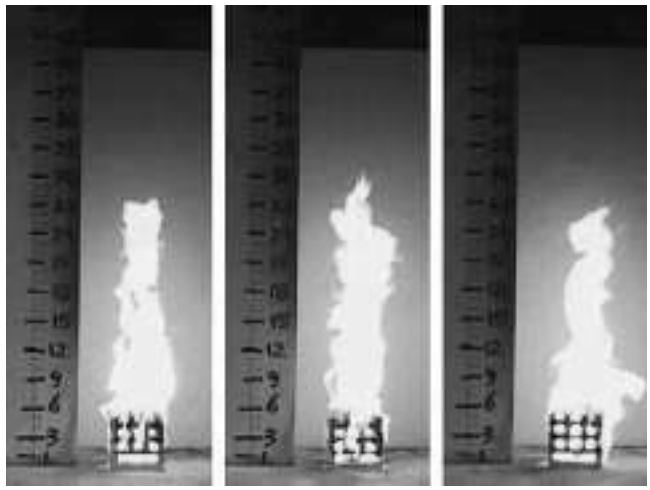


FIGURA 5.6.4.6.4(a) Altura media de las llamas en un incendio simulado de una pila de madera separada de la pared. El rango de valores de calor liberado y altura media estimada de llama fueron de 24 kW a 26 kW y de 27 in. a 30 pulgadas, respectivamente.

5.6.4.6.2 Adhesión de la Llama y de la Pluma de Gases. En aquellas ocasiones en las cuales las llamas o la pluma de gases gira lo suficiente para adherise a las paredes, el aporte de aire se reduce. La carga de combustible tiene que estar los suficientemente próxima a las paredes para que las llamas o la pluma de gases se pege a las paredes se produczca la restriccion en el aporte de aire. El efecto de giro de los gases hacia las paredes y su adherencia a las paredes depende de la geometría de la carga y de sus situación en relación con las paredes.

5.6.4.6.3 Efecto del descenso en el aporte de aire. Un descenso en el aporte de aire afecta a la pluma de gases y la temperatura de las capas de gases del techo así como a la altura de las llamas.

5.6.4.6.3.1 Temperatura de la pluma de gases y de las capas superiores. La reducción de entrada de aire del ambiente en la pluma de gases, disminuye la mezcla de aire frío del ambiente con los gases de la pluma, produciendo una menor dilución y temperaturas mas altas. Dado que la pluma transporta calor a las capas superiores, también se producirá un incremento en la temperatura de estas capas.

5.6.4.6.3.2 Altura de la llama. Para llamas de difusión, la mezcla del vapor del combustible y el aire controla el punto en el cual se produce la combustión con llama; por lo tanto la altura de la llama en un momento dado representa la distancia vertical (p.e, la longitud de la zona de mezcla) a través de la cual han de transportarse el combustible y el aire para completar el proceso de combustión. Por esto, una reducción en el aporte de aire produce llamas mas altas ya que el vapor ha de transportarse una distancia mayor para completar la mezcla con una cantidad de aire mas reducida.

5.6.4.6.4 Efecto de las paredes. Si la carga de combustible esta colocada lo suficientemente cerca de una pared de forma

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

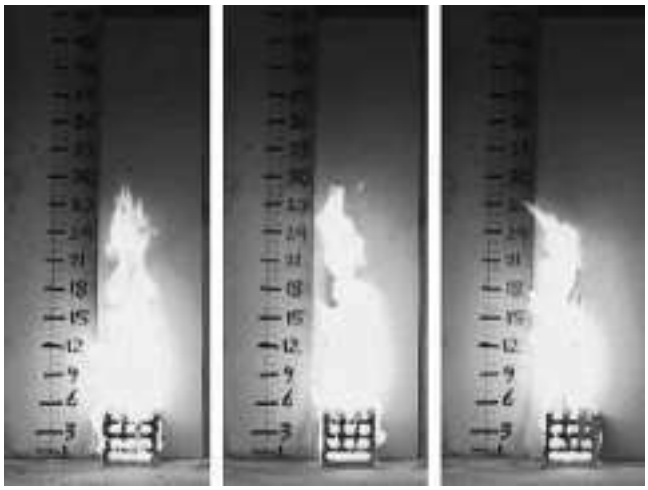


FIGURA 5.6.4.6.4(b) Altura media de las llamas en un incendio simulado de una pila de madera junto a la pared. El rango de valores de calor liberado y altura media estimada de llama fueron de 21 kW a 25 kW y de 27 in. a 30 pulgadas, respectivamente.

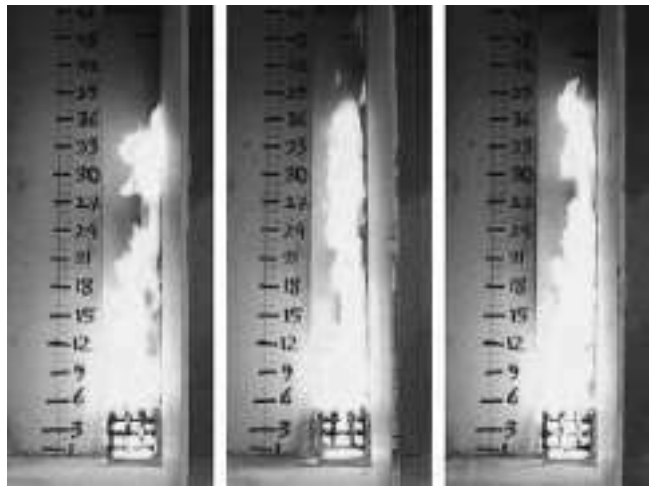


FIGURA 5.6.4.6.5 Altura media de las llamas en un incendio simulado de una pila de madera situada en un rincón. El rango de valores de calor liberado y altura media estimada de llama fueron de 25 kW a 26 kW y de 37 in. a 40 pulgadas, respectivamente..

que se reduzca el aporte de aire, se incrementará la temperatura absoluta de las capas superiors, si la comparamos con la temperatura alcanzada en el caso de la misma carga separada de la pared. Por el contrario, los resultados experimentales no muestran un incremento significativo de la longitud de la llama con el fuego junto a la pared. Las figuras 5.6.4.6.4(a) y 5.6.4.6.4(b) muestan un ejemplo de estos resultados para un fuego alejado y otro junto a la pared.

5.6.4.6.5 Efecto de las esquinas. Cuando la misma carga de combustible se situa en un rincón de forma que se produzca una reducción del aporte de aire, se incrementará la temperatura absoluta de las capas superiores. De la misma forma se produce un incremento significativo de la altura de las llamas cuando estan pegadas a la pared en una configuración con la carga en el rincón. La figure 5.6.4.6.5 muestra un ejemplo del incremento de la altura de llama para una configuración de fuego con la carga en un rincón.

5.6.4.6.6 Análisis del efecto de las paredes. En el análisis del incendio y/o la interpretación de los patrones de daño causados por el fuego, se debería tener en cuenta el posible efecto de la situación de las paredes respecto al fuego.

5.6.4.6.7 Fuegos en exteriores. Hay que tener en cuenta que en fuegos en exteriores podrían aparecer efectos similares a los descritos para fuegos en interiores.

5.6.4.7* Cuando las llamas superan la altura del techo se extienden a lo largo del mismo. Si la altura libre de las llamas es muy superior a la del techo, estas extensiones suelen ser más largas que cuando no existe techo (*ver Figura 5.6.4.7*). La longitud total de una llama se hace mayor ($H + h_r$) cuando se ve interrumpida por un techo, comparándola con su altura libre (h_f).

5.6.4.8 Factores como la altura del techo y la distancia al penacho de humo pueden ejercer un efecto importante sobre el tiempo de respuesta de los dispositivos de protección, como son los detectores de humo y los rociadores automáticos. Para un determinado dispositivo y tamaño de incendio (según la velocidad de desprendimiento de calor, HRR), el tiempo de respuesta aumentará con la altura del techo y con la distancia al penacho. Dicho de otra forma, cuanto más alto sea el techo o más lejos se encuentre el dispositivo, más tiempo tardará en responder. Estos factores deberán tenerse en cuenta cuando se trate de comprender por qué el incendio parece mayor que el supuesto en el momento de actuación de la alarma o de los rociadores.

5.6.5 Estructura Térmica de una Llama.

5.6.5.1 Zona de Llama Continua. Las máximas temperaturas medias de una llama a una determinada altura se encuen-

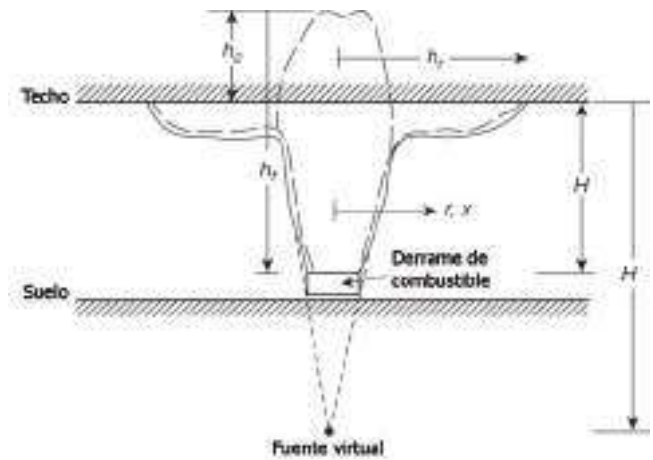


FIGURA 5.6.4.7 Representación de las Alturas Teóricas de Llama en un Recinto con Techo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 5.6.5.1 Máximas Temperaturas Medias en el Tiempo de una Llama, Medidas en el Eje Central del Incendio y para Diversos Combustibles

	Temperatura	
Fuente	**°C**	**°F**
Llamas		
Benceno[a]	920	1690
Gasolina[a]	1026	1879
JP-4[b]	927	1700
Keroseno[a]	990	1814
Metanol[a]	1200	2190
Madera[c]	1027	1880

[a] De Drysdale, *Introducción a la Dinámica del Fuego.*

[b] De Hagglund, B., Persson, L. E. (1976), Heat Radiation From Petroleum Fires (Radiación de Calor en Incendios de Derivados Petrolíferos), National Defence Research Inst., Estocolmo, Suecia, Informe FOA C20126-D6(A3).

[c] De Hagglund, B., Persson, L. E (1974), Experimental Study of the Radiation From Wood Flames, (Estudio Experimental sobre la Radiación Procedente de las Llamas de Madera) National Defence Research Inst., ., Estocolmo, Suecia, Informe FOA C4589-D6(A3).

tran en el eje central del incendio. En la región de llama continua las temperaturas del eje central son constantes y aproximadas a 1000°C (1832°F). Como muestran los datos de la Tabla 5.6.5.1, esta temperatura varía muy poco de un combustible a otro. Las llamas de metanol tienen temperaturas superiores debido a la baja radiación de las mismas, ya que poseen más hollín, mientras que las llamas más radiactivas poseen temperaturas algo más bajas. En incendios de charco muy grandes las llamas con más hollín pueden alcanzar temperaturas del orden de 1200°C (2192°F) porque las emisiones por radiación son relativamente más pequeñas. Las temperaturas de las llamas de los acelerantes no son superiores a las de los combustibles ordinarios, como madera o plásticos.

5.6.5.2 Zona de Llama Intermitente. Las temperaturas medias en el tiempo, en el eje del incendio y en la región de llama intermitente disminuyen desde unos 1000°C (1832°F) en la zona de llama continua, hasta aproximadamente 300°C (572°F) en la zona de la pluma. La temperatura media en el tiempo, para una altura media de llama (intermitencia del 50%) es de unos 500°C (932°F).

5.6.5.3 Zona de Pluma. Las temperaturas medias en el tiempo, en el eje del incendio y en la región de la pluma descienden desde unos 300°C (572°F) en la zona de llama intermitente, hasta temperatura ambiente, muy por encima de la llama visible.

5.6.6 Flujos de Calor Procedentes de las Llamas. El impacto térmico de una llama sobre las superficies y materiales próximos (combustibles o no) se mide en términos de flujo de calor sobre los mismos. Por ejemplo, la descomposición térmica e ignición de los combustibles y la calcinación del yeso dependen del flujo de calor recibido a lo largo del tiempo. De esta forma, la propagación del incendio y las marcas generadas por el mismo, dependen de la distribución del flujo de calor sobre las superficies adyacentes.

5.6.6.1 Flujo de Calor de las Llamas a las Superficies de Contacto.

5.6.6.1.1 Paredes. La Figura 5.6.6.1.1(a) muestra la distribución del flujo de calor procedente de un incendio en la esquina de un recinto hacia la superficie de la pared. La fuente del incendio suponía una tasa de desprendimiento de calor de 300 kW y las llamas alcanzaron el techo. La Figura 5.6.6.1.1(b) representa la misma situación, pero en ausencia de techo. Las formas que adoptan los contornos de flujo de calor son claramente diferentes; en el caso de presencia de techo adquiere una forma en V pronunciada que no se produce cuando este no existe.

5.6.6.1.2 Techos. En la Figura 5.6.6.1.2 se muestran los contornos de flujo de calor sobre un techo. El flujo máximo se produce en la zona de impacto de la llama, y estos se reducen a medida que aumenta la distancia a la zona de impacto.

5.6.6.2* Flujos de Calor de las Llamas hacia Superficies Alejadas. El flujo de calor desde las llamas hacia una superficie remota disminuye rápidamente con la distancia. La Figura 5.6.6.2(a) muestra el flujo de calor máximo, en el incendio de

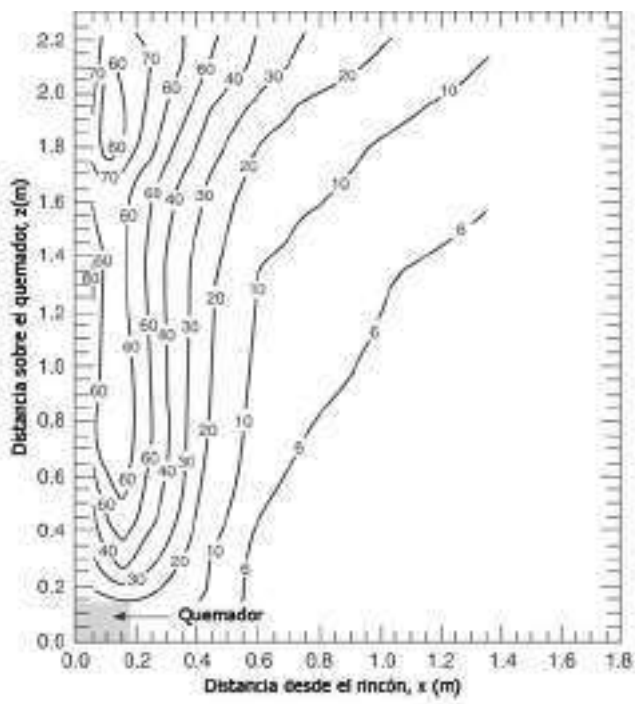


FIGURA 5.6.6.1.1(a) Contornos del Flujo de Calor sobre Pared (kW/m²) desde una Configuración de Incendio de Esquina de 300 kW. El techo se encuentra a una altura de 2.3 m sobre el suelo y se utiliza propano como combustible. [*Procedente de Lattimer (2002)*.]

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

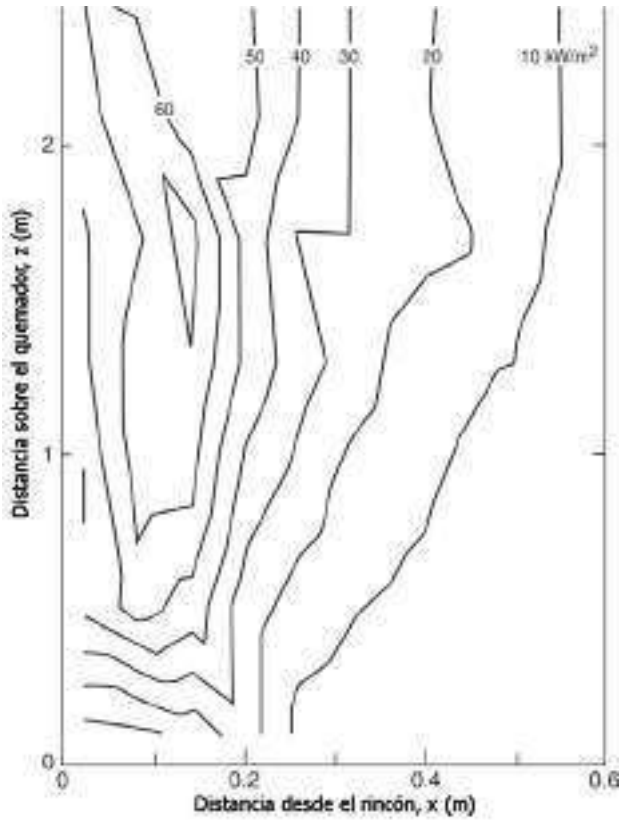


FIGURA 5.6.6.1.1(b) Contornos del Flujo de Calor sobre Pared (kW/m²) desde una Configuración de Incendio de Esquina de 300 kW. No existe techo y se emplea propano como combustible. ***[Procedente de Lattimer (2002)].***

una silla o sofá, en función de la distancia hacia objetivos situados a diferentes alturas. La Figura 5.6.6.2(b) representa un historial de flujos de calor para diferentes distancias con el objetivo a 0.4 m sobre el suelo. La Figura 5.6.6.2(c) muestra el flujo de calor en función de la relación *L/D*, distancia de un objetivo a nivel de rasante desde el centro de un incendio de charco circular, dividido por el diámetro del charco (por ejemplo, $L/D = 0.5$ es el extremo del charco). Ambas figuras indican que los flujos de calor se reducen notablemente a distancias al objetivo comparables con el diámetro del fuego.

5.7* Ignición. Las formas y mecanismos de la ignición varían con el tipo de material (gas, líquido, sólido), sus propiedades químicas y la forma e intensidad del calentamiento. Los tipos de ignición incluyen ignición incandescente frente a ignición con llama, e ignición pilotada frente a autoignición. La ignición pilotada se produce cuando una fuente de calor externa produce la ignición de vapores inflamables. Entre este tipo de fuentes de ignición se incluyen las llamas pequeñas, las chispas y las superficies calientes. A continuación se incluye una introducción general al respecto.

5.7.1 Generalidades. Para que la mayoría de los materiales ardan, deben encontrarse en estado gaseoso o de vapor. Muy pocos materiales pueden arder directamente en estado sólido

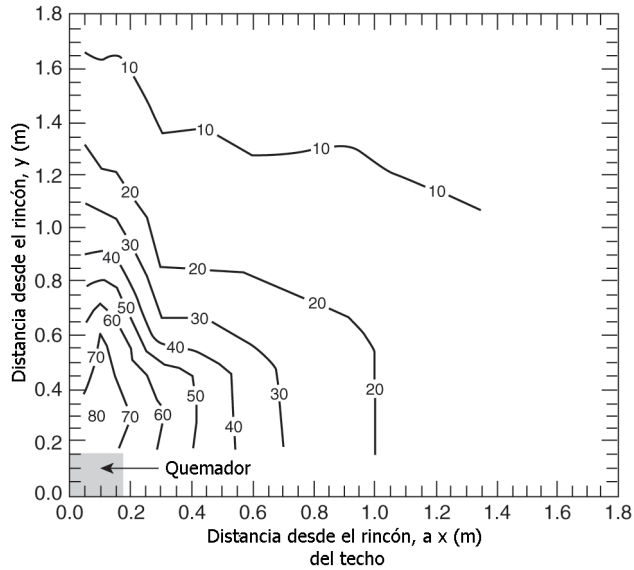


FIGURA 5.6.6.1.2 Contornos del Flujo de Calor sobre Techo (kW/m²) desde una Configuración de Incendio de Esquina de 300 kW. El techo se encuentra a una altura de 2.3 m sobre el suelo y se utiliza propano como combustible. **[*Procedente de Lattimer (2002)*.]**

con llama, como lo hacen algunas formas de carbono y magnesio. Esos gases o vapores deben estar presentes en la atmósfera en cantidad suficiente para formar una mezcla inflamable. Los líquidos con punto de ebullición inferior a la temperatura ambiente no requieren calor adicional para producir una mezcla inflamable. Los vapores combustibles producidos deben elevarse hasta su temperatura de ignición. El

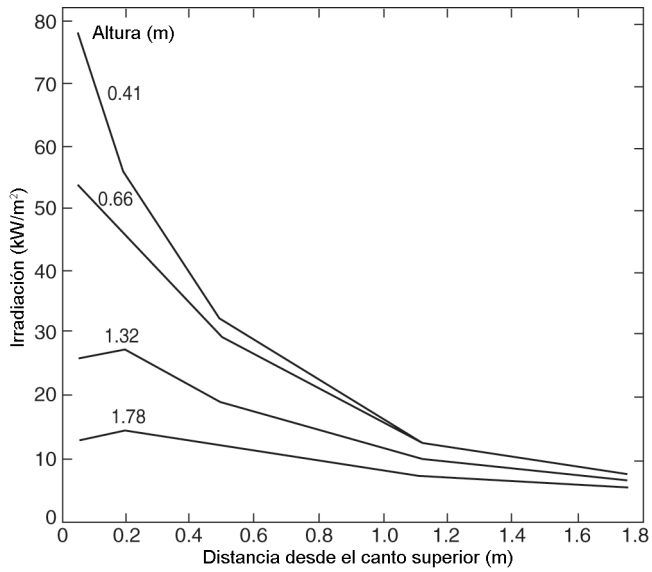


FIGURA 5.6.6.2(a) Máximo Flujo de Calor Radiante Hacia Objetivos Orientados al Incendio de un Sofá de Mimbre. **[Procedente de *Krasny, Parker, y Babrauskas (2001)*.]**

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

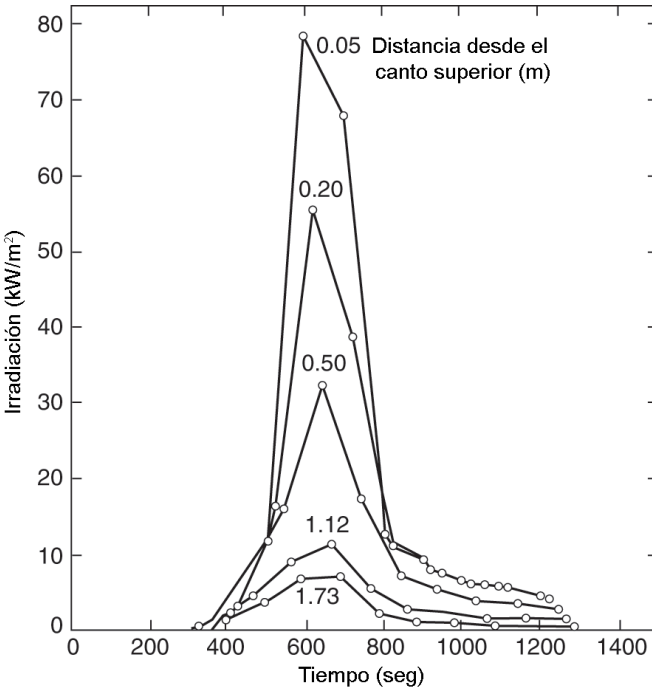


FIGURA 5.6.6.2(b) Historial de Flujo de Calor Radiante Hacia Objetivos a una Altura de 0.41 m Orientados al Incendio de un Sofá de Mimbre.
[*Procedente de Krasny, Parker, y Babrauskas (2001)*.]

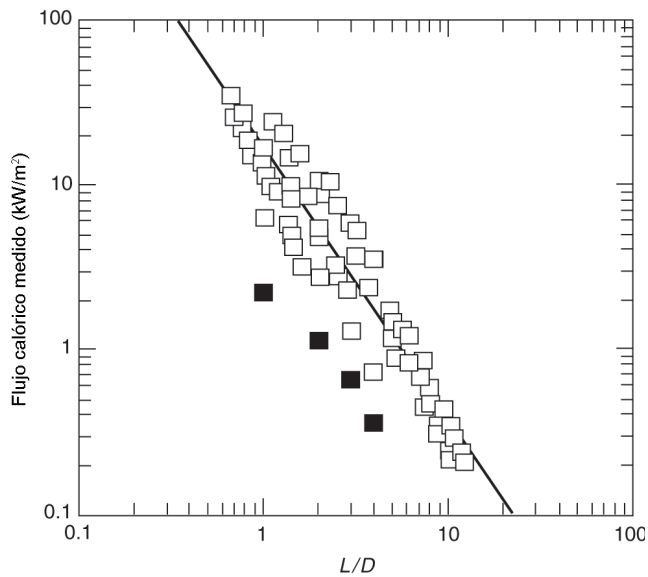


FIGURE 5.6.6.2(c) Flujo de Calor Radiante a un Objetivo a Nivel de Rasante Orientado a un Incendio de Charco. Datos de ensayos con incendios de charco de 1 m a 30 m de diámetro; los resultados de ensayos con mayores diámetros no siguen esta correlación y se han omitido aquí.

tiempo y la energía necesarios para que esa ignición se produzca, son función de la energía de la fuente de ignición, la inercia térmica (k, ρ , c) del combustible, de la energía de ignición mínima necesaria para ese combustible y de su geometría. Para que el combustible alcance su temperatura de ignición, la velocidad de transmisión de calor hasta el mismo debe ser superior a la suma de las pérdidas de conducción, de convección, de radiación, de la energía asociada con los cambios de fases (tales como el calor de vaporización), y la energía asociada con los cambios químicos (tales como pirólisis). En algunos casos, los cambios químicos en el combustible durante el calentamiento también pueden producir calor previo a la combustión (reacción exotérmica). Para que el combustible alcance su temperatura de ignición, la fuente de calor en sí misma debe tener una temperatura mayor que esta. La ignición espontánea es una excepción.

5.7.1.1 La Tabla 5.7.1.1 recoge la temperatura de determinadas fuentes de ignición. Unos cuantos materiales, como cigarrillos, muebles tapizados, serrín, y aislamientos celulósicos, son permeables y permiten la filtración de aire. Estos materiales pueden quemarse en combustión de fase sólida, conocido como combustión incandescente o sin llama. Este es un modo de combustión sin llama cuya principal fuente de calor es la oxidación del carbonizado. La combustión sin llama es peligrosa, porque produce más componentes tóxicos, por unidad de masa quemada, que la combustión con llama y proporciona una oportunidad de combustión con llama con una fuente de calor demasiado débil para producir llama directamente.

5.7.2 Ignición de Gases Inflamables.

5.7.2.1 Los gases inflamables únicamente pueden inflamarse con una chispa o llama piloto cuando se encuentran en un determinado rango de concentraciones. Los límites de este intervalo se denominan límite inferior de inflamabilidad, concentración mínima de gas inflamable en aire que soportará la propagación de la llama y límite superior de inflamabilidad, concentración máxima de gas inflamable en aire que soportará la propagación de la llama. Estas concentraciones fluctúan con los cambios de presión y temperatura y la variación de concentración de oxígeno.

5.7.2.2 En ausencia de chispa o llama piloto, una mezcla de gas inflamable y aire puede autoinflamarse si su temperatura es suficientemente elevada. La temperatura mínima a la que sucede esto se denomina temperatura de autoignición (AIT). La temperatura de autoignición depende en gran medida del tamaño y geometría del volumen de gas y de su concentración. Normalmente, los volúmenes grandes y las mezclas estequiométricas de gas inflamable y aire favorecen la ignición a temperaturas más bajas. Debido a que la AIT depende de diversas condiciones, resulta de gran valor disponer de un manual con valores de temperaturas de autoignición para diferentes gases, determinados con un método de ensayo estándar. Las comparaciones entre diferentes gases deben realizarse con el mismo equipo y condiciones de ensayo. Las nubes de gas inflamable y aire no confinadas pueden inflamarse con superficies calientes, sucediendo a bajas temperaturas cuando se trata de grandes superficies.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 5.7.1.1 Temperaturas de determinadas fuentes de ignición

	Temperatura	
Fuente	**°C**	**°F**
Llamas		
Benceno[a]	920	1690
Gasolina[a]	1026	1879
JP-4[b]	927	1700
Keroseno[a]	990	1814
Metanol[a]	1200	2190
Madera[c]	1027	1880
Brasas[d]		
Cigarrillo (al aplastarlo)	830–910	1520–1670
Cigarrillo (encendido)	500–700	930–1300
Chispa mecánica[e]		
De herramientas de acero	1400	2550
De cubre níquel	300	570

[a] De Drysdale, Introducción a la dinámica del fuego (An Introduction to Fire Dynamics).

[b] De Hagglund y Persson, L.E. (1976), Calor de radiación de incendios del petróleo (The Heat Radiation from Petroleum Fires), National Defence Research Inst., Stockholm, Sweden, FOA Report C20126-D6(A3).

[c] De Hagglund y Persson, L.E. (1974), Estudio experimental de la radiación de llamas en incendios de madera (An Experimental Study of the Radiation from Wood Flames). National Defence Research Inst., Stockholm, Sweden, FOA Report C4589-D6(A3).

[d] De Krasny, J. (1987) Ignición con cigarillo de muebles con muelles – revisión escrita con comentarios (Cigarette Ignition of Soft Furnishings — A Literature Review with Commentary). NBSIR 87-3509; National Bureau of Standards, Gaithersburg MD.

[e] De NFPA Manual de Protección contra Incendios (Fire Protection Handbook), 15ª ed., Section 4, p. 167..

5.7.3 Ignición de Líquidos.

5.7.3.1 Punto de Inflamación. La ignición de un líquido en un ensayo de inflamación se produce cuando existe una concentración suficiente de vapores sobre su superficie. Para ello la concentración de gas debe alcanzar el límite inferior de inflamabilidad (*ver 5.7.2, Ignición de Gases Inflamables*). La temperatura del líquido por encima de la cual se genera una concentración inflamable de gases de denomina punto de inflamación. A esta temperatura, los vapores sobre la superficie del líquido pueden inflamarse, aunque normalmente no se consigue una combustión sostenida. El líquido debe calentarse hasta una temperatura ligeramente superior, conocida como punto de incendio, a la cual puede mantenerse la combustión a modo de incendio de charco. Para algunos líquidos el punto de inflamación es igual al punto de incendio.

5.7.3.2 Los líquidos a temperaturas inferiores a sus puntos de inflamación no entran en combustión con una chispa o llama piloto. Sin embargo, pueden calentarse localmente hasta alcanzar la ignición y convertirse en un incendio de charco. Entre los mecanismos de calentamiento puede citarse el impacto de una llama sobre la superficie del líquido o la combustión del líquido vertido en una mecha formada por un material empapado en él. La ignición y aplicación local de un líquido por encima de su punto de inflamación en otro líquido a temperatura inferior a su punto de inflamación, es otro método de provocar la ignición de éste.

5.7.3.3 Los líquidos atomizados o pulverizados (que tienen una gran relación superficie/peso) pueden arder más fácilmente que ese mismo líquido a granel. En el caso de líquidos pulverizados o neblinas, la ignición suele producirse a temperaturas ambientes inferiores al punto de inflamación nominal, e incluso líquidos con puntos de inflamación muy elevados (centenares de ºC) han demostrado inflamarse cuando se presentan en forma pulverizada.

5.7.3.4 Algunos líquidos son capaces de oxidarse en la fase líquida. La mayoría de las veces este proceso conduce sólo a la ignición cuando el líquido está embebido en un sustrato poroso (por ejemplo, aceite de linaza en trapos). Este aspecto se trata a continuación en el apartado sobre combustibles sólidos y autocalentamiento. No obstante, en algunas aplicaciones industriales el contacto entre dos fases liquidas puede producir una reacción exotérmica (no necesariamente oxidación) suficiente para provocar una explosión.

5.7.3.5 La autoignición de un líquido puede producirse cuando los vapores inflamables generados sobre su superficie se encuentran lo suficientemente calientes, como se ha indicado en el apartado anterior sobre la ignición de gases. La temperatura de autoignición (AIT) de un determinado líquido varía con la escala y la configuración, al igual que en los gases. Para comparar el comportamiento de diferentes líquidos, es preciso determinar cuantitativamente las temperaturas de autoignición con los mismos equipos de ensayo.

5.7.4 Ignición de Sólidos. La ignición de los combustibles sólidos puede producirse de tres maneras: ignición incandescente, o más común, inicio de combustión en fase sólida; ignición con llama pilotada; y autoignición.

5.7.4.1 Ignición Incandescente e Inicio de Combustión en Fase Sólida.

5.7.4.1.1 Generalidades. La incandescencia es un proceso de combustión en fase sólida, que supone normalmente una descomposición térmica y la formación de una capa carbonizada, seguida de una combustión en fase sólida de dicha capa.

5.7.4.1.1.1 El proceso de descomposición térmica, normalmente llamado pirólisis, puede ser puramente térmico o suponer una interacción con oxígeno. Cuando se sabe que ha participado el oxígeno, suele denominarse pirólisis oxidativa. Normalmente, el proceso de descomposición térmica inicial es endotérmico [requiere o emplea energía en vez de producirla].

5.7.4.1.1.2 Aunque algunos materiales puros pueden sufrir una oxidación en fase sólida (por ejemplo, el carbón o el magnesio) la mayoría de los materiales que experimentan incan-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

descencia, deben pirolizarse para formar una capa carbonizada, la cual posteriormente se oxida en fase sólida. Entre los materiales que experimentan incandescencia o combustión sin llama se incluyen la madera, el papel y otros productos celulósicos.

5.7.4.1.1.3 Los materiales que no pueden sufrir una combustión en fase sólida como un combustible puro, ni son capaces de pirolizarse y formar una capa carbonizada, no pueden arder sin llama. Entre ellos se encuentran los materiales termoplásticos. Algunos polímeros termoestables (por ejemplo, la espuma de poliuretano) suelen licuarse cuando se calientan, pero no forman una capa carbonizada.

5.7.4.1.1.4 Los combustibles *sólidos*, como los termoplásticos, se degradan, gasifican y desprenden vapores cuando se someten a un flujo de calor suficiente. Normalmente no se produce oxidación en éste proceso, o esta es muy pequeña; es un fenómeno endotérmico. Se trata de una pirólisis, no de incandescencia. La incandescencia debe suponer un proceso exotérmico en fase sólida (es decir, debe ser autosostenido).

5.7.4.1.1.5 La combustión espontánea por autocalentamiento es una forma especial de ignición incandescente que no implica un proceso de calentamiento externo. La fuente de energía que provoca la ignición y combustión es una reacción exotérmica en el interior del material. El concepto clave en la ignición por autocalentamiento es la capacidad del material de disipar el calor generado por las reacciones exotérmicas internas. Si este calor no puede disiparse al ambiente, el material elevará su temperatura hasta un punto que acelerará las velocidades de (fuera de control), formándose un frente de incandescencia. Entre los factores decisivos del autocalentamiento se incluyen la temperatura ambiente, el tamaño de la pila y la cinética de las reacciones exotérmicas. A medida que se eleva la temperatura ambiente, aumenta la velocidad base de la reacción, y cuando se incrementa el tamaño de la pila o montón, disminuye la capacidad de disipar el calor al ambiente. Tanto las altas temperaturas como las grandes pilas favorecen los procesos de autocalentamiento. En el siguiente apartado se trata el autocalentamiento de pilas o montones con más detalle.

5.7.4.1.1.6 Aunque el autocalentamiento suele asociarse a los procesos de ignición de pilas o montones por su incapacidad de disipar el calor de las reacciones exotérmicas internas, todos los mecanismos de ignición incandescente pueden explicarse en el contexto de la teoría de autocalentamiento. El inicio de la incandescencia por energía de radiación, la ignición incandescente por contacto con superficies u objetos calientes (por ejemplo, escoria fundida, brasas, o cigarrillos) y la ignición incandescente de capas u otras acumulaciones de polvos, están todas ellas gobernadas por las leyes fundamentales del autocalentamiento. Si el calor procedente de la oxidación del material no puede disiparse, se producirá una reacción térmica fuera de control que dará lugar a la incandescencia.

5.7.4.1.1.7 Puesto que todos los mecanismos de ignición incandescente están gobernados por las leyes del autocalentamiento, no existe una temperatura de ignición "estándar" aplicable de forma general. Para un tamaño concreto de pila o montón de un determinado material, existe una temperatura ambiente crítica (CAT) sobre la cual se espera que se produzca la ignición. Para una superficie de madera calentada por radiación, existe una temperatura superficial específica por encima de la cual se producirá la incandescencia. Sin embargo, estas temperaturas de ignición sólo son aplicables bajo las condiciones experimentales con las que se determinaron. Por lo general no son aplicables.

5.7.4.1.2 Autocalentamiento y Autoignición.

5.7.4.1.2.1 El autocalentamiento es el proceso por el cual un material experimenta una reacción química y aumenta de temperatura, debido únicamente a las reacciones exotérmicas entre el material (normalmente un sólido) y el entorno (normalmente aire).

5.7.4.1.2.2 La mayoría de los materiales orgánicos capaces de unirse al oxígeno, se oxidarán a cierta temperatura crítica, dependiendo de la evolución del calor. Esta evolución no se limita a las reacciones de oxidación, si no que puede deberse también a otras reacciones químicas, por ejemplo, las de polimerización, donde los líquidos reaccionan formando sólidos. El autocalentamiento y la autoignición se dan por lo general en materias orgánicas, tales como las grasas sólidas y los aceites animales y vegetales, ya que estos productos contienen ácidos grasos polinsaturados. Estos ácidos grasos reaccionan con el oxígeno generando calor. Las moléculas insaturadas contienen dobles enlaces entre átomos de carbono, los cuales son reactivos.

5.7.4.1.2.3 El autocalentamiento y combustión espontánea (autoignición) de aceites que contienen en su mayoría hidrocarburos saturados, como los aceites de motor o lubricantes, únicamente se producen bajo temperaturas elevadas (por ejemplo, un trapo embebido en aceite y enrollado en una tubería de vapor) o en pilas o montones muy grandes a temperaturas más bajas. Los hidrocarburos saturados, que contienen enlaces simples entre átomos de carbono, son mucho menos reactivos que los aceites insaturados. A diferencia de los aceites insaturados, como el de linaza, el aceite de motor en cantidad para consumo o el aceite lubricante embebido en trapos, no suelen experimentar autocalentamiento hasta la ignición.

5.7.4.1.2.4 Algunas materias inorgánicas, como ciertos polvos metálicos, pueden experimentar autocalentamiento y autoignición en determinadas condiciones.

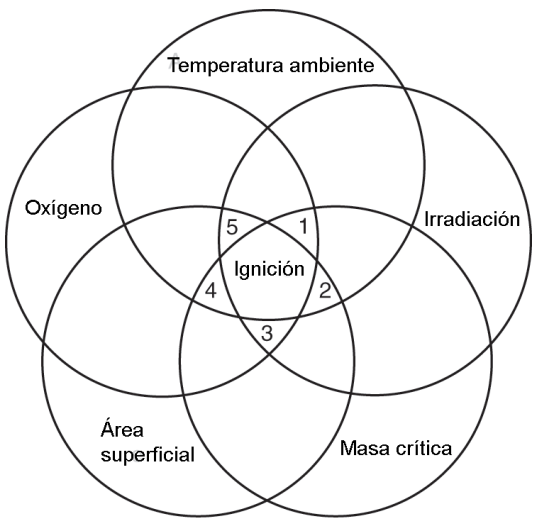
5.7.4.1.3 Mecanismo del Autocalentamiento a la Ignición. Para que se produzca una combustión espontánea deben sucederse varios pasos. En primer lugar, el material debe ser capaz de autocalentarse y estar sometido a condiciones en las que éste pueda producirse. A continuación, el autocalentamiento tiene que dar lugar a un proceso térmico fuera de control (es decir, el calor generado supera al que disipa al entorno). Esta situación fuera de control significa, en teoría, que el aumento de temperatura es tan elevado que no puede mantenerse una condición estable. En la práctica, el material sufrirá un incremento de temperatura interna (normalmente, en su parte central o próximo a ella) del orden de varios cientos de grados Celsius. Posteriormente, debe dar lugar a una combustión incandescente autosostenida. La situación opuesta es aquella condición en la que el material se carboniza localmente pero no se crea un frente de propagación incandescente.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

5.7.4.1.3.1 La situación térmica fuera de control es una inestabilidad que se produce cuando la cantidad de calor generada dentro del material es superior a la que se pierde en el entorno. Donde más calor se genera es en aquellas partes más aisladas del combustible, es decir, en el medio; y es aquí donde se alcanzan mayores temperaturas. El grado de aislamiento del interior de un material combustible depende de la distancia a los bordes del material y de la temperatura allí existente. Durante el autocalentamiento, la temperatura del centro del material es normalmente superior a la de los alrededores.

5.7.4.1.3.2 El paso del autocalentamiento a la ignición requiere de un material poroso, permeable y fácilmente oxidable_ el material debe reunir estas tres cualidades_. Durante la combustión incandescente, el combustible debe carbonizarse sin fundir; si no es así, se perderán las cualidades de permeabilidad y porosidad y el autocalentamiento quedará inhibido. Al principio, el sólido puede servir fundamentalmente como un sustrato inerte, como en el caso de trapos embebidos en aceite de linaza, o el sustrato puede actuar también como combustible. Los sustratos más comunes para el autocalentamiento son los sólidos orgánicos de origen vegetal, como los tejidos de algodón, los derivados de madera, productos agrícolas y carbón vegetal. El autocalentamiento puede ocurrir cuando el entorno está en condiciones ambientales normales, por ejemplo, un montón o pila de trapos embebidos en aceite de linaza; o por el contrario requerir una temperatura elevada.

5.7.4.1.3.3 La tendencia al autocalentamiento depende del tamaño y forma del combustible y de las condiciones de su entorno. Esta tendencia no es una propiedad del material exclusivamente. Por lo tanto, la evaluación del potencial de autoignición de un material es incompleta (excepto para eliminar los combustibles que no se autocalientan) si no se consideran las características de tamaño y forma del material y las del entorno. Para un determinado volumen, las formas con poca área superficial, como esferas o cubos, favorecen el autocalentamiento más que aquellas de elevada superficie, como las hojas finas. Las superficies externas pequeñas presentan menos pérdidas de calor y las partes exteriores del combustible aíslan su interior, favoreciendo el incremento de la temperatura en su interior. Por ejemplo, los trapos con aceite de linaza formando una pila son más susceptibles de autocalentamiento que cuando se encuentran en un tendedero o sobre una superficie plana. La Figura 5.7.4.1.3.3 es una representación gráfica de las condiciones necesarias para que se produzca una ignición espontánea.



(1) Área superficial insuficiente
(2) Oxígeno insuficiente
(3) Temperatura ambiente demasiado baja
(4) Aislamiento insuficiente
(5) Material insuficiente

FIGURA 5.7.4.1.3.3 Condiciones Necesarias para que se Produzca una Ignición Espontánea en Materiales Capaces de Autocalentamiento.

5.7.4.1.3.4 La temperatura inicial del material combustible puede ser el factor crucial para que se produzca la ignición. Esto sucede a veces en las industrias de secado de materiales de origen vegetal, como derivados de madera y productos agrícolas, y en los equipos de secado de tejidos que contienen aceites. Si los materiales combustibles se juntan en formas simétricas suficientemente grandes y muy calientes, pueden dar lugar a un proceso térmico fuera de control y a la ignición. Si el material se seca hasta un contenido de humedad inferior al de equilibrio, parte del calor interno generado procede del calor latente de la absorción de humedad_ lo contrario de un enfriamiento por evaporación.

5.7.4.1.3.5 El autocalentamiento y la consecuente combustión incandescente en el interior de una pila combustible pueden no apreciarse hasta que el frente de incandescencia alcance la superficie. El primer indicio visual del autocalentamiento puede ser una mancha húmeda en la superficie de la pila, debido a la condensación del agua o de otros productos de las reacciones. La deposición del humo en el interior hace que este no se observe encima ni alrededor de la pila. Cuando las pilas se encuentran en un recinto cerrado el olor a humedad puede ser también un indicativo.

5.7.4.1.3.6 Si se encierra al combustible en un recipiente sellado puede detenerse el autocalentamiento, ya que se elimina una de las condiciones necesarias: la permeabilidad que permite la difusión del oxígeno hacia el interior del sólido. Sin ese abastecimiento de oxígeno se inhibe la oxidación y generación de calor, al menos que el oxidante esté presente en el propio material. Por ejemplo, unos trapos con aceite de linaza dentro de una lata de pintura, podrían no calentarse significativamente antes de que el oxígeno del interior se consuma. El empleo de recipientes y barreras de vapor se ha utilizado con éxito para mitigar los riesgos de autocalentamiento; aunque dependiendo de la cantidad de oxidante presente en el interior y de las propiedades físicas e integridad del recipiente o barrera, puede producirse un autocalentamiento e ignición posterior. Para evaluar el posible autocalentamiento dentro de un recipiente es preciso investigar las particularidades del mismo.

5.7.4.1.3.7 La temperatura mínima del entorno necesaria para que se produzca una ignición posterior al autocalenta-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

miento, suele ser inferior a la temperatura mínima de ignición del material sin que exista autocalentamiento. Por ejemplo, el aceite de linaza sobre un sustrato de algodón puede inflamarse con una temperatura normal en el ambiente (20°C o 68°F), cuando en estado líquido puro su punto de inflamación es del orden de 222°C (428°F) y su temperatura de autoignición (AIT) de 343°C (585°F).

5.7.4.1.3.8 Las pilas de heno y otras cantidades importantes de biomasa que se disponen a temperatura ambiente pueden iniciar un autocalentamiento con actividad biológica. Si el contenido de humedad del combustible es apropiado, el autocalentamiento inducido biológicamente puede ser sustituido por una oxidación, pudiendo dar lugar a un proceso térmico fuera de control y a la posterior ignición.

5.7.4.1.3.9* Ignición de la Madera. La madera, al igual que muchos otros materiales celulósicos, está sometida a un autocalentamiento cuando se expone a temperaturas elevadas inferiores a su temperatura de ignición. Sin embargo, las temperaturas a las que se alcanzará su autocalentamiento no constituyen una propiedad intrínseca del material. Más bien, depende de factores tales como el tipo de exposición y el tamaño y geometría de la pila. Para un período de calentamiento corto (inferior a un día), la madera requiere una temperatura mínima de unos 250°C (482°F) para que se produzca la ignición, aunque este valor es superior a medida que aumenta el flujo de calor. Factores tales como la naturaleza de la exposición al calor y el tamaño y geometría del material de madera, juegan un papel decisivo. La comunidad científica no ha logrado un consenso sobre la ignición por autocalentamiento de la madera expuesta a una fuente de calor durante largo tiempo.

5.7.4.1.3.10* Briquetas de Carbón Vegetal. Se sospecha que las briquetas de carbón vegetal se autocalientan hasta la ignición incluso cuando están empaquetadas en bolsas de uso doméstico [<9kg(<20lb)] a temperaturas normales. Particularmente sospechoso es el efecto de evaporación de las briquetas humedecidas con agua. No obstante, ensayos de laboratorio rigurosos han demostrado que las bolsas de briquetas de tamaño medio no se aproximan a la autoignición, ni siquiera cuando se someten a temperaturas ambiente inusualmente altas, como pueden se las del interior de un vehículo al sol. Las briquetas de carbón vegetal no tienen más tendencia al autocalentamiento que cualquier otro material común como el serrín o el heno, incluso después de humedecerse. No es posible la combustión espontánea de las briquetas en bolsas de tamaño comercial bajo condiciones ambiente normales. No se ha estudiado el efecto que ejercen los contaminantes sobre el autocalentamiento.

5.7.4.1.3.11* Contaminantes. Se sabe que los contaminantes presentes en la madera u otros materiales celulósicos ejercen un efecto sobre su oxidación y descomposición térmica. Entre los contaminantes identificados se encuentran ácidos grasos, aceites vegetales, hierro, óxidos y sulfuros de hierro, cobalto, cobre, magnesio, carbonato de plomo, de potasio, acetato de plomo, acetato sódico y pentóxido de vanadio. Todavía no se conoce el efecto de estas sustancias sobre el comportamiento de la ignición.

5.7.4.1.4* Materiales Comunes Sometidos a Autocalentamiento.

5.7.4.1.4.1 Los métodos más comunes de autocalentamiento e ignición encontrados por los investigadores son los siguientes:

(1) Polimerización de ácidos grasos (grasas animales, aceites de cocina, y aceites de secado) en materiales celulósicos (madera, tejido y papel)
(2) Oxidación de materiales carbonáceos (carbón y carbón vegetal)
(3) Oxidación inducida biológicamente (balas de heno o abono)
(4) Oxidación inducida por calor de materiales lingocelulósicos (normalmente fibra de madera y telas)
(5) Reacciones de polimerización (plásticos, cauchos, adhesivos, y partículas de pulverización en pinturas) (*Ver* NFPA 33, *Estándar sobre Aplicaciones de Pulverización que Emplean Materiales Combustibles o Inflamables, Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials*.)

5.7.4.1.4.2 Debido a las múltiples combinaciones posibles de estos factores influyentes, resulta difícil predecir cuando se autocalentará un material. El Anexo A del *Manual de Protección contra Incendios* de NFPA, en su edición 19, incluye una lista de materiales susceptibles de sufrir una ignición espontánea. La omisión de algún material no implica necesariamente que no esté sometido a autocalentamiento.

5.7.4.1.5 Incendios de Oxidantes. Un agente oxidante es una sustancia química que, aunque no necesariamente combustible por si mismo, puede aumentar la velocidad de combustión de otras sustancias o provocar una combustión espontánea cuando se combina con ellas. Muchas de estas sustancias sólo se encuentran en ámbitos industriales, pero algunos desinfectantes utilizados en piscinas, como el hipoclorito cálcico y las sales del ácido dicloroisocianúrico y tricloroisocianúrico (cloro estabilizado) experimentarán un calentamiento o combustión espontánea cuando están contaminados por algunos materiales orgánicos, sobre todo sustancias hiperbólicas, u otros oxidantes. Una vez que se inicia un fuego en un oxidante, puede producirse en su interior una reacción de descomposición, la cual, aunque técnicamente no sea una combustión, emite grandes cantidades de calor y luz. Estas reacciones pueden ser muy violentas. Para más información sobre la relación de sustancias oxidantes y las regulaciones que gobiernan su clasificación y requisitos de almacenamiento, puede consultarse la NFPA 430, *Código sobre Almacenamiento de Oxidantes Sólidos y Líquidos, Code for the Storage of Liquid and Solid Oxidizers.*

5.7.4.1.6 Materiales Pirofóricos. Algunos elementos, en particular el fósforo blanco, sodio, potasio, y algunos metales finamente divididos, como el circonio, se inflaman espontáneamente cuando se exponen al aire. Estos materiales que experimentan una combustión espontánea en presencia de aire se denominan *pirofóricos*.

5.7.4.1.7 Transición a la Combustión con Llama.

5.7.4.1.7.1 La combustión incandescente puede evolucionar a una combustión con llama si aquella genera una cantidad suficiente de vapores inflamables para que se produzca una ignición de llama pilotada. Esto ocurre normalmente cuando

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

la incandescencia se reaviva a consecuencia de la entrada de un flujo de aire, por ejemplo el que se genera con la propagación de la incandescencia, por la formación de canales o huecos que actúan como chimeneas, o por la entrada externa de un flujo de aire. Cuando se alcanza una concentración de vapores inflamables, las brasas incandescentes pueden actuar como foco de ignición de estos vapores.

5.7.4.1.7.2* No puede predecirse el tiempo requerido desde el inicio de la incandescencia hasta la transición a la combustión con llama. En el caso de mobiliario tapizado se ha observado en un rango desde 20 minutos hasta varias horas. En el caso de grandes pilas, la transición a la combustión con llama puede producirse en días o meses. Puesto que este proceso depende de los cambios de flujos de aire y de la creación de huecos o canales, su duración puede ser aleatoria.

5.7.4.1.7.3 Cuando la combustión con llama se inicia por una fuente de fuego incandescente o sin llama, como un cigarrillo, o por autocalentamiento, el proceso que lleva a la aparición de la primera llama puede ser bastante lento. Una vez que comienza la combustión con llama, sin embargo, el desarrollo del fuego puede ser más rápido que si la fuente de ignición original fuese la llama, debido al precalentamiento del combustible.

5.7.4.2 Ignición de Combustibles Sólidos por Llama Pilotada. Para que los sólidos combustibles ardan con llama, deben fundirse o vaporizarse previamente (caso de los termoplásticos) o pirolizarse generando gases o vapores (como la madera o los plásticos termoestables). En ambos casos, debe aportarse calor al combustible para generar vapores inflamables. En la ignición pilotada, estos vapores se inflaman por un foco piloto, en forma de una llama pequeña, chispa, ascua o superficie caliente.

5.7.4.2.1 Aunque el concepto de temperatura de ignición pilotada de sólidos es una aproximación de ingeniería más que una propiedad medible, el principio es lo suficientemente robusto como para aplicarlo de forma general a las temperaturas de ignición determinadas experimentalmente. El rango de temperaturas de ignición de los sólidos varía desde unos 270°C hasta 450°C (518°F a 842°F). Las temperaturas de ignición de los plásticos no retardantes suelen variar de 270°C a 360°C (518°F a 680°F), para los productos derivados de madera de 330°C a 375°C (626°F a 707°F). La temperaturas de ignición superiores a 400°C (752°F) sólo suelen presentarse en materiales retardantes al fuego por si mismos o en aquellos que los contienen.

5.7.4.2.2 Asociado al concepto de temperatura de ignición, se encuentra el de flujo de radiación mínimo para la ignición pilotada. Si tuviéramos en cuenta una superficie gruesa y bien aislada por la parte posterior (no expuesta), podrían aplicarse los conceptos de temperatura de ignición y de transferencia de calor en estado estacionario, para deducir el flujo mínimo de radiación que causaría la ignición. Para la mayoría de los materiales, el flujo crítico de energía radiante está en el rango comprendido entre 10 y 15 kW/m^2 , aunque algunos presentan valores superiores. Por el contrario, los flujos mínimos de calor para una combustión incandescente varían desde 7 a 8 kW/m^2.

5.7.4.2.3 Los valores de flujos de calor mínimos determinados experimentalmente dependen de la duración del ensayo, resultando superiores en los ensayos más cortos. Se han observado ignniciones pilotadas en períodos de hasta una hora de calor radiante. La mayoría de los ensayos de flujos de calor mínimos tienen una duración de 15 a 20 minutos. Esta diferencia puede suponer una variación de flujo de 10 a 12 kW/m^2.

5.7.4.2.4 Como se indicó en el apartado sobre Transferencia de Calor por Conducción, el aumento de la temperatura superficial transitoria de un material grueso, durante su exposición a un determinado flujo de calor, depende de la inercia térmica del material. Puesto que la inercia térmica varía ampliamente y el rango de temperaturas de ignición es pequeño, las variaciones del comportamiento del material serán, fundamentalmente, consecuencia de las variaciones en la inercia térmica. Por lo general, la conductividad e inercia térmica son proporcionales a la densidad de material. Los materiales densos, del mismo tipo genérico (maderas, plásticos) conducen más rápidamente la energía desde la zona de la fuente de ignición que los de menor densidad; los cuales actúan como aislantes favoreciendo que la energía permanezca en la superficie. Por ejemplo, para una misma fuente de ignición, el roble tarda más en iniciar la combustión que el pino, y un plástico espumoso de baja densidad entra en ignición más rápidamente que uno de alta densidad. Resulta relativamente fácil hacer arder una pila de astillas de pino pequeñas, mientras que es mucho más difícil hacerlo con un tronco grande de madera.

5.7.4.2.5 El espesor de un material también afecta en gran medida a la facilidad de ignición. Por ejemplo, resulta mucho más fácil hacer arder un trozo de papel o una viruta de madera que un tronco de madera. A medida que aumenta el espesor se requiere más tiempo para alcanzar la ignición, hasta que domina el comportamiento térmico y el incremento de grosor ejerce poco impacto. Los materiales finos entran en ignición más fácilmente porque también es posible un calentamiento en sus extremos por ambas caras. Es más sencillo provocar la ignición en el extremo de un trozo de papel que en el centro de una hoja.

5.7.4.3 Autoignición de Sólidos con Llama. Cuando no existe ninguna fuente o foco piloto, la ignición de los sólidos se basa en una autoignición de los gases inflamables generados por calentamiento. Aunque las temperaturas de autoignición no están bien definidas, ya que dependen notablemente de las condiciones medioambientales, es frecuente encontrar valores de temperaturas de autoignición (AIT) comprendidos entre 400°C y 600°C (752°F y 1112°F). Drysdale (1999) aporta dos temperaturas para la autoignición de la madera. Estas son de 600°C (1112°F) con calentamiento por radiación y de 490°C (914°F) con calentamiento por convección. Para que se produzca la autoignición a consecuencia de una transferencia de calor por radiación, los volátiles emanados desde la superficie han de estar suficientemente calientes para producir una mezcla inflamable por encima de su temperatura de autoignición cuando se juntan con el aire frío. Por el contrario, con una transferencia de calor por convección el aire se encuentra ya a elevada temperatura, por lo que los volátiles no necesitan estar tan calientes.

5.8* Propagación de la Llama.

5.8.1 Generalidades. El crecimiento de un incendio supone normalmente una propagación de la llama sobre las superficies del combustible afectado. La rapidez de este crecimiento depende de las propiedades del combustible y de la orientación de sus superficies. Generalmente hablando, la propagación de la llama puede ser de tipo concordante o contracorriente. Estos términos se re-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

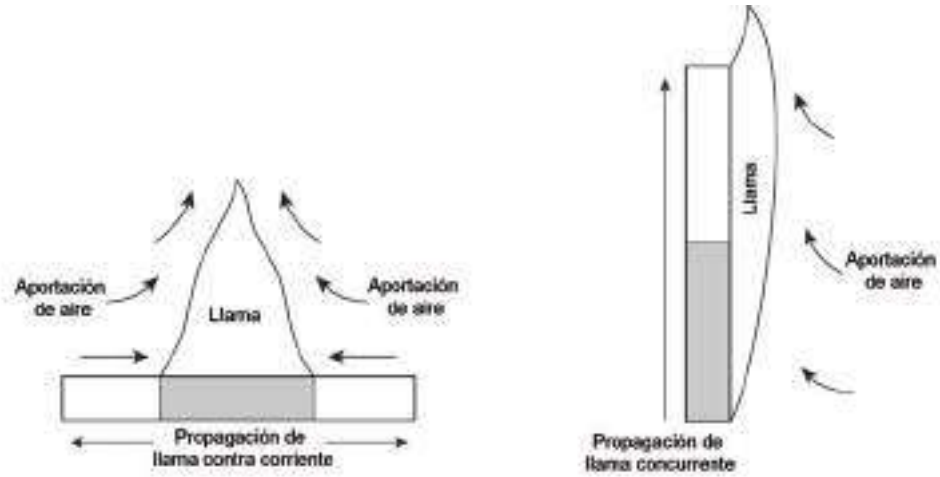


FIGURA 5.8.1 Ejemplos de Propagación de la Llama Contracorriente y Concordante. [*Fuente: Beyler y DiNenno (1994)*.]

fieren a la dirección de la propagación de la llama respecto a la del flujo de gas. Ejemplos de estas llamas se muestran en la Figura 5.8.1.

5.8.1.1 Propagación a contracorriente de la Llama. La propagación de la llama a contracorriente o a contraflujo se produce cuando la llama se extiende en una dirección opuesta al flujo de gas. Por ejemplo, la propagación lateral sobre una superficie horizontal (Figura 5.8.1) o la propagación descendiente en una superficie vertical. En general, este tipo de propagación es lenta debido a las limitaciones para calentar el combustible por delante del frente de llama.

5.8.1.2 Propagación Concordante de la Llama. La propagación concordante de la llama, también conocida como propagación asistida por el viento, se presenta cuando su dirección es igual a la del flujo de gas o dirección del viento. Como ejemplo puede citarse la propagación ascendente sobre una pared. La propagación concurrente suele ser bastante rápida, debido a que la llama permanece en contacto directo con el combustible por delante del frente de llama.

5.8.1.3 Propagación de Incendios en Superficies Inclinadas. En la Figura 5.8.1.3 se representa el flujo a contracorriente y concordante en superficies con diversas inclinaciones. Los incendios sobre superficies con pendiente, tales como rampas y paredes combustibles inclinadas o escaleras, demuestran los efectos de la propagación de las llamas en dirección concordante al flujo (*ver Figura 5.8.1.3)*. La mayoría de estas construcciones en rampa o escaleras poseen una inclinación entre 30 a 50 grados respecto a la horizontal. La propagación del incendio en pendiente es un efecto combinado entre el precalentamiento de la superficie combustible encima de la llama, por los mecanismos de conducción, convección y radiación, y el efecto radiante que aumenta exponencialmente sobre dicha superficie por la entrada de aire.

5.8.1.3.1* Propagación de Incendios en Zanjas Inclinadas. El incendio de 1987 en una escalera mecánica de la estación de King's Cross en el metro de Londres, dirigió la atención hacia un mecanismo hasta entonces desconocido (al menos en incendios de edificios), el denominado "Zanja Inclinada". Una "Zanja Inclinada" es una superficie combustible en pendiente que se encuentra limitada lateralmente por paredes verticales. Un ejemplo claro es una escalera cerrada con muros verticales en cada uno de sus lados. La propagación ascendente de la llama (concordante con el flujo) en una superficie vertical es rápida y puede incrementarse por la geometría presente. Si existen dos superficies combustibles con caras interiores, como es el caso de una escalera cerrada, la propagación ascendente se ve favorecida por la radiación cruzada entre ambas superficies en combustión. Un cambio relativamente sencillo en la forma con la que el aire accede a las llamas, influye notablemente en la velocidad de transferencia de calor desde estas a la superficie, pudiendo dar lugar a una propagación ascendente extremadamente rápida. Para entender este comportamiento es importante conocer el mecanismo. La confi-

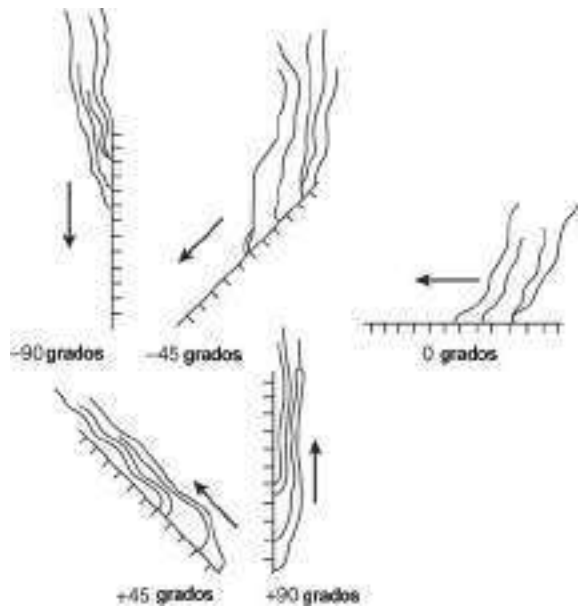


FIGURA 5.8.1.3 Interacción entre la Llama y el Combustible en la Propagación a Diferentes Ángulos de Inclinación. A Contracorriente: -90 grados, -45 grados, 0 grados; Flujo Concordante: +45 grados +90 grados.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

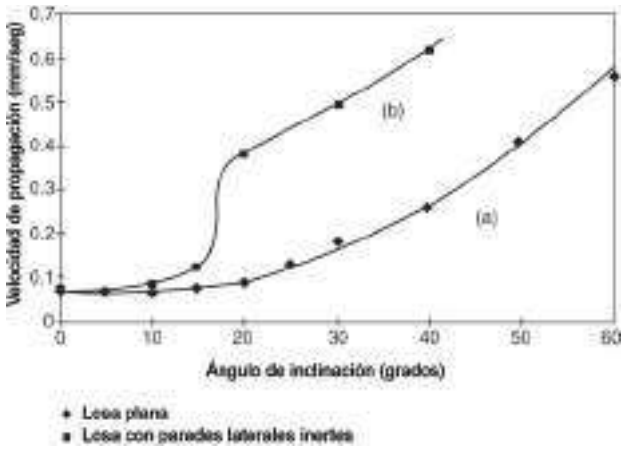


FIGURA 5.8.1.3.1 Variación de la Velocidad de Propagación Ascendente de la Llama en Bloques de Polimetilmetracrilato (PMMA) de 60 mm de Anchura A Diferentes Ángulos. [*Fuente "Fire Dynamics," ISFI (2006)*.]

guración física del entorno en la propagación ascendente puede ejercer un efecto drástico. El incendio de noviembre 1987 en la estación de King's Cross afectó a una escalera mecánica de madera con una inclinación de 30 grados. El incendio se desarrolló afectando toda la anchura de la escalera y las llamas se propagaron por la "trinchera" que formaba la escalera, en vez de elevarse verticalmente. La causa fue el confinamiento ejercido por los laterales de la escalera. La velocidad de propagación ascendente resultó totalmente inesperada y, probablemente similar a la que se hubiera manifestado si la escalera hubiera sigo vertical. El efecto se ilustra en la Figura 5.8.1.3.1, donde se muestra como cambia la velocidad de propagación de la llama (ascendente) en los bloques de polimetilmetracrilato (PMMA), a medida que el ángulo de los bloques aumenta de 0 grados (horizontal) hasta 60 grados. Sin paredes laterales, la velocidad de propagación no varía hasta una inclinación de aproximadamente 20 grados y de ahí en adelante, aumenta despacio. Sin embargo, cuando existen paredes laterales, la velocidad de propagación aumenta drásticamente cuando la pendiente supera 15 grados.

5.8.2 Propagación de la Llama en Líquidos.

5.8.2.1 La propagación de las llamas en combustibles líquidos depende del punto de inflamación de estos. Por debajo de este valor la propagación se realiza a través de la fase líquida, y por encima del punto de inflamación trascurre a través de la fase gaseosa.

5.8.2.2 Propagación de las llamas en estado líquido. En la mayoría de los fuegos en fase líquida las llamas se propagan a contracorriente, sin embargo , la propagación a favor del viento en un fuego de derrame o hacia arriba en fuegos en cascada en una pared son ejemplos de propagación concurrente. La propagación a contracorriente de las llamas en líquidos es favorecida por el flujo producido por la tensión superficial en el derrame, lo cual acelera el calentamiento del combustible delante del frente de llama. En capas muy finas de combustible, los flujos debidos a la tensión superficial son más lentos. Algunos investigadores han constatado que este tipo de propagación en fase líquida no se produce en derrames con menos de 2 mm. de espesor. Los derrames de combustible en superficies horizontales y planas tienen en general una profundidad de 1 mm, aunque de modo en suelos con superficies niveladas de forma estándar, se producen derrames de más profundidad. La velocidad de propagación de las llamas están dentro del rango de 1 a 10 cm/s. En la figura 5.8.2.2 se incluyen los datos para JP-8, que es un combustible de uso militar, muy parecido al Jet A usado en la aviación comercial.

5.8.2.3 Propagación de la Llama en la Fase Gaseosa. Cuando el líquido se encuentra por encima de su punto de inflamación, existe una concentración inflamable de vapores cerca de su superficie. La propagación de la llama se produce a través de la mezcla de vapor de combustible/ aire a velocidades características de las llamas de premezcla, 1 a 2 m/s [*ver Figura 5.8.2.2 con información sobre el JP-8, un combustible militar similar al comercial Jet A.*]

5.8.3 Propagación de la Llama en Sólidos.

5.8.3.1 La propagación de la llama sobre combustibles sólidos puede entenderse en términos de un proceso de ignición continua. En cada posición, el combustible necesita calentarse hasta unas condiciones en las que pueda entrar en ignición y arder. Por lo tanto, todos lo factores que influyen en la ignición de un combustible sólido afectan también a las velocidades de propagación de la llama. Estas velocidades dependen de los mecanismos de propagación de la llama (concordante y a contracorriente) así como del espesor y propiedades térmicas del combustible.

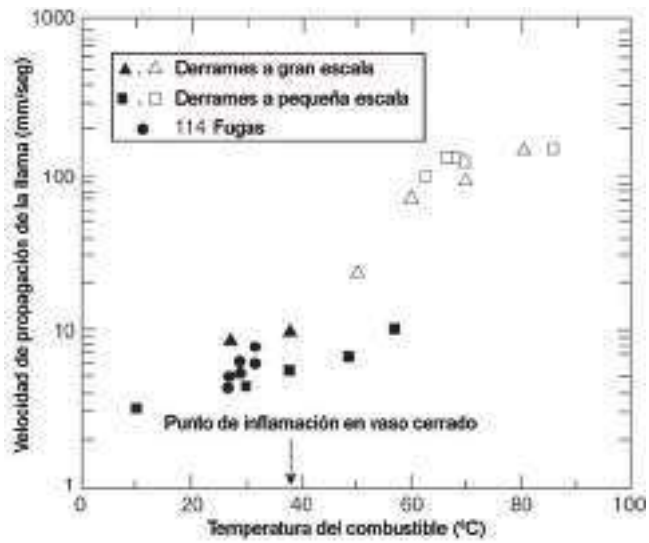


FIGURA 5.8.2.2 Velocidades de propagación de las llamas a contracorriente en un derrame de 5 mm (0.2 pulgadas) de profundidad de JP-8 en función de la temperatura del combustible. El JP-8 es un combustible militar muy similar al Jet A usado en la aviación comercial. Los datos a gran escala se obtuvieron en pruebas realizadas en un tanque de 5 por 40 pies, mientras que los datos a pequeña escala provienen de las pruebas realizadas en un tanque de 8" por 5 pies. La temperatura de transición a la fase de propagación de la llama en fase gaseosa va más allá del punto de inflamación a medida que aumenta la escala de la prueba. [*Extraído de Gottuk and White (2002)*]

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

5.8.3.2 Propagación de la Llama a Contracorriente en Combustibles de Poco Espesor. La propagación de la llama a contracorriente en los combustibles finos se produce normalmente en sentido descendente. La llama se pega a la superficie del combustible en ambos lados de la hoja y la región de combustión activa suele ser bastante pequeña. La llama que desciende en una cerilla o en un trozo de papel, son ejemplos característicos de este tipo de comportamiento. Las velocidades de propagación de la llama son normalmente de 0.2 a 2 mm/s y los valores más altos se alcanzan en los combustibles de menor espesor.

5.8.3.3 Propagación Concordante de la Llama en Combustibles de Poco Espesor. La propagación concordante de la llama en los combustibles finos se produce normalmente en sentido ascendente. La llama se fija a la superficie del combustible en ambos lados de la hoja. Puesto que la propagación es más rápida que a contracorriente, la región de combustión activa es más grande. Son ejemplos característicos de este tipo la propagación ascendente de la llama en una cortina o en un trozo de papel. Las velocidades de propagación son del orden de decenas de cm/s y los valores más altos se alcanzan con los combustibles de menos espesor. No existe ninguna tendencia general de la velocidad de propagación en combustibles finos, ya que estos se inflaman y arden con rapidez (produciendo llamas de longitud más pequeña).

5.8.3.4* Propagación de la Llama a Contracorriente en Combustibles de Gran Espesor. La propagación de la llama a contracorriente en los combustibles gruesos se produce normalmente en sentido descendente (ver Figura 5.8.3.4). La transferencia de calor desde la base de la llama (ver Figura 5.8.3.4), se produce, tanto a través de la fase gaseosa como de la fase sólida. Las velocidades de calentamiento quedan limitadas por el reducido tamaño del área de trasmisión de calor, normalmente con longitudes del orden de milímetros. También existen pérdidas de calor hacia el interior del material grueso. Las velocidades de propagación de la llama suelen ser del orden de 0.1 mm/s. En el caso de la espuma de poliuretano toman valores comprendidos entre 2 y 4 mm/s debido a la escasa densidad del material. Algunos materiales gruesos o densos no pueden presentar una propagación a contracorriente de la llama si no existe un calentamiento previo externo. Un ejemplo característico es el de un trozo de madera grueso. Calentando hasta 100–200°C, la mayoría de los productos soportarán una propagación a contracorriente. Entre estas fuentes calor se incluye la radiación de los gases calientes confinados o de las llamas que se encuentren en las proximidades. Las formas geométricas con canales o tiros son muy apropiadas para favorecer la radiación que mantiene la combustión superficial y la propagación de las llamas. Con un calentamiento externo, las velocidades de propagación de la llama en combustibles sólidos densos se aproximan a las de propagación por la fase gaseosa en combustibles líquidos.

5.8.3.5* Propagación Concordante de la Llama en Combustibles de Gran Espesor. La propagación concordante de la llama en los combustibles gruesos se produce normalmente en sentido ascendente sobre paredes o sobre la cara interior de los techos combustibles. En un combustible grueso o denso, aumenta continuamente la longitud de la llama que calienta el material por delante del área de combustión. Esto favorece una posible aceleración ilimitada de las velocidades de propagación. Las medidas realizadas sobre una pared de PMMA de 1.6 m fueron de hasta 6 mm/s y hasta 10 mm/s en una pared de 3.5 m [Orloff et. al. (1974), Wu et. al. (1996)]. Medidas similares de velocidades de propagación de la llama, tomadas en una pared de cartón coarrugado de 1.3 m de altura dieron valores de 6 a 9 mm/s [Grant y Drysdale (1995)]. En los canales o huecos de los racks de mercancías almacenadas en cajas de cartón, se han observado velocidades mayores. Desde un mechero situado a la altura del suelo a tiempo cero, las llamas pueden afectar al combustible a una altura de 2 m en 30 segundos y al cartón a una altura de 5 m en 42 segundos [McGrattan et. al. (1998).] El incremento de las velocidades de propagación de las llamas no se produce para todos los materiales ni todas las llamas de exposición. Si el incendio al que se expone una pared no es suficientemente grande, es posible que no se produzca una propagación ascendente de la llama, o puede crecer hasta una delimitada altura antes de cesar la propagación [Saito et. al. (1986)].

5.8.3.6 Influencia de la Fusión y el Goteo en la Propagación de la Llama. Las llamas pueden propagarse de distinta forma en diferentes partes de un mismo elemento combustible, por ejemplo, una llama puede propagarse lentamente por la superficie horizontal de una silla y hacerlo con rapidez en el respaldo de la misma. Si un material funde, es probable que gotee y forme un charco en una superficie horizontal. Las

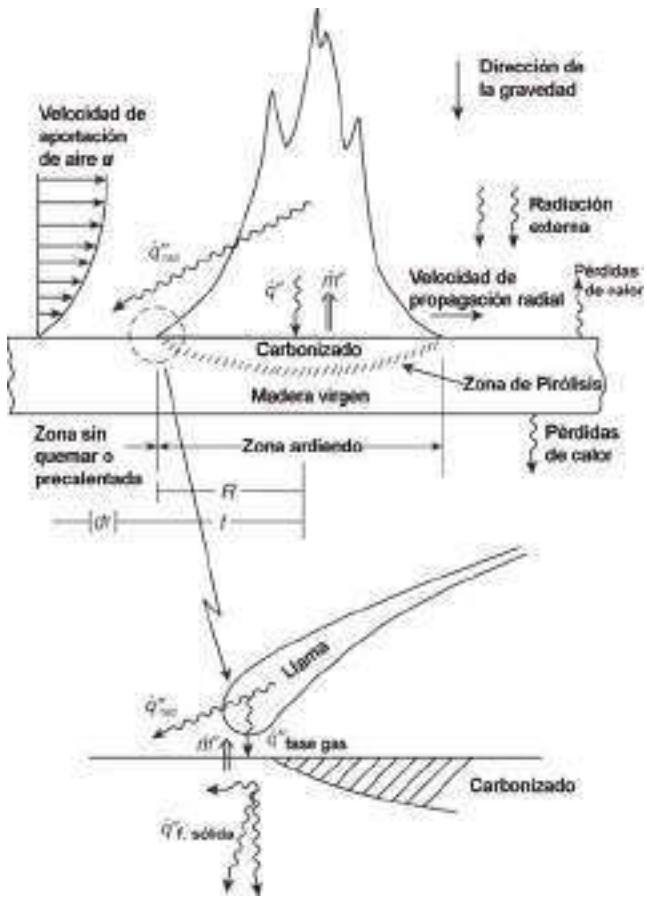


FIGURA 5.8.3.4 Propagación de la Llama sobre una Superficie Horizontal de Madera. [Fuente: Atreya (1984).]

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

gotas de la espuma de poliuretano de un mueble pueden formar un charco debajo de él. La ignición la parte inferior del mueble por el incendio del charco aumenta la velocidad de combustión del mueble ocasionando una propagación rápida de las llamas. La fusión y goteo de un material puede dar lugar también a una eliminación del combustible desde el frente de propagación de la llama. Esto puede dificultar significativamente la propagación del frente de llama a través de la superficie del material.

5.8.3.7 Influencia del calentamiento Externo en la Propagación de la Llama. El calentamiento externo de la superficie de un combustible por la presencia de llamas próximas o por la radiación de la capa de gases calientes formada en un recinto, puede favorecer considerablemente la velocidad de propagación de las llamas.

5.9* Propagación del Incendio en un Recinto Cerrado.

5.9.1 La cantidad de calor generado en un incendio depende normalmente de la cantidad y tipo del combustible afectado en un determinado momento y bajo determinadas condiciones de ventilación. Durante la propagación de la llama en un elemento combustible, durante la ignición de combustibles adicionales, o por cambios en la ventilación, puede producirse un aumento en la velocidad de desprendimiento de calor. A medida que el incendio incrementa su tamaño, aumenta la posibilidad de propagación a otros recintos o áreas del edificio. La propagación de las llamas es el desplazamiento de estas sobre un elemento combustible (por ejemplo, un sofá o un tabique combustible), mientras que la propagación del incendio es la ignición de elementos combustibles adicionales que pueden extender el incendio a través de un recinto o edificio.

5.9.2 Propagación del Incendio. La propagación del incendio, a diferencia de propagación de las llamas, implica la ignición de otros elementos combustibles alejados. Estos pueden encontrarse en el mismo recinto o en uno adyacente. El incendio puede propagarse por un impacto directo de las llamas o por ignición remota de los combustibles adyacentes.

5.9.2.1 Propagación del Incendio por Impacto de las llamas. A medida que el incendio crece, la propagación de las llamas puede verse favorecida por el flujo de gases calientes que ascienden en el interior del recinto. Por ejemplo, las llamas procedentes de un incendio de charco en el centro de un recinto, pueden desviarse por el flujo de aire que entre por una puerta. Esta desviación puede hacer impactar las llamas en otro elemento combustible próximo. Además, debido a la falta de simetría en la entrada de aire en el penacho del incendio, las llamas de combustibles situados contra una pared o en una esquina pueden fijarse a las superficies verticales, Si estas superficies son combustibles, pueden arder por el contacto directo de las llamas.

5.9.2.2 Propagación del Incendio por Ignición Remota. La ignición remota puede producirse a través de los tres mecanismos de transmisión de calor. A través de suelos y paredes puede trasmitirse calor por conducción llegando a provocar la ignición de elementos combustibles. Un ejemplo característico es la ignición de los tacos de madera situados detrás de un muro o tabique de albañilería, debido al calor conducido por el muro desde el incendio de un recinto hasta los elementos estructurales combustibles.

5.9.2.2.1 La transmisión de calor por radiación puede proceder de las llamas o de la capa de gases calientes y causar la ignición de elementos combustibles distantes. El método dominante en la propagación de un incendio desde una posición a otra alejada es el de transmisión de calor por radiación. La capa de gases calientes transmitirá radiación térmica a otros elementos combustibles que puede inflamarse. Si el incendio inicial de un recinto se desarrolla lo suficiente e implica suficiente combustible, la radiación emitida puede calentar la superficie de otros combustibles alejados alcanzando su punto de autoignición y comenzando a propagarse las llamas por ellos. Este efecto se observa en el momento que el incendio de un recinto pasa a ser un incendio súbito generalizado (flashover). Algunos de los factores que pueden influir es este fenómeno son las dimensiones del incendio, la cantidad de energía radiada, la geometría entre los dos objetos combustibles (por ejemplo, de cara uno con otro o en ángulo, un objeto pequeño expuesto a uno grande), y la distancia entre ambos.

5.9.2.2.2 La propagación del incendio puede producirse también por "goteo". Esto ocurre cuando un material funde, gotea e inflama los materiales que encuentra a su paso. Cuando un material o estructura elevada dentro de un recinto arde con llamas, existe la posibilidad de que, antes de que se consuma totalmente, pierda su integridad y caiga sobre otras zonas del recinto o a otros niveles más bajos del edificio. Cuando esto ocurre, los materiales, aún ardiendo, pueden quedar próximos a otros que no han entrado todavía en ignición. La propagación por goteo puede producirse también cuando arden materiales termoplásticos, cortinas u otros elementos combustibles de poco espesor.

5.10 Desarrollo del Incendio en un Recinto.

La siguiente es una lista de referencias sobre el desarrollo del incendio en un recinto:

(1) Custer, R. (2003),"Dinámicas del Crecimiento del Incendio en un Recinto", "Dynamics of ComPartement Fire Growth," Manual de Protección contra Incendios de NFPA, edición 19 ed., Sección 2.4.

(2) Thomas, P. (1995), 2Crecimiento del Incendio hasta una Afección Total", "The Growth of Fire-Ignition to Full Involvement," *Combustión Fundamentals of Fire,* ed. Cox, G., Academic Press, London.

(3) Quintiere, J. (2002), "Modelos de Incendios en Recintos", "ComPartement Fire Modeling," *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, ed. DiNenno, P., National Fire Protection Association, Quincy, MA.

(4) Walton, D., Thomas, P. (2002), "Estimación de Temperaturas en Incendios de Recintos", "Estimating Temperatures in ComPartement Fires," *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering,* ed. DiNenno, P., National Fire Protection Association, Quincy, MA.

(5) Cooper, L. (2002)," Humos y Ambiente Generados por el Incendio en un Recinto", "ComPartement Fire-Generated Environment and Smoke Filling," *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering,* ed. DiNenno, P., National Fire Protection Association, Quincy, MA.

5.10.1 Generalidades.

5.10.1.1 La velocidad y forma como se desarrolla un incendio depende de una relación compleja entre los materiales en combustión y las condiciones ambientales del entorno. 5.10.1.2 En

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

incendios en recintos cerrados, la acumulación de calor en el techo de la habitación puede hacer que se eleve su temperatura y producir una columna de humo de alta temperatura. La radiación desde esa parte superior del espacio puede aumentar significativamente la velocidad de liberación de calor de un objeto ardiendo. Este incremento puede ser mayor que en incendios abiertos.

5.10.1.2 En incendios en recintos cerrados, la acumulación de calor en el techo de la habitación puede hacer que se eleve su temperatura y producir una columna de humo de alta temperatura. La radiación desde esa parte superior del espacio puede aumentar significativamente la velocidad de liberación de calor de un objeto ardiendo. Este incremento puede ser mayor que en incendios abiertos.

5.10.1.3 Los recintos cerrados pueden también restringir la velocidad de liberación de calor cuando se reduce la entrada de aire necesaria para mantener la combustión. Esta sección resume el desarrollo de un incendio en un recinto cerrado.

5.10.1.4 La velocidad de crecimiento de un incendio apreciada mediante observación es muy subjetiva. En muchas ocasiones los testigos informan del desarrollo del incendio desde el momento que se descubre, que puede no corresponderse con el momento de ignición. La velocidad de crecimiento del incendio depende de muchos factores además de la carga de fuego, entre los que se incluye la configuración del combustible, tamaño y propiedades de la habitación, ventilación, fuente de ignición y primer combustible afectado. La información sobre el desarrollo de un incendio rápido, procedente de una observación visual, no debería considerarse para apoyar una causa de tipo incendiario.

5.10.2 Fenómenos del Incendio en un Recinto Cerrado.

5.10.2.1 Cuando la pluma de un incendio alcance el techo de un recinto, se verá afectado el flujo de humos y gases y el crecimiento del propio incendio. La Figura 5.10.2.1 representa una habitación con una puerta. En su interior hay diversos elementos combustibles; uno de ellos es el primer combustible que entra en ignición, y el resto son combustibles "objetivo". El penacho choca con el techo y el flujo se desvía debajo de él formando un chorro turbulento (ceiling jet). Estos gases fluyen en todas las direcciones hasta que chocan con las paredes del recinto. Puesto que al alcanzar las paredes ya no pueden propagarse horizontalmente, los gases se desplazan hacia abajo creando una capa de gases calientes bajo el techo.

5.10.2.2 Capa de Humo. El incendio actúa como una "bomba" impulsando masa (gases calientes) y energía a la capa superior. Esta incorporación continua de gases calientes hace aumentar el grosor de la capa. El incremento de espesor continúa hasta que los gases calientes alcanzan la base del incendio o la parte superior de una abertura.

5.10.2.3 Cuando la capa de humos y gases llegue a la abertura, como se ilustra en la Figura 5.10.2.3, comenzará a fluir hacia el exterior del recinto. El descenso de la capa se verá interrumpido cuando el flujo de gases calientes que salen por la abertura se iguale al de los gases que se incorporan a la capa desde el incendio.

5.10.2.4 Si el fuego aumenta de tamaño, la parte inferior de la capa del techo, llamada interfase, irá descendiendo, la temperatura de los gases y humos calientes irá aumentando y el calor radiante de la capa empezará a calentar el combustible secundario que no había ardido, como se muestra en la Figura 5.10.2.4. En la salida se crea un esquema de corriente perfectamente definido, con los productos calientes de la combustión saliendo por arriba y el aire frío entrando en la habitación por debajo de la capa de humo del techo.

5.10.2.5 En la primera fase de la combustión existe aire suficiente para quemar todos los materiales que se pirolizan. Esto se denomina *combustión dependiente del combustible*. A medida que avanza la combustión, el aire disponible seguirá siendo suficiente y el fuego puede continuar propagándose con oxígeno suficiente. Normalmente esto sucedería en una habitación con una puerta o ventana grande en comparación con la superficie combustible que arde. En tales casos, los gases acumulados en la parte superior de la habitación, mientras están calientes tienen oxígeno suficiente y cantidades de combustible sin quemar relativamente pequeñas.

5.10.2.6 A medida que el incendio progresa, aumenta la temperatura de la capa de gases calientes y la radiación hacia los contenidos combustibles del recinto. La Figura 5.10.2.6 muestra la evolución de la importancia que supone la transmisión de calor por convección y radiación. A medida que se desarrolla el incendio, aumenta el flujo de calor por convección y por radiación, pero es este último el mecanismo que llega a dominar la transmisión global. La temperatura superficial de los contenidos combustibles aumenta y se producen gases de pirólisis. Cuando la temperatura de la capa superior se acerca a unos 590ºC (1.100ºF), los combustibles entran en ignición, afectando a todas las superficies combustibles expuestas a la radiación procedente de la capa superior. Este es el fenómeno conocido como "flashover" o combustión súbita generalizada que se ilustra en la Figura 5.10.2.6. Los términos *flameover y rollover* se utilizan a menudo para describir un estado en el que las llamas se propagan sólo a través o a lo largo de la capa del techo, sin afectar a la superficie de los combustibles secundarios. Las condiciones de *flameover y rollover* suelen preceder a la combustión súbita generalizada, pero eso no quiere decir que siempre se produzca dicha combustión. A medida que el incendio se desarrolla, la transferencia del calor por radiación domina a la transferencia por convección.

5.10.2.7 Si la cantidad de aire existente en la habitación no es suficiente para quemar todos los combustibles pirolizados por el incendio, éste cambiará de estar controlado por el combustible (donde el calor liberado depende de la cantidad de combustible) a estar controlado por la ventilación (cuando todo el combustible está ardiendo y el calor generado depende del oxígeno disponible). En esta última situación, la capa del techo contiene grandes cantidades de productos de la pirólisis sin quemar y monóxido de carbono. *Ver la Figura 5.10.2.7*.

5.10.2.8 Durante la combustión posterior al flashover, la posición de la parte inferior de la capa de gases y la existencia y tamaño de las llamas sobre los combustibles, pueden variar entre las condiciones que se muestran en la Figura 5.10.2.6 y en la Figura 5.10.2.7. Aunque es corriente la combustión de suelos o de sus recubrimientos, esta no siempre se extiende bajo los combustibles secundarios u otras superficies. Este estado del incendio totalmente desarrollado es característico de la *combustión controlada por ventilación*.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

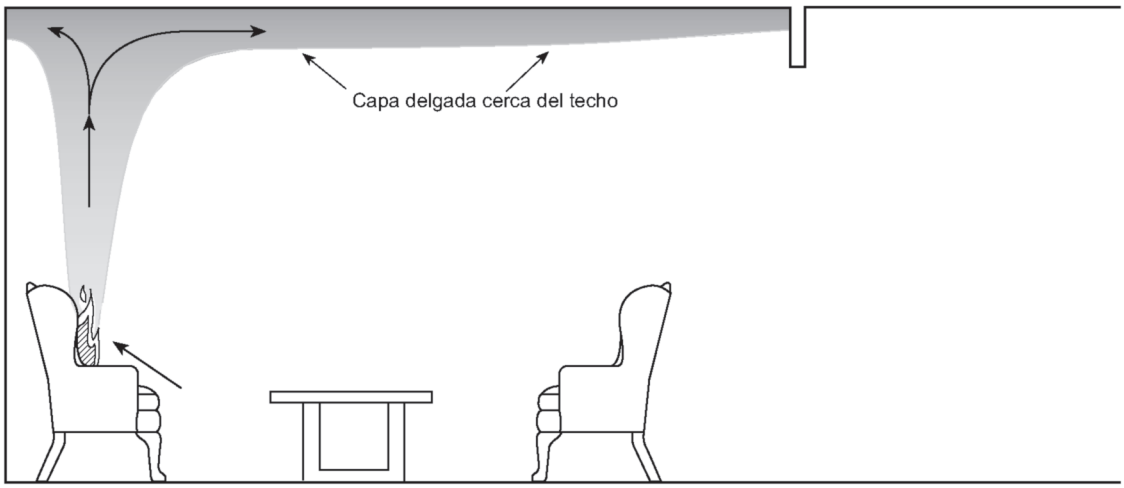


FIGURA 5.10.2.1 Desarrollo Inicial del Incendio en un Recinto.

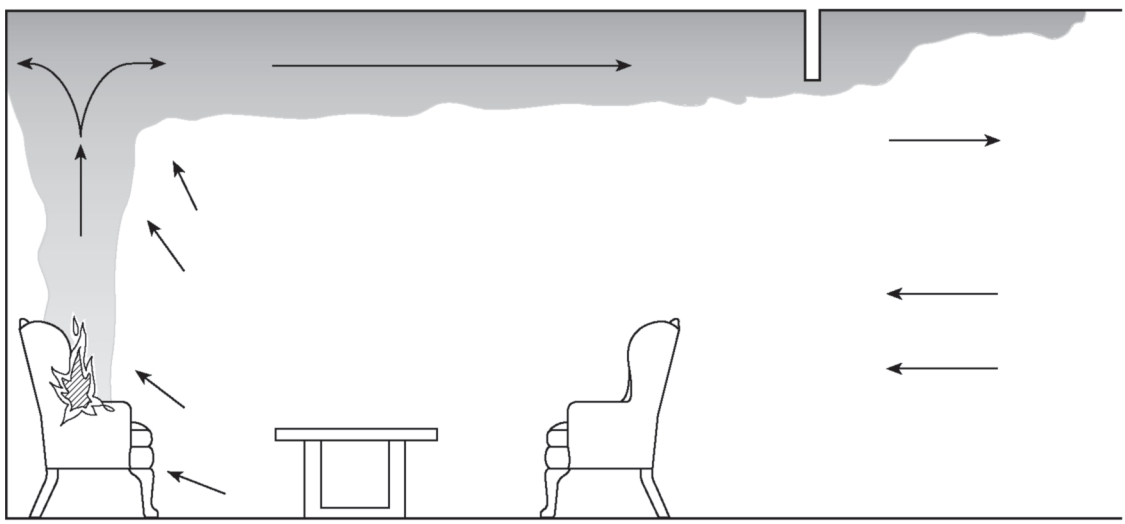


FIGURA 5.10.2.3 Desarrollo de la Capa Superior en el Incendio en un Recinto.

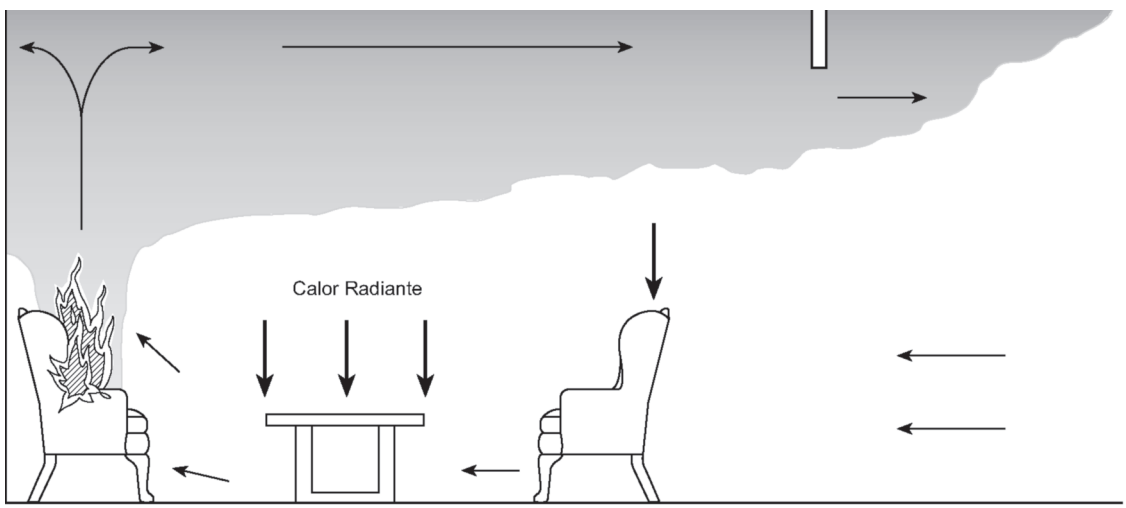


FIGURE 5.10.2.4 Condiciones Previas a la Combustión Súbita Generalizada en un Recinto (Flashover).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

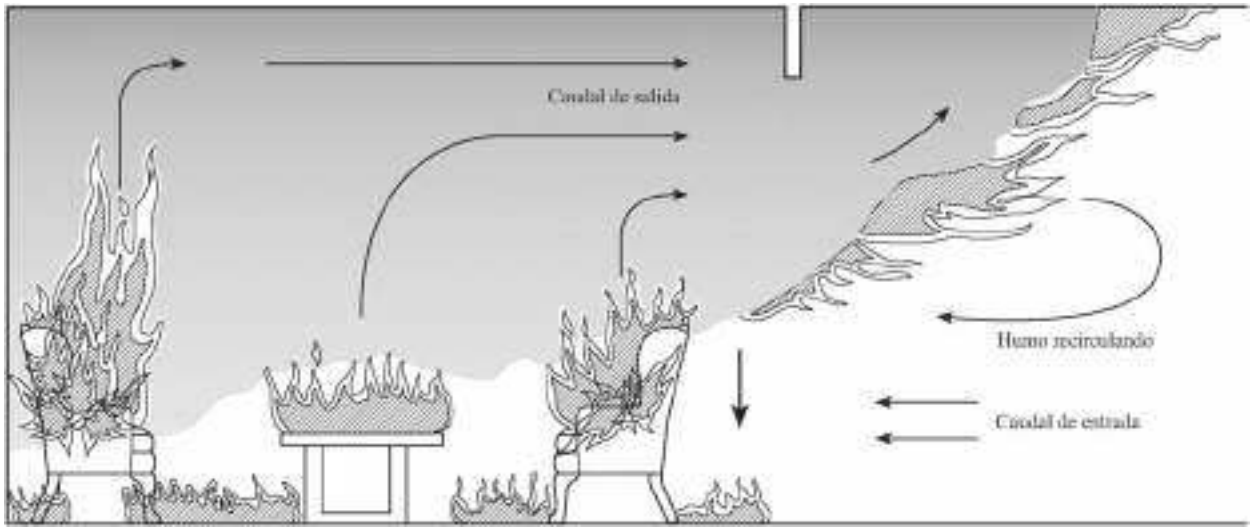


FIGURA 5.10.2.6 Condiciones de Combustión Súbita Generalizada en un Recinto (Flashover).

5.10.3 Flujos de Aire en el Recinto.

5.10.3.1 Los flujos de aire necesarios para mantener un incendio en un recinto pueden ser aportados por ventilación mecánica (HVAC) o por ventilación natural a través de aberturas. Excepto cuando los huecos de ventilación natural son extremadamente limitados, es esta la que suele dominar sobre la ventilación de tipo mecánico.

5.10.3.2 La ventilación natural mediante ventanas o puertas abiertas se produce debido al ascenso del aire asociado al incendio y a la capa de gases calientes. Estos últimos, con una densidad muy inferior a la del ambiente, escapan por la parte superior de la abertura y el aire que les sustituye se introduce por la parte inferior. La altura a la cual el flujo cambia de dirección se conoce con el nombre de "plano neutro". Esta demarcación suele ser visible en las marcas del incendio sobre el marco de la puerta. Una región amplia y ascendente de daños por temperatura en una puerta abierta indica el flujo de gases calientes. En la Figura 5.10.2.4, Figura 5.10.2.6, y Figura 5.10.2.7, los planos neutros están indicados como NP.

5.10.3.3 Flujos por una Abertura única.

5.10.3.3.1 Cuando la interfase de la capa de gases calientes se encuentra próxima a la parte superior de la abertura, la salida de los gases se produce a la altura de la interfase y por encima de esta. Bajo estas condiciones, la interfase de la capa y el plano neutro están a la misma altura.

5.10.3.3.2 Cuando la interfase de la capa caliente desciende cerca de la base de la abertura, el plano neutro deja de estar a la misma altura que aquella. Cuando la capa de gases calientes dentro del recinto se extiende por la parte inferior de la abertura, el plano neutro se sitúa entre 1/3 y 1/2 de la altura de esta.

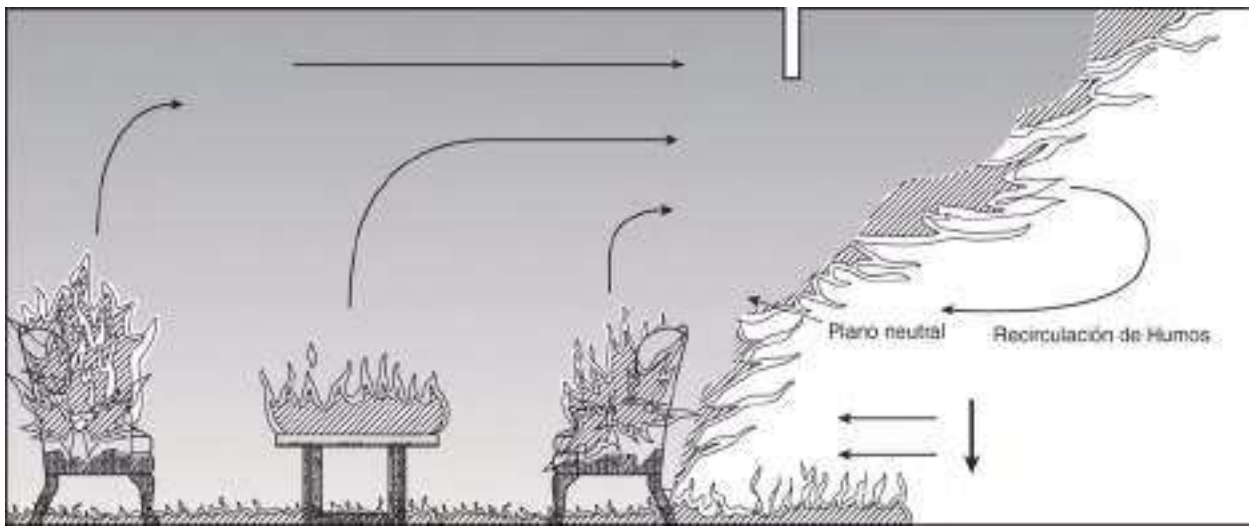


FIGURA 5.10.2.7 Post-Flashover o Extensión del Fuego a toda la Habitación en un Recinto Cerrado

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

5.10.3.3.3 En el caso de una sola abertura, el flujo de aire hacia el interior del recinto es proporcional al factor de ventilación, $A\sqrt{H}$, donde A es la superficie de la abertura y H su altura. La dependencia de $\sqrt{H}$ se debe a los incrementos de presión que se alcanzan al aumentar la altura de la abertura. La máxima velocidad de liberación de calor sostenible por el aire del recinto con una sola abertura, viene dada por la expresión:

[kW, m]

$$Q_{stoich} = 1500\, A_0 \sqrt{H_0}$$

donde:

Q_{stoich} = máxima cantidad de calor generada basada en el caudal de aire (kW).
A_0 = área de abertura (m^2).
H_0 = altura de apertura (m).

5.10.3.3.4 Una abertura de paso de 0.9 m (3 pies) de ancho y 2.1 m (7 pies) de alto puede sostener una liberación de calor de unos 4000 kW o 4 MW. Si cerramos la parte inferior del hueco en una altura de 1 metro, para hacer una ventana, la abertura tendrá ahora 1.1 metros de alto y podrá sostener una generación de calor de tan solo 1600 kW o 1.6 MW.

5.10.3.4 Flujos por Aberturas Múltiples.

5.10.3.4.1 El incendio en un recinto presenta una sola altura del plano neutro, incluso cuando hay varios huecos a diferentes alturas. Por encima de la altura del plano neutro, los flujos se dirigen fuera del recinto. Por debajo de la altura del plano neutro, los flujos se dirigen hacia el interior del recinto.

5.10.3.4.2 Las aberturas situadas sólo por encima del plano neutro son ventilaciones de salida en su totalidad. Otras pueden encontrarse sólo por debajo del plano neutro, actuando únicamente como ventilaciones de entrada. Por supuesto, estas últimas no presentarán ningún daño externo motivado por el calor o los humos.

5.10.3.4.3 La abertura de huecos adicionales durante un incendio produce cambios en la altura del plano neutro. Por ejemplo, una ventana puede presentar dos flujos direccionales durante una parte del incendio. Más tarde, ese hueco puede actuar únicamente como ventilación de entrada cuando el fuego sobrepase el techo del recinto. Es ese momento, el penacho procedente de la ventana desaparecerá y el humo del techo irá a parar a la planta superior. Si el techo es la cubierta, se formará un penacho sobre ella.

5.10.3.5 Aberturas de Ventilación.

5.10.3.5.1 Algunos recintos poseen aberturas de ventilación (por ejemplo, puertas o ventanas abiertas). Las ventanas cerradas se convertirán en huecos de ventilación cuando los cristales fallen. Aunque estos se rompen cuando alcanzan temperaturas comprendidas entre 60–100°C, no suelen hacerlo hasta que se produce un flashover o combustión súbita generalizada, excepto si las llamas impactan directamente sobre ellos. También pueden crearse aberturas por la destrucción de puertas u otras barreras.

5.10.4 Combustión Súbita Generalizada (Flashover).

5.10.4.1 La combustión súbita generalizada representa el paso de un estado en el que el fuego está dominado por la combustión del primer elemento que ha ardido (y los objetos que haya alrededor sometidos a ignición directa), a otro en el que arden todos los elementos de la habitación. Esta transición puede definirse como el paso de "un incendio en un recinto" a "un recinto incendiado". Para los investigadores es importante darse cuenta del hecho de que la combustión súbita generalizada es un elemento desencadenante, no un acontecimiento final. Después de la combustión súbita generalizada se pasa a lo que se llama *implicación de toda la habitación.* El inicio de la combustión súbita generalizada se produce cuando la capa de gases calientes llega a niveles de energía radiante (flujo) de los combustibles que no han ardido, de unos 20 kW/m^2. Este flujo suele ser suficiente para hacer que ardan los materiales combustibles normales. El flujo en la fase de implicación de toda la habitación es bastante mayor que al principio de la combustión súbita, habiéndose alcanzado hasta a 170 kW/m^2 a nivel del suelo.

5.10.4.2 Cuando se ha llegado al estado de combustión súbita generalizada, en la mayoría de los casos se pasa a la fase de implicación de toda la habitación, a no ser que se haya agotado el combustible, el oxígeno, o que se haya extinguido el fuego. En la fase de implicación de toda la habitación, la capa caliente puede llegar al nivel del suelo, pero tanto en los ensayos como en los fuegos reales se ha visto que la capa caliente no siempre llega a ese nivel. Puede alcanzarse una afección total del recinto por el propio crecimiento del incendio, sin que implique un flashover o combustión súbita generalizada.

5.10.4.3 No todos los recintos pueden alcanzar una afección total por el incendio. Aquellos con escasa ventilación o los muy grandes, pueden consumirse totalmente sin afectar a todos los elementos combustibles a la vez. Los incendios en naves de almacenamiento grandes suelen propagarse como un frente de llama desde un extremo al otro del recinto, en vez de afectar simultáneamente a todo el espacio de la nave. Los recintos muy alargados con un hueco de ventilación en un extremo tienden también a propagar el incendio desde el lado del hueco hasta el opuesto, incluso cuando la ignición no comienza cerca de aquel.

5.10.4.4 Abertura de Ventilación. El tamaño mínimo de un fuego (en kilovatios) que puede dar lugar a la combustión súbita generalizada en una habitación dada, es función de la ventilación que pasa a través de las aberturas. Esto es lo que se conoce como *factor ventilación*, que se define como la superficie de la abertura (A_0) por la raíz cuadrada de la altura de esa abertura (H_0).

5.10.4.5* Para obtener una aproximación sobre la tasa de liberación de calor necesaria para que se producza un "flashover" en una habitación con una sola abertura, se puede utilizar la siguiente relación:

$$Q_{f0} = 750 A_0 \sqrt{H_0}$$

donde:

Q_{f0} = tasa de liberación de calor (kW)
A_0 = área de la abertura en m^2
H_0 = altura de la apertura en m

5.10.4.5.1 En el caso de la abertura de una puerta de 0.9 m (3 pies) de anchura y 2.1 m (7 pies) de alto, se requeriría una liberación de calor de unos 2000 kW o 2 MW para producirse un flashover o combustión súbita generalizada. La relación indica en el apartado anterior es independiente del tiempo, pero diversos estudios indican que es necesario desprender mayor cantidad de calor para producir un flashover cuando el pico máximo de liberación de calor es de duración corta.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

5.10.4.6 Para alcanzar un flashover en una habitación de vivienda son usuales períodos de 3 a 5 minutos, incluso se han observado intervalos menores en incendios no acelerados.

5.10.5 Incendios en Recintos Totalmente Desarrollados. En un incendio totalmente desarrollado, la puerta de la habitación es un obstáculo a la cantidad de aire para la combustión que hay dentro de la misma y la mayoría de los productos de la pirólisis arden fuera de ella. Antes de la combustión súbita generalizada se produce la fase de en "flameover"o "rollover" en el techo, que no siempre da lugar a la combustión generalizada, sobre todo si es una habitación grande, de techo alto o si la cantidad de combustible presente es limitada.

5.10.6 Efectos del Recinto sobre el Desarrollo del Incendio. En un incendio con una determinada cantidad de combustible, el tamaño de las aperturas de ventilación, el volumen de la habitación, la altura del techo y la situación del fuego con respecto a las paredes y esquinas, afectan a la velocidad de propagación del fuego en la habitación.

5.10.6.1 Volumen y Altura de Techo del Recinto. Para la combustión súbita generalizada es necesario que se cree una capa de techo a temperatura suficiente para que cause la ignición por radiación de los combustibles expuestos. Los techos altos o las habitaciones grandes retrasan esta acumulación de temperatura y, posiblemente, el retardo de la combustión súbita generalizada, o incluso que no se produzca. Otro factor, aunque de menor importancia, es la distancia entre la parte inferior de la capa caliente y los materiales combustibles presentes en la habitación.

5.10.6.2* Localización de un fuego en una espacio cerrado. Cuando una carga combustible está separada de la pared, el aire puede fluir libremente en todas direcciones y mezclarse con los gases combustibles. Esto suministra aire para la zona en llamas y enfría la parte superior de la pluma por arrastre (ver 5.4.3.) Si la carga de combustible o la pluma están situadas junto a la pared (no en una esquina), para un determinado tamaño de un fuego se puede producir una capa de gases con una temperatura absoluta un 30% mayor que el mismo tamaño de fuego con la carga separada de la pared. Cuando la misma carga de combustible se sitúa en una esquina, para un determinado tamaño de un fuego se puede producir una capa de gases con una temperatura absoluta un 70% mayor que el mismo tamaño de fuego con la carga separada de la pared.

5.11 Propagación del Incendio entre Recintos. La propagación de un incendio entre recintos puede ocurrir a través de las aberturas que los conectan o de las barreras (muros o techos) que los separan.

5.11.1 Propagación del Incendio a Través de Aberturas. Esta propagación puede efectuarse por varios mecanismos:

(1) Contacto directo de una llama desde la abertura del recinto afectado a los combustibles del otro recinto.
(2) Ignición de los combustibles del recinto secundario debido a la radiación emitida desde la abertura del recinto incendiado y desde la capa de gases formada por el flujo de gases que se introduce desde el recinto incendiado.
(3) Ignición de los combustibles del recinto secundario debido a las ascuas ó pavesas transportadas por al abertura desde el recinto incendiado.

5.11.2 Propagación del Incendio a Través de Barreras. La propagación a través de las barreras que separan recintos puede efectuarse por varios mecanismos:

(1) Por conducción de calor a través de la barrera, desde el recinto afectado hasta los combustibles situados junto a ésta en otro recinto.
(2) Penetración física del incendio en la barrera creando una abertura entre ambos recintos (en realidad, la propagación se realizará por la abertura siguiendo los mecanismos indicados en el apartado anterior). La penetración de la barrera puede producirse por degradación de los materiales que la forman (por ejemplo, el desmenuzado de un tablero de yeso) o por formación de grietas en la misma.
(3) Colapso estructural de la barrera por los efectos del fuego sobre la misma o sobre otros elementos estructurales cuya deformación causa el colapso.

5.12 Trayectorias de Propagación del Humo en Edificios. El flujo de gases a través de una abertura es consecuencia de las diferencias de presión. De esta forma, los humos pueden desplazarse por puertas, ventanas y otras aberturas. Puesto que ningún recinto está sellado herméticamente, existen huecos por los que el humo puede fugar a otros recintos. Los espacios libres sobre los falsos techos, son también recorridos importantes en la propagación del humo. El calor del incendio puede ocasionar un movimiento de humos por diferencias de temperaturas. En los edificios de altura, el humo alejado del incendio puede estar a temperatura ambiente, pero puede desplazarse debido al "efecto chimenea" del edificio. Las presiones ejercidas por el efecto chimenea se deben a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del edificio. Las presiones generadas por los sistemas de climatización pueden también transportar el humo de un recinto a otro.

Capítulo 6 Marcas del Fuego

6.1 Introducción.

6.1.1 El objetivo principal de cualquier examen del escenario del incendio es la recogida de datos según especifica el método científico (*ver 4.3.3*). Estos datos incluyen las marcas dejadas por el incendio. Una marca del fuego es visible, o son medibles sus cambios físicos, o son identificables las formas moldeadas por el efecto o conjunto de efectos del incendio. Los efectos del incendio son los cambios observables o medibles dentro de o sobre un material como resultado de su exposición al incendio. La recogida de datos en el escenario del incendio implica el reconocimiento e identificación de los efectos y marcas del fuego. Los datos también pueden usarse para el análisis de las marcas del incendio (por ejemplo, el proceso de interpretación de las marcas del fuego a fin de determinar como se crearon estas marcas). Estos datos y análisis pueden usarse para comprobar las hipótesis sobre el origen del incendio, tal como se expone en el Capítulo 17. El propósito de la exposición del presente capítulo es ayudar al investigador en el reconocimiento y la identificación de los efectos y marcas del incendio, así como a la interpretación de las marcas del fuego mediante el análisis de las mismas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

6.2 Efectos del Fuego

6.2.1 Para la identificación de las marcas del fuego, el investigador debe reconocer los cambios que han ocurrido en los materiales por causa del incendio. Nos referimos a estos cambios como efectos del fuego, los cuales son cambios observables o medibles dentro de o sobre un material, que se han producido como consecuencia del incendio.

6.2.2 Estimación de la Temperatura mediante los Efectos del Fuego. Si el investigador sabe la temperatura aproximada necesaria para producir un cierto efecto, tal como la fusión, cambio de color o deformación de un material, puede hacer una estimación de la temperatura a la que ha estado sometido el material. Este conocimiento puede ayudar a evaluar la intensidad y duración del calor, la dimensión del flujo de calor o la cantidad de calor relativa liberada por los distintos combustibles.

6.2.2.1 Cuando se utilizan materiales como recipientes de vidrio, plásticos y hojalata para hacer estimaciones de la temperatura, el investigador debe tener cuidado, pues hay una amplia variedad de propiedades para estos materiales genéricos. El mejor método, cuando se utilizan dichos materiales como indicadores de la temperatura, es tomar muestras y hacer que un laboratorio competente, o un experto en materiales o en metalurgia, confirme sus propiedades.

6.2.2.2* La madera y la gasolina arden prácticamente a la misma temperatura de llama. Las temperaturas de llama de difusión turbulenta de todos los hidrocarburos combustibles (plásticos y líquidos inflamables) y combustibles celulósicos, son aproximadamente las mismas, aunque cada material libera distinta cantidad de calor. La combustión de metales y las reacciones químicas altamente exotérmicas, pueden producir temperaturas significativamente altas, mayores que las creadas por la combustión de hidrocarburos o combustibles celulósicos.

6.2.2.3 La transferencia de calor es la mayor responsable de las evidencias físicas que manejan los investigadores de incendios. La temperatura que alcanza un elemento en un lugar específico dentro de una estructura, depende de la cantidad de energía calorífica transferida al elemento. Tal como se expone en la Sección 5.5, la energía calorífica se propaga mediante tres formas: conducción, convección y radiación. Estas tres formas pueden contribuir en el cambio de temperatura de un material específico sometido a un incendio. La temperatura alcanzada dependerá de la contribución individual de cada una de las formas de transmisión de calor. La contribución individual asociada a cada forma depende de las variables propuestas en la Sección 5.5.

6.2.2.4 Las temperaturas identificables que se pueden alcanzar en los incendios estructurales, raramente se mantienen por encima de los 1.040ºC (1.900ºF) durante mucho tiempo. A estas temperaturas identificables se les llama en ocasiones t*emperaturas efectivas de un incendio*, porque reflejan los efectos físicos que se pueden manifestar según los rangos de temperatura. El investigador puede utilizar el análisis de los materiales fundidos como ayuda para determinar las temperaturas mínimas presentes en áreas específicas.

6.2.3 Pérdida de Masa del Material.

6.2.3.1 El fuego convierte el combustible y el oxígeno en productos de combustión, calor y luz. Este proceso produce una pérdida de masa en el combustible (el material se consume). Durante el incendio, los materiales combustibles y no combustibles pueden también perder masa debido a la evaporación, calcinación, o sublimación.

6.2.3.2 La masa perdida por un material que se ha consumido en un incendio puede determinarse por comparación entre los materiales dañados por el incendio y una muestra nueva de estos materiales. Los bordes o superficies del material restante pueden usarse para estimar el tamaño y forma de este material antes del incendio. Los materiales existentes previos al incendio, pueden establecerse por comparación con materiales iguales o similares que no han quedado consumidos, o mediante dibujos, planos, fotografías, o entrevistas con personas familiarizadas con el entorno antes del incendio.

6.2.3.3 La masa perdida por el material suele utilizarse como indicador de la duración e intensidad del incendio. En tanto que esto puede ser válido en muchas circunstancias, no es válido para todos los casos. La tasa de pérdida de masa es consecuencia de una compleja combinación de factores relativos a las propiedades del material y a las condiciones del incendio.

6.2.3.4 La tasa de pérdida de masa varía normalmente a lo largo del desarrollo del incendio. Esta depende generalmente del flujo de calor sobre la superficie del material, de la velocidad de crecimiento del incendio, y del calor desprendido por el material en si mismo. En la medida que el incendio crece en dimensión e intensidad, se incrementa la tasa de pérdida de masa.

6.2.4 Carbonizado.

6.2.4.1 Introducción. Los materiales carbonizados se encontrarán normalmente en el entorno de los incendios estructurales. Cuando se expone la madera a temperaturas elevadas, ésta experimenta una pirólisis, que es una descomposición química que libera gases, vapor de agua, y diversos productos



FIGURE 6.2.3.2 Mayor perdida de masa en el brazo derecho de este sofá de dos plazas que en el brazo izquierdo".

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de descomposición, tales como el humo. Los residuos sólidos que permanecen son sobre todo carbón. El residuo carbonizado se contrae a medida que se forma, y desarrolla grietas y ampollas.

6.2.4.2 Efecto de la Carbonización sobre las Superficies. Muchas superficies se descomponen con el calor de un incendio. Los aglutinantes de las pinturas se carbonizan y el color de la superficie pintada se oscurece. El papel pintado y la superficie de papel de los paneles de yeso, se carbonizan cuando se calientan. Las superficies de vinilo y otros plásticos de las paredes, suelos, mesas o mostradores también se decoloran, funden o carbonizan. Las superficies de madera se carbonizan pero debido a que esta carbonización es mucho más significativa, se tratará con más detalle en 6.2.4.5. El grado de decoloración y carbonización se puede comparar con las zonas adyacentes para descubrir las zonas más quemadas.

6.2.4.3 Aspecto del Carbonizado. En el pasado, los investigadores de incendios han atribuido al aspecto del carbonizado y a las grietas, un mayor significado que el que se deduce de los ensayos controlados. La presencia de ampollas grandes y brillantes ("piel de lagarto") no es una evidencia de que hayan estado presentes líquidos acelerantes durante el incendio, o que el incendio en cuestión se propagara rápidamente o ardiera con gran intensidad. Este tipo de ampollas pueden encontrarse en muy diferentes tipos de incendios. Todo ello no es una justificación para inferir que el aspecto de las ampollas grandes y abombadas es un indicador de un incendio con acelerantes. La Figura 6.2.4.3, ilustra una variedad de ampollas carbonizadas, mostrando tableros expuestos al mismo incendio.

6.2.4.3.1 En ocasiones se dice que el aspecto de la superficie carbonizada, tal como opaca, brillante, coloreada, o su aspecto bajo la luz de fuentes ultravioletas, tiene alguna relación con el uso de hidrocarburos acelerantes de la velocidad de crecimiento del incendio. No hay una evidencia científica de que dicha correlación exista, por lo que se recomienda al investigador que no confirme la presencia de acelerantes o una rápida velocidad de crecimiento del incendio, en base al aspecto del carbonizado.

6.2.4.4* Velocidad de Carbonizado de la Madera. La regla para la velocidad de carbonizado de la madera de 2.54 cm (1 pulg.) en 45 minutos, se basa una combustión con ventilación controlada. Los incendios pueden arder con mayor o menor intensidad durante una situación incontrolada que en las condiciones bajo control en un laboratorio. La velocidad de carbonizado en laboratorio, en ensayos de exposición al calor por una cara, varía de 1 cm (0.4 pulg.) por hora a 25,4 cm (10 pulg.) por hora. Deberá tenerse cuidado si solamente se utiliza la medida de la profundidad de carbonizado para determinar la duración del fuego. En el Capítulo 18 se trata con más detalle el uso apropiado de la medida de profundidad de carbonizado.

6.2.4.4.1 La tasa de carbonizado de la madera varía ampliamente en función de ciertas variables, entre las que se incluyen las siguientes:

(1) La intensidad y duración del calentamiento
(2) Los efectos de la ventilación
(3) La relación área superficial/masa
(4) La dirección, orientación y tamaño de la veta de la madera
(5) El tipo de madera (pino, abeto, roble, etc.)
(6) La densidad de la madera
(7) El contenido de humedad de la madera
(8) El tipo de revestimiento de la madera
(9) La Concentración de oxígeno en los gases calientes
(10) La velocidad de los gases incidentes
(11) Los Huecos/grietas/hendiduras y efectos en los cantos de los materiales

6.2.4.4.2 La velocidad de carbonización y combustión de la madera en general, una vez seca, no tiene relación con la edad de la madera. La madera tiende a ganar o perder humedad en función de la temperatura y humedad ambiente. Por tanto, la madera vieja y seca no es más combustible que la madera nueva secada al horno, si ambas están expuestas a las mismas condiciones atmosféricas.

6.2.4.4.3 El investigador debe de tener cuidado y no establecer el tiempo de combustión basándose exclusivamente en la profundidad de la parte carbonizada.

6.2.4.5 Profundidad del Carbonizado. El análisis de la profundidad de la parte carbonizada es más fiable para evaluar la propagación del fuego, que para establecer los tiempos específicos de combustión o de intensidad del calor procedente de materiales adyacentes ardiendo. La profundidad relativa de la parte carbonizada entre dos puntos es la clave para el uso apropiado del análisis del carbonizado, localizando los lugares donde se han producido más daños debido a la exposición, la ventilación o la situación del combustible. El investigador puede entonces deducir la dirección de propagación del fuego, ya que las partes menos carbonizadas serán las que estuvieron más lejos de la fuente de calor.

6.2.4.6 Naturaleza del Carbonizado. En conjunto, el uso de la naturaleza del carbonizado con el fin de determinar los combustibles involucrados en un incendio, debería hacerse con una cuidadosa valoración de todas las variables que pueden afectar a la velocidad y severidad del fuego.



FIGURA 6.2.4.3 Variedad de Ampollas Carbonizadas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

6.2.5* Exfoliación. La exfoliación (o descamación) se caracteriza por la pérdida de material superficial en el hormigón, o mampostería de piedra o ladrillo, de forma que se producen grietas, disgregaciones y lascas, con formación de cráteres en estas superficies.

6.2.5.1 Resquebrajamiento relacionado con el fuego. La aparicion de desconchados debidos al fuego es consecuencia de la disminución de la resistencia a la tracción del material causada por la aparición de esfuerzos mecánicos dentro del material a causa de los los cambios de la temperatura. En el hormigón, estas fuerzas pueden producirse como consecuencia de uno o varios de los siguientes factores (*ver Figura 6.2.5.1*):

(1) Humedad presente en el hormigón
(2) Diferencias de expansión entre los redondos o las mallas de la armadura y el hormigón que la rodea.
(3) Diferencias de expansión en la mezcla del hormigón y los aridos (muchos de los cuales contienen silicio)
(4) Diferencias de expansión entre la superficie del hormigón expuesta al fuego, y la parte interior de la losa.

6.2.5.1.1* Un mecanismo de exfoliación es la expansión o contracción de la superficie mientras que el resto de la más a expande o contrae a diferente velocidad; un ejemplo de ello es el enfriamiento rápido mediante agua de un material caliente.

6.2.5.1.2* Las zonas exfoliadas pueden aparecer de un color más claro que las zonas de alrededor. Esta pérdida de color puede estar originada por la afloración del material limpio que hay bajo la superficie. Las zonas adyacentes tenderán a estar más oscurecidas, debido a los depósitos de hollín.

6.2.5.1.3* Otro factor en la exfoliación del hormigón es la carga y el esfuerzo a los que está sometido el material en el momento del incendio. Como estas zonas de alto esfuerzo o grandes cargas pueden no estar relacionadas con la localización del fuego, la exfoliación del hormigón en la parte inferior de los techos o vigas no tiene por qué significar que allí estuviera el origen del fuego. (*ver Figura 6.2.5.1.3*.)



FIGURA 6.2.5.1 Suelo de hormigón resquebrajado.



FIGURA 6.2.5.1.3 Exfoliado en un Techo.

6.2.5.2 La presencia o ausencia de exfoliación en el escenario del incendio no debería, en sí misma, constituir un indicador de la presencia o ausencia de líquidos combustibles acelerantes. Normalmente, la presencia de líquidos inflamables no causará exfoliación por debajo de la superficie del líquido. El calor rápido e intenso desarrollado por el fuego de un líquido inflamable puede causar exfoliación en las superficies cercanas, o como consecuencia del incendio, éste puede producir exfoliación en las superficies después de que el líquido inflamado se haya consumido totalmente.

6.2.5.3 Exfoliación no Relacionada con el Incendio. La exfoliación de las superficies de hormigón o mampostería puede estar causada por muchos factores, incluidos calor, heladas, productos químicos, abrasión, movimientos mecánicos, esfuerzos o fatiga. La exfoliación se puede presentar más rápidamente en hormigón de composición pobre o en las superficies acabadas. Dado que la exfoliación puede ocurrir por causas distintas al incendio, el investigador deberá determinar si la exfoliación ya estaba presente antes del incendio.

6.2.6* Oxidación. La oxidación es un proceso químico básico asociado a la combustión. La oxidación de algunos materiales no combustibles puede producir líneas de demarcación y marcas de fuego para el uso de los investigadores. A estos efectos, la oxidación puede definirse como la combinación del oxígeno con sustancias tales como metales, o tierra que dan lugar a altas temperaturas. La deposición de humo en forma de aerosoles conteniendo componentes ácidos, puede llevar a la oxidación del material de las superficies formando marcas de fuego identificables. Las superficies pueden también oxidarse por la deposición de agentes de extinción tales como polvos químicos secos o húmedos. (*Ver 6.2.10.*)

6.2.6.1 Los efectos debidos a la oxidación incluyen el cambio de color y de textura de un material. Cuanto más alta es la temperatura y el tiempo de exposición al fuego, más pronunciados serán los efectos de la oxidación. La extensión de la oxidación posterior a un fuego será función de la humedad en el ambiente, y del tiempo de exposición. (*Ver Figura 6.2.6.1*)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.2.6.1 Cambios de color producidos por el calor sobre el estuco.

6.2.6.2 Con un calentamiento ligero, el acero galvanizado puede adquirir una superficie blanquecina y mate debido a la oxidación de la capa de zinc. Esta oxidación puede eliminar la protección a la corrosión que proporciona el recubrimiento de zinc. Si un acero desprotegido se humedece durante algún tiempo, en éste se formará herrumbre, lo que constituye otra forma de oxidación. Así, se puede comparar una muestra de acero oxidado con otra de acero galvanizado no oxidado.

6.2.6.3 Cuando en un incendio se oxida hierro o acero sin proteger, la superficie en principio adquiere un tono azul-gris mate. A elevadas temperaturas, el hierro también puede combinarse con oxígeno para formar óxidos negros. La oxidación puede producir gruesas capas de óxido que pueden desprenderse. Después del incendio, si el metal se ha humedecido, puede aparecer el típico óxido color herrumbre.

6.2.6.4* El acero fuertemente oxidado puede presentar una apariencia visual similar al fundido. Normalmente no es posible determinar mediante simple observación visual si el acero se ha fundido. Es necesario hacer un examen metalúrgico de una sección transversal del acero, decapada y pulida, para determinarlo.

6.2.6.5 En las superficies de acero inoxidable, una oxidación ligera puede producir unos bordes coloreados, y una oxidación severa puede presentar un color gris mate.

6.2.6.6 El cobre expuesto al calor forma un óxido rojo oscuro o negro. El color no es importante. Lo que es importante es que la oxidación puede formar una línea de demarcación. El espesor de la capa de óxido depende de la duración e intensidad de la exposición al calor. Cuanto mayor es el calentamiento, mayor es la capa de oxidación.

6.2.6.7 Las piedras y la tierra, cuando se calientan a temperaturas muy altas, presentan un cambio de color con tonos que van del amarillento al rojo.

6.2.7* Cambios de Color. Los cambios de color son fuentes de información en lo que se refiere a la exposición de los materiales a diversas temperaturas. En los epígrafes precedentes ya nos hemos referido a los cambios de color de un específico número de materiales. Este apartado se dedica a los cambios genéricos de color de otros muchos materiales. Los materiales tienen su color propio debido a la absorción, reflexión, o transmisión de la luz.

6.2.7.1 El color es una cualidad subjetiva solo medible cuantitativamente. Las personas perciben y describen el color de forma diferente. La intensidad, color y ángulo de incidencia de la fuente de luz afecta a la interpretación de los observadores respecto del color de un objeto. Las características superficiales del material afectan a la percepción del color por parte del observador. Por ejemplo, un coche azul oscuro, bajo ciertas condiciones de iluminación, puede parecer negro.

6.2.7.2 En general, pueden producirse cambios de color debido a muchos factores no relacionados con el incendio. Cuando en un primer examen se percibe como evidencia un cambio de color, el investigador debería considerar los factores de variación antes y después del incendio, tales como el sol o la exposición a agentes químicos. Estas exposiciones pueden producir teñidos y los aditivos del color sufrir cambios químicos que alteren su color original

6.2.7.3 El material depositado sobre una superficie translúcida, tal como el cristal, puede presentar un color diferente del que presentaría si se ha depositado el mismo material sobre una superficie opaca. Este efecto puede observarse directamente sujetando un negativo de película contra una pared, donde se verá oscuro o incluso negro, pero el mismo negativo sujetado frente a una fuente de luz, entonces se observará iluminado y contendrá una imagen visible.

6.2.7.4 El tinte del tejido puede estar sujeto a cambios de color después de una exposición al fuego. Los tejidos pueden presentar variaciones de color desde el área quemada al área que no se ha quemado en absoluto. En tanto que los cambios de color están generalmente relacionados con la exposición al calor, sin un detallado conocimiento del comportamiento de degradado del tinte, es muy difícil cuantificar la observación.

6.2.8 Fusión de los Materiales.

6.2.8.1 Generalidades. La fusión de un material es un cambio físico producido por la exposición al calor. El borde entre la parte fundida y no fundida de un material fusible puede producir líneas de demarcación de calor y temperatura que el investigador puede utilizar para definir marcas del fuego.

6.2.8.2 Muchos materiales sólidos se ablandan o funden a temperaturas elevadas, que varían desde algo más que la temperatura ambiente de una habitación, hasta miles de grados. Cada material tiene su temperatura o margen de temperaturas de fusión específicas. (*Ver Tabla 6.2.8.2.*)

6.2.8.3 Las temperaturas de fusión de los metales más corrientes van desde tan solo 170 ºC a 188ºC (338 ºF a 370ºF) para metales de soldadura hasta, por ejemplo, 1.460ºC (2.666ºF) para al acero. Cuando se encuentran metales o sus residuos entre los restos de un incendio, se pueden extraer algunas conclusiones relativas a las temperaturas que pudo haber alcanzado el incendio.

6.2.8.4 Los termoplásticos se funden a temperaturas más bien bajas, que van aproximadamente desde los 75ºC (167ºF) hasta cerca de los 400ºC (750ºF). Por tanto, los plásticos fundidos pue-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 6.2.8.2 Temperatura de fusión aproximada de los materiales más comunes

Material	Temperaturas de Fusión °C	°F
Aluminio (aleaciones) [a]	566–650	1050–1200
Aluminio [b]	660	1220
Latón (rojo) [a]	996	1825
Latón (amarillo) [a]	932	1710
Bronce (aluminio) [a]	982	1800
Fundición (gris) [b]	1350–1400	2460–2550
Fundición (blanco) [b]	1050–1100	1920–2010
Cromo [b]	1845	3350
Cobre [b]	1082	1981
Ladrillos refractarios [b]	1638–1650	2980–3000
Vidrio [b]	593–1427	1100–2600
Oro [b]	1063	1945
Hierro [b]	1540	2802
Plomo [b]	327	621
Magnesio (Aleación AZ31B) [a]	627	1160
Níquel [b]	1455	2651
Parafina [b]	54	129
Termo Plásticos		
ABS [d]	88–125	190–257
Acrílico [d]	90–105	194–221
Nylon [d]	176–265	349–509
Polietileno [d]	122–135	251–275
Poliestireno [d]	120–160	248–320
PVC [d]	75–105	167–221
Platino [b]	1773	3224
Porcelana [b]	1550	2820
Latón de baja calidad [e]	300–400	562–752
Cuarzo (SiO_2) [b]	1682–1700	3060–3090
Plata [b]	960	1760
Estaño para soldar (63Sn/37Pb) [f]	183	361
Acero (negro) [a]	1516	2760
Acero (inoxidable) [a]	1427	2600
Estaño [b]	232	449
Cera (parafina) [c]	49–75	120–167
Latón de baja calidad [e]	300–400	562–752
Zinc [b]	375	707

[a] De Lide, ed., *Handbook of Chemistry and Physics*.
[b] De Baumeister, Avallone, and Baumeister III, *Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers*.
[c] De NFPA *Fire Protection Guide to Hazardous Materials*.
[d] De McGraw-Hill, *Plastics Handbook*.
[e] De Gieck and Gieck, *Engineering Formulas*.
[f] Extraído de *Smithells Metals Reference Book, 7ª edición, Butterworth-Heinemann*.



FIGURA 6.2.8.4(a) Aplique de plástico fundido, indicando que el calor se movía de derecha a izquierda.



FIGURA 6.2.8.4(b) Pantalla fluorescente indicando desplazamiento del calor de izquierda a derecha.

den dar información sobre las temperaturas, pero principalmente donde haya habido gases calientes y pocas llamas o ninguna en la zona próxima. (*Ver Figura 6.2.8.4.*)

6.2.8.5 El vidrio se ablanda en un rango de distintas temperaturas. No obstante, el vidrio puede aportar una información útil sobre las temperaturas alcanzadas durante el incendio.

6.2.8.6* Aleaciones de Metales. Deberán tenerse en cuenta las aleaciones cuando después del incendio se analicen las muestras de metales. La fusión de ciertos metales no siempre puede estar motivada por temperaturas superiores a las de sus correspondientes puntos de fusión; puede producirse en las aleaciones. Aleación es la mezcla de, generalmente, dos o más metales en la cual uno o más de ellos está en estado líquido, dando como resultado una aleación. Metales tales como el cobre y hierro (acero) pueden resultar afectados por la aleación con metales de bajo punto de fusión, tales como aluminio, zinc y plomo. (*Ver Tabla 6.2.8.2.*).

6.2.8.6.1* Durante el incendio, un metal con un punto de fusión relativo bajo puede ablandar o fundir y ponerse en contacto con

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.2.8.6.2 Orificio producido por aleación en una tubería de gas de cobre [Temperatura de fusión ~1083°C (~1980°F)] cuando caen sobre ella gotas de aluminio fundido [Temperatura de fusión ~649°C (~1200°F)]

otros metales cuyas temperaturas de fusión sean más altas que las temperaturas alcanzadas. Si un metal de baja temperatura de fusión, como el zinc, entra en contacto con la superficie de un metal de mayor temperatura de fusión, como el cobre, los dos metales pueden combinarse formando una aleación zinc-cobre (bronce) con una temperatura de fusión de la aleación menor que la del cobre. En estas situaciones, puede verse con frecuencia bronce de color amarillento.

6.2.8.6.2* En consecuencia, la aleación tiene un punto de fusión más bajo que el mayor punto de fusión de los componentes de la mezcla. En algunos casos, la aleación puede tener una temperatura de fusión menor que cualquiera de las correspondientes a los metales que la componen. *(Ver Figura 6.2.8.6.2.)*

6.2.8.6.3* Cuando se encuentran metales con alta temperatura de fusión, que han fundido formando aleación, ello no es indicativo de la presencia de acelerantes o de que se hayan alcanzado altas temperaturas inusuales durante el incendio.

6.2.9* Dilatación Térmica y Deformación de los Materiales. Durante un incendio, muchos materiales cambian de forma, de manera provisional o definitivamente. Casi todos los materiales se dilatan cuando se calientan. Estas dilataciones pueden afectar a los elementos estructurales cuando éstos están compuestos por materiales diversos. Si en un elemento estructural, un material dilata más que otro, la diferencia de dilatación puede causar el colapso de la estructura. Deformación es el cambio de las características de la forma de un objeto y es independiente de los otros cambios de características definidos en otros epígrafes de este capítulo. La deformación puede proceder de una variedad de causas que comprenden, efectos térmicos, efectos químicos y efectos mecánicos. Para llegar a la conclusión de que la deformación se ha basado en el flujo de calor, el investigador deberá determinar que la deformación ha ocurrido como resultado del incendio y no debido a alguna otra causa.

6.2.9.1 La aparición de vigas y columnas de acero dobladas o deformadas se da cuando la temperatura del acero excede aproximadamente los 500ºC (900ºF aproximadamente) A temperaturas elevadas, el acero presenta una progresiva pérdida de resistencia. Cuando se produce una gran exposición al fuego, la cantidad de calor requerida para causar la deformación se reduce. La deformación no aparece como resultado de la fusión del acero. Un elemento deformado no es aquel que se ha derretido durante el fuego, y por tanto el hecho de que se produzca dicha deformación no implica que el material haya sido calentado por encima de su temperatura de fusión. Por el contrario, un objeto deformado, al contrario que uno derretido, indica que el material no llegó a exceder su temperatura de fusión. La dilatación puede ser otro factor que provoque el doblado de una viga, si el movimiento de sus extremos están restringido. (*Ver Figura 6.2.9.1.*)

6.2.9.2 Elementos Metálicos de Construcción. Los pernos, vigas, pilares y demás elementos de construcción que están hechos con metales de alto punto de fusión, como el acero, pueden deformarse por el calor. Cuanto más alto sea el coeficiente de dilatación de un metal, más propenso será éste a la deformación por calor. La situación y el grado de deformación en un metal de construcción en concreto, puede señalar aquellas áreas que fueron calentadas hasta altas temperaturas o durante un largo tiempo. En algunos casos, la dilatación (alargamiento) de las vigas puede provocar daños en las paredes, tal como se muestra en la Figura 6.2.9.2. Esta foto demuestra que la viga empotrada en sus apoyos, se calentó durante el fuego por encima de la temperatura am-



FIGURA 6.2.9.1 Perfiles de acero en I en carga deformadas por el calor.



FIGURA 6.2.9.2 Daños en una Pared de Ladrillo Visto Causados por la Dilatación Térmica en los Apoyos de una Viga I.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

biente normal, lo que produjo la dilatación de la viga. El incremento de longitud de la viga presionó contra los ladrillos, causando daños en la pared. Después del incendio, cuando la viga se enfrió, volvió aproximadamente a su longitud previa al incendio, pero permaneció el daño estructural en la pared, quedando como evidencia visible de la dilatación de la viga.

6.2.9.3 Los sistemas de tuberías, y en concreto, los accesorios de los sistemas de tuberías, pueden sufrir deformaciones durante el incendio. Estas deformaciones suelen ser consideradas como deformaciones en un único sentido, ya que el accesorio, una vez completamente frío, no recupera su forma y dimensión original. Por ejemplo, después del incendio, un codo afectado por el fuego puede desprenderse de la tubería en la que originalmente estaba colocado. Esta pérdida se produce por la incapacidad del codo a volver a sus dimensiones originales antes del incendio, aun habiéndose enfriado completamente. Deberían considerarse detenidamente aquellos materiales que se usan como sellantes en las juntas de las tuberías.

6.2.9.4 Las superficies de escayola también se dilatan con el calor. Algunas partes de las paredes y techos de escayola, calentadas durante el incendio, pueden dilatarse y separarse de sus listones de soporte. Además, al separarse la escayola de sus soportes, el componente de unión (denominado a veces lodo), la banda de junta y los enlucidos de yeso de las paredes, pueden desprenderse y caerse.

6.2.10* Depósitos de Humo sobre las Superficies. El humo contiene partículas, aerosoles líquidos y gases. Estas partículas y aerosoles líquidos están en movimiento y pueden adherirse, por colisión, sobre una superficie. También pueden sedimentarse, tal como el humo al cabo de un tiempo. Los combustibles a base de carbón producen partículas carbonosas (hollín). Los derivados del petróleo y los plásticos son, generalmente, grandes productores de hollín. Cuando las llamas tocan las paredes y los techos, normalmente se depositarán partículas y aerosoles. Los depósitos de humo pueden acumularse sobre las superficies por sedimentación o asentamiento.

6.2.10.1 Los depósitos de humo pueden acumularse sobre superficies frías de un edificio o sobre sus contenidos, a menudo en las partes superiores de las paredes de alas habitaciones adyacentes al incendio. Los humos condensados pueden ser húmedos y pegajosos, delgados o espesos, o secos y resinosos. El humo, especialmente el procedente de fuegos de brasas, tiende a condensarse en las paredes, ventanas, y otras superficies frías.

6.2.10.2 Se ha observado que el color y textura de los depósitos de humo no es indicativo de la naturaleza del combustible ni de la velocidad de desprendimiento de calor. El análisis químico del depósito de humo sí puede indicarnos la naturaleza del combustible. Por ejemplo, el humo de las velas puede contener parafina y el humo de los cigarrillos puede contener nicotina.

6.2.10.3* Incremento de la acumulación de hollín (Aglomeración acústica de hollín) en alarmas acústicas. En muchos casos, la naturaleza de la acumulación de hollín en ciertas superficies tales como las alarmas acústicas pueden indicar si la alarma funcionó o no durante el incendio. El incremento de la acumulación de hollín a causa de la emision de sonido es un fenómeno mediante el cual las partículas de hollín existentes en el humo forman patrones específicos en las superficies de las alarmas acústicas como por ejemplo, las superficies internas y externas de la cubierta, cerca



FIGURA 6.2.10.3(a) Alarma de incendios no activada (No funcionó) trás la exposición a una atmósfera con hollín



FIGURA 6.2.10.3(b) Primer plano de la salida de la bocina externa de la alarma no activada mostrada en la Figura 6.2.10.3(a) tras su exposición a una atmósfera con hollín en la cual no aparece un incremento en la acumulación de éste.



FIGURA 6.2.10.3(c) Alarma de incendios activada (Funcionó) trás la exposición a la misma atmósfera con hollín que la alarma mostrada en la Figura 6.2.10.3(a) y la Figura 6.2.10.3(b), mostrando el típico incremento de acumulación de hollín

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.2.10.3(d) Primer plano de la salida de la bocina externa de la alarma activada mostrada en la Figura 6.2.10.3(c) tras su exposición a una atmósfera con hollín en la cual aparece un incremento en la acumulación de éste.

de los bordes de la bocina, por los puntos por los cuales se emite el sonido, los bordes de bocinas internas en el caso de existir y la superficie de los discos de las propias bocinas [*Ver Figuras 6.2.10.3(a) a Figure 6.2.10.3(d)*.]

6.2.10.3.1 Al investigar el escenario del incendio, los investigadores han de ser conscientes de la importancia de las alarmas acústicas, ya que estas pueden mostrar evidencias físicas de su activación o no, y documentar examinar y recoger de forma detallada dichas evidencias.

6.2.10.3.2 El incremento de la acumulación de hollín producida por el sonido es muy frágil, y puede alterarse o incluso borrarse sino no se maneja de forma cuidadosa an el momento de empaquetar las muestras en cuestión. Hay que ser muy cuidadoso para no afectar ninguna acumulación sospechosa de hollín

6.2.10.3.3 El incremento de la acumulación de hollín producida por el sonido en las alarmas de incendios puede ser muy débil y difícil de identificar. A veces puede ser necesario utilizar un microscopio.

6.2.10.3.4 Los detectores de humos deberían ser considerados como pruebas, cuando su funcionamiento pueda haber sido un problema. Los detectores deberían ser retirados como pruebas, después de haber sido fotografiados en su lugar de emplazamiento, y no deberían ser modificadas como alimentándoles, quitando o poniendo las baterías, o pulsando el botón de prueba. Los detectores que aun permanezcan en la pared o en el techo, deberían permanecer intactas con sus accesorios de montaje, cajas eléctricas, y cableado. A veces, para preservar el estado del detector y las conexiones puede ser necesario retirar la parte de la pared en la que se encuentra éste.

6.2.10.3.5 Los investigadores han de tener en cuenta que los depósitos de humos debidos al sonido son persistentes. La presencia de este tipo de depósitos no tiene porque indicar cuando se ha producido, por lo que pueden ser necesarios otros datos adicionales.

6.2.11* Quemadura limpia. Una quemadura limpia es un efecto distintivo y visible del fuego, que generalmente suele aparecer en superficies no combustibles, después de que la(s) capa(s) combustibles se hayan quemado (como pueden ser el hollín, la pintura o el papel) La exposición de una superficie al fuego puede dar lugar



FIGURA 6.2.11(a) Quemadura limpia sobre la superficie de una pared.



FIGURA 6.2.11(b) Muestra de una quemadura limpia en una pared de yeso detrás de un sofá.

a la aparición de áreas limpias, adyacentes a las áreas oscurecidas durante la combustión de los materiales inflamables, como puede observarse en la Figura 6.2.11(a) y Figura 6.2.11(b). Las quemaduras limpias producidas por la desaparición del hollín, se pueden producir por contacto directo con la llama o por una radiación muy intensa. Los depósitos de humo en las superficies están sujetos a oxidación. La carbonización de la superficie de papel de las paredes de cartón-yeso, los depósitos de hollín y la pintura pueden oxidarse por la exposición continuada a las lla-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.2.11(c) Formación incipiente de una quemadura limpia sobre el muro izquierdo.

mas. El carbón puede oxidarse hasta gasificarse y desaparecer de la superficie [*Ver Figura 6.2.11(c).*].

6.2.11.1 A pesar de que pueden ser indicativas de la presencia de un calor intenso concentrado en un área específica, las quemaduras limpias por si mismas no indican necesariamente las áreas de origen del fuego, aun así, sus restos deberían examinarse con cuidado. Las quemaduras limpias producidas como resultado de la ventilación ocurren normalmente después de que el fuego haya sido controlado mediante ventilación. Las líneas de demarcación entre las quemaduras limpias y las zonas oscurecidas pueden ser utilizadas por el investigador para determinar la dirección de propagación del fuego, diferencias en intensidad o en la duración. La determinación de hechos como la dirección de propagación del fuego, basados en los restos de quemaduras limpias, deberían ir acompañados de la determinación de la manera más plausible por la cual se originaron dichas quemaduras (ver Figura 6.2.11.1.)

6.2.11.2 El investigador debe ser cuidadoso para no confundir el área de combustión limpia con el área exfoliada. La combustión limpia no muestra superficies con pérdida de material, como es característico en la exfoliación.



FIGURA 6.2.11.1 Quemadura limpia sobre la zona de origen de un ensayo de fuego.

6.2.12* Calcinación.

6.2.12.1 Generalidades. Los investigadores de incendios utilizan el término calcinación para referirse a los numerosos cambios, físicos y químicos, que se producen durante el incendio en las superficies enlucidas con yeso. La calcinación del enlucido de yeso implica extraer de éste la humedad y el agua químicamente unida al yeso, así como otros cambios químicos y físicos de los propios componentes del yeso en sí mismo. La calcinación implica un cambio químico del yeso para transformarlo en un mineral anhidro. El enlucido de yeso calcinado es menos denso que el enlucido no calcinado. La profundidad de calcinación en el enlucido es proporcional a la cantidad total de exposición al calor (flujo de calor y duración).

6.2.12.1.1 Las paredes enlucidas de yeso tienen una respuesta al calor predecible. Primero, la superficie de papel se carboniza y puede arder. El yeso en la cara expuesta al fuego, cambia de color por la pirólisis de los adhesivos orgánicos que contiene. Si se sigue

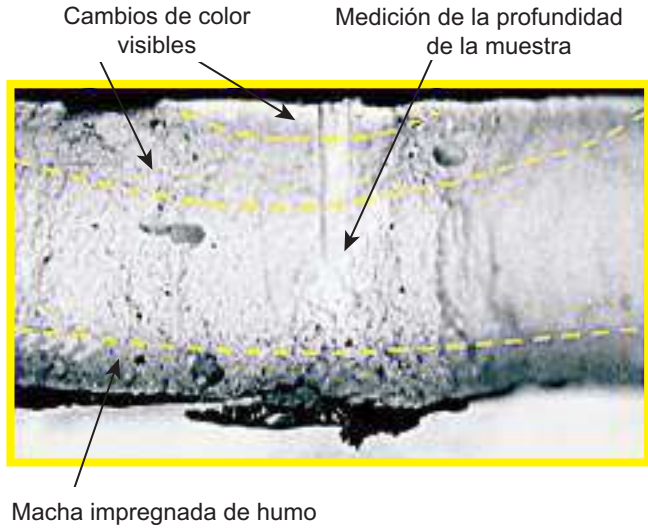


FIGURA 6.2.12.1.1 Pared de yeso calcinada- Sección transversal.

calentando, el cambio de color puede extenderse a través y se carbonizará la cara posterior del papel. La cara expuesta al fuego comienza a blanquearse a medida que se va quemando la carbonilla superficial (combustión limpia).Cuando todo el espesor del enlucido se ha vuelto blanquecino, quiere decir que no queda papel en la superficie, y el yeso se deshidratará químicamente convirtiéndose en un sólido disgregable y menos denso. Este enlucido puede mantenerse sobre una pared vertical, pero normalmente se desmorona, en particular si ha absorbido cantidades significativas de agua de extinción o precipitaciones después del incendio. Los enlucidos de yeso ignífugos contienen fibras minerales o partículas de vermiculita mezcladas con el yeso, para mantener la resistencia del yeso durante la exposición al fuego. Las fibras añaden resistencia al enlucido aún después que éste esté completamente calcinado.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

6.2.12.1.2 Pueden producirse cambios de color en la superficie de una pared de yeso, distinto del de volverse grisácea, cuando ésta se expone al calor. El color por sí mismo no es significativo para el investigador de incendios. No obstante, la diferencia entre colores puede mostrar líneas de demarcación.

6.2.12.1.3* La relación entre las áreas calcinadas y no calcinadas del enlucido de yeso puede también reflejar líneas visibles de demarcación en la superficie. Dentro de la porción de enlucido de yeso calcinado puede ocurrir una significativa pérdida de masa y el correspondiente descenso de la densidad, durante el proceso de calcinación. Pueden trazarse medidas de la profundidad de calcinación para evidenciar muestras no visibles en la superficie. Ver 18.4.4.

6.2.12.2 Indicadores Generales de Calcinación. La calcinación de paneles de yeso es un indicador relacionado con la exposición sostenida por el material al calor. Las áreas de mayor exposición al calor pueden identificarse tanto por la apariencia a simple vista como por la profundidad de la calcinación. Las diferencias relativas en el color y profundidad de la calcinación de un punto a otro pueden utilizarse como un indicador para establecer las áreas de mayor o menor exposición al calor, en relación con todas las variables de estado del incendio, tales como área de origen, ventilación, y carga combustible.

6.2.13* Ventanas de Vidrio. En muchos textos se relaciona el desarrollo de un incendio o los combustibles presentes en el mismo con la forma de rotura y los depósitos que se crean en los cristales de las ventanas. Hay diversas variables que afectan al estado de los cristales después del incendio, entre las que se incluyen el tipo y espesor del cristal, velocidad de calentamiento, grado de aislamiento de los bordes de los cristales debido al método de instalación, grado de retardo proporcionado por el marco de la ventana e historial de contacto con las llamas y de enfriamiento.

6.2.13.1 Rotura de Cristales. Si un panel de cristal se monta en un marco que protege los bordes del cristal del calor de radiación del incendio, puede producirse una diferencia de temperatura entre la parte del cristal sin proteger y el borde protegido del cristal. La investigación experimental indica que una diferencia de temperatura del orden de 70ºC (126ºF) entre el centro del panel del cristal y el borde protegido puede causar roturas que comienzan en el borde del cristal. Las roturas aparecen como líneas lisas onduladas que pueden extenderse y juntarse. Dependiendo del grado de la rotura, el cristal caerá o no de su marco.

6.2.13.1.1 Si un panel de cristal no tiene protección en sus bordes frente al calor radiado por el incendio, el cristal romperá a mayor temperatura diferencial. También, las investigaciones experimentales sugieren que se forman menos roturas, y que es más probable que el panel se mantenga entero.

6.2.13.1.2 El cristal que ha recibido un impacto tiene una marca característica en "tela de araña". La rotura será en líneas rectas y numerosas. El cristal puede haberse roto antes, durante o después del incendio.

6.2.13.1.3 Si la llama alcanza de repente a un lado del cristal cuyo lado interior no expuesto está relativamente frío, se produce un esfuerzo entre ambas caras y el cristal se rompe entre las caras.

6.2.13.1.4 Astillado es un término utilizado para describir un entramado complicado de pequeñas roturas en los cristales. Estas roturas pueden ser rectas o de aspecto creciente y pueden extenderse o no a través del espesor del cristal. El astillado ha sido establecido como consecuencia de un calentamiento muy rápido del cristal por una cara, mientras la otra permanece relativamente fría. A pesar de que hay publicaciones generalizadas que mantienen esta propuesta, no existe una base científica para ella. De hecho, se han publicado investigaciones que demuestran que el astillado no se forma por un calentamiento rápido, y solo puede producirse por un rápido enfriamiento. Sin tener en cuenta lo rápidamente que se haya calentado, el cristal caliente puede reproducir el astillado cuando se le rocía con agua pulverizada. (*ver Figura 6.2.13.1.4.*)

6.2.13.1.5 En algunas ocasiones, en paneles de cristal pequeños, la dilatación diferencial entre la cara expuesta y no expuesta puede hacer que el cristal salte del marco.

6.2.13.1.6 Las presiones generadas por los incendios en edificios no suelen ser lo suficientemente grandes para romper el cristal de las ventanas ni para hacer que se salgan de sus marcos. La presión requerida para romper una ventana de cristal ordinario varía entre los 0.01 kPa y los 7kPa (de 0.3 psi a 1.0 psi), mientras que la presión ejercida por el fuego suele situarse entre los 0.001 kPa y los 0.03 kPa (de 0.002 psi a 0.004 psi) En caso de darse un exceso de presión (como en una deflagración, una corriente de aire, o una detonación) los fragmentos de cristal de una ventana rota por la presión podrán encontrarse a cierta distancia de la ventana. Por ejemplo, un exceso de presión de 10 kPa (1.5 psi) puede hacer que los fragmentos de la ventana se desplacen a una distancia de hasta 30 m (100 ft).

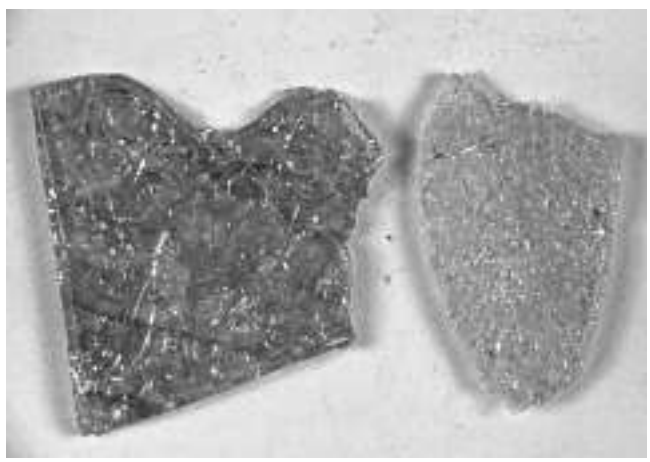


FIGURA 6.2.13.1.4 Cristal de Ventana Astillado.

6.2.13.1.7 El investigador deberá poner el máximo cuidado para no sacar conclusiones exclusivamente de la morfología de los cristales rotos. En ventanas adyacentes, se han encontrado cristales rotos, tanto de forma astillada y larga como de forma ondulada.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

6.2.13.2 Cristales Templados.

6.2.13.2.1 Los cristales templados, si se han roto por el calor de impacto de un incendio, o si han explotado, se romperán en numerosas y pequeñas piezas cúbicas. Tales fragmentos de cristal no deberían confundirse con cristal astillado. Los fragmentos de cristales templados tienen una forma más regular que las complicadas muestras de pequeñas fracturas del astillado.

6.2.13.2.2 El cristal templado normalmente se encuentra en aplicaciones donde se necesita seguridad contra rotura, tales como escaparates, puertas en patios, pantallas de televisión, vehículos a motor, y en edificios comerciales y públicos.

6.2.13.3 Manchas en los Cristales.

6.2.13.3.1 Los fragmentos de cristal sin hollín o productos condensados , en general han sido sujetos a un calentamiento rápido, una ruptura al inicio del fuego, rotura antes del fuego, contacto con las llamas o bien pueden ser las capas exteriores de cristales dobles o triples. La proximidad del cristal a la fuente de calor y la ventilación son factores que pueden afectar al grado de tinción del cristal.

6.2.13.3.2 La presencia de un hollín espeso y grasiento sobre el cristal, procedente de residuos de hidrocarburos, se ha interpretado como demostración positiva de la presencia o uso de acelerantes líquidos. Pero esas manchas pueden proceder también de la combustión incompleta de otros combustibles tales como la madera y el plástico, por lo tanto no se pueden interpretar exclusivamente como producidas por acelerantes.

6.2.14* Muelles Rotos en los Muebles. La rotura de los muelles de los muebles puede proporcionar al investigador pistas en relación con la dirección, duración e intensidad del incendio. Sin embargo, la rotura de los muelles no puede utilizarse para indicar la exposición a un específico tipo de calor o a una fuente de ignición, tal como la ignición por brasas o la presencia de líquidos inflamables. Los resultados de ensayos de laboratorio indican que el recocido de los muelles, y su pérdida de tensión asociada (resistencia a la tensión), es función de la aplicación de calor. Estas pruebas revelan que aplicando un calentamiento corto a altas temperaturas o aplicando un calentamiento más largo a temperaturas moderadas (unos 400ºC ó 750ºF) se puede dar lugar a pérdidas en la resistencia a la tensión y a la rotura de los muelles. El ensayo también revela que la presencia de una carga o peso sobre el muelle mientras se calienta, incrementa la pérdida de tensión.

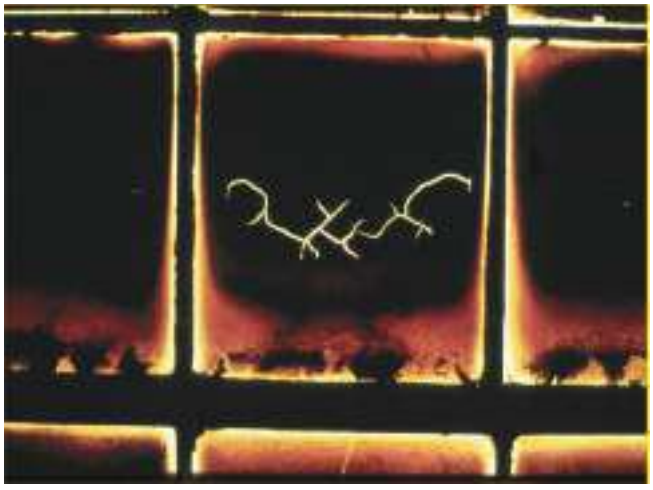


FIGURA 6.2.13.3.2 Humo condensado en los cristales de una ventana.



FIGURA 6.2.15 Una Bombilla "replegada" que muestra que el calor provenía de la parte derecha.

6.2.14.1* El valor del análisis de los muelles del los mobiliario, está en la comparación de las diferencias con los muelles de unas con otras áreas del colchón, almohadón o bastidor. El análisis comparativo de los muelles puede ayudar al investigador en el desarrollo de hipótesis concernientes a la relativa exposición a una fuente de calor en particular. Por ejemplo, si en un extremo del almohadón o colchón, los muelles han perdido su resistencia y en el otro no, entonces la hipótesis puede desarrollarse respecto de la localización de la fuente de calor. En las hipótesis deberían tenerse en consideración otras circunstancias; efectos (tales como la ventilación), y evidencia en el escenario relativa a la duración e intensidad del incendio, área de origen, dirección de desplazamiento del calor, o relativa proximidad a la fuente de calor. El investigador debe también considerar que las camas, almohadas, y almohadones, tienen protegidos los muelles, lo que proporciona una carga de fuego adicional. La parte con pérdida de resistencia en los muelles puede indicar más exposición al calor que aquellas otras áreas sin pérdida de resistencia. El investigador debería también considerar el estado de los muelles antes del incendio.

6.2.15 Bombillas Deformadas. Las bombillas incandescentes en ocasiones pueden mostrar la dirección del calor incidente. El lado de la bombilla encarado con la fuente de calor se calienta y ablanda, los gases en el interior de una bombilla de más de 25 W se expanden y abomban el cristal. Esto se ha llamado tradicionalmente, si bien de forma equívoca, *bombilla estirada*, ya que la acción es realmente la respuesta a la presión interna, parecida a un estiramiento. La parte abombada del bulbo estará en la dirección de la fuente de calor, tal como muestra la Figura 6.2.15.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.2.15.1 Bombilla de menos de 25 watts distorsionada hacia el interior por una fuente de calor proveniente del lado derecho.

6.2.15.1 Debido a que en su interior está hecho el vacío, las bombillas de 25 watios o menos, se pueden replegar hacia el interior en la dirección de procedencia de la fuente de calor. (*Ver Figura 6.2.15.1*)

6.2.15.2 A menudo, estas bombillas sobreviven a la intervención de extinción del incendio y pueden utilizarse por el investigador para mostrar la dirección de desplazamiento del fuego. Cuando se valoren las bombillas deformadas, el investigador pondrá especial cuidado en asegurarse que la bombilla no ha girado en su casquillo, y que el casquillo en sí mismo, tampoco se ha girado, como resultado de que se hayan aflojado durante o después del incendio.

6.2.16 Efecto Arco Iris. Las sustancias oleosas, no miscibles con el agua, flotan y crean marcas de difracción sobre la superficie del agua. Esto da como resultado una apariencia de "arco iris" o "brillo". Estos efectos arco iris son comunes en los escenarios del incendio. Aunque los líquidos inflamables crearán el efecto arco iris, la observación del mismo no debería interpretarse como una indicación de la presencia de líquidos inflamables, so pena de que se confirme mediante un análisis de laboratorio. Materiales de construcción tales como el asfalto, plásticos, y madera, producen sustancias oleosas debido a su pirólisis, y pueden producir efecto arco iris.

6.2.17* Victimas Heridas. Un cuerpo puede mostrar una respuesta material a la exposición al calor del incendio. La piel, grasa, músculo y huesos desarrollarán una respuesta secuencial a la exposición al calor. Incluso los cuerpos gravemente dañados pueden analizarse según la posición del cuerpo, la orientación de las fuentes de calor, la exposición diferencial y la protección podrían correlacionarse con las marcas de quemado en el cuerpo y en el escenario del incendio.

6.2.17.1 La piel puede cambiar de color o de forma física, y puede arder. Los cambios de color puede variar desde el rojizo al negro o carbonizado. La piel puede tensarse, contraerse y separarse. La escisión de la piel, como resultado de la exposición al fuego, es superficial y distinta de las heridas traumáticas penetrantes que se deforman y abultan a lo largo de la extensión de la herida. La piel puede formar ampollas tanto en la exposición pre-mortem como post-mortem.

6.2.17.2 La grasa del cuerpo puede fundir y arder como un combustible líquido. El quemado de la grasa del cuerpo requiere normalmente la presencia de una especie de mecha porosa tal como celulosa, madera, alfombra u otro material absorbente carbonizado.

6.2.17.3 Los músculos pueden cambiar de forma, carbonizarse y arder. El calor causa deshidratación y contracción de tendones y músculos. Los músculos voluminosos flexores, tales como los bíceps en los brazos y cuadriceps en las piernas, se encogen y contraen, produciendo una postura en el cuerpo conocida como la postura pugilística. Los músculos cortos del torso producen arqueamiento del cuello y de la espalda. La postura pugilística es una respuesta común post-mortem de los músculos al calor y no es indicativo de una respuesta de conducta a los eventos anteriores a, o durante el incendio. Desviaciones de la postura pugilística podrían correlacionarse con el escenario del incendio para determinar si circunstancias tales como la caída de escombros, atrapamiento, o la posición del cuerpo (p.e. en los accidentes de vehículos a motor el cuerpo queda fijado al salpicadero o al volante) evitaron la respuesta pugilística. Otras consideraciones podrían ser intentos criminales para sujetar el cuerpo (brazos detrás de la espalda, ligaduras, daños traumáticos preexistentes, desmembramiento, etc.) en las que las circunstancias evitan o alteran la esperada postura pugilística. Los tejidos del cuerpo son una carga de fuego y pueden continuar ardiendo después que los materiales de alrededor se hayan autoextinguido.

6.2.17.4 En un incendio, los huesos pueden cambiar de color, cambiar de composición, carbonizarse, y fragmentarse. El cambio de color dentro de los huesos está relacionado con la pirólisis y no es un indicador de las temperaturas presentes en el incendio. La calcinación de los huesos puede ocurrir cuando se queman sus componentes orgánicos. Los huesos pequeños de las extremidades, tal como los pies, manos, y dedos, pueden resultar consumidos. No obstante, estos huesos pequeños pueden desprenderse o fragmentarse cuando se consumen los tejidos que los envuelven. En consecuencia, los escombros alrededor y bajo el cuerpo, deberían tamizarse con la intención de recuperar los huesos pequeños y los fragmentos.

6.2.17.5 El cráneo puede presentarse fragmentado o fracturado, a parte de la presencia o ausencia de preexistentes heridas traumáticas. Esta fragmentación puede estar producida por numerosas acciones: la combustión de las materias orgánicas que hacen al hueso quebradizo, traumatismo, choque contra el cuerpo del chorro de agua de los bomberos, impacto de escombros, caída vertical del cuerpo a través del mobiliario, solado, o niveles, o movimientos después del incendio. Antes de mover el cuerpo, la cabeza debe estabilizarse y colocarla alrededor una bolsa protectora o una envoltura, para minimizar posibles pérdidas de fragmentos. Otros fragmentos craneales encontrados alrededor de la cabeza o el cuerpo deberían recogerse, pues pueden contener evidencias de heridas traumáticas procedentes de disparos, traumatismos producidos por objetos romos o traumatismos producidos por objetos afilados. Es necesaria la evaluación forense de estos restos para determinar la causa de la muerte. Se recogerán todos los fragmentos craneales y los dientes.

6.2.17.6 El cuerpo es una evidencia y debería examinarse dentro del contexto del escenario de fuego original, siempre que sea posible. A diferencia de otros materiales en el incendio, el cuerpo es

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

único en lo que respecta a la exposición al incendio, la víctima puede haber intentado cambiar de lugar o posición antes de morir. El investigador debería documentar cuidadosamente la localización, orientación y condiciones del cuerpo. Debería también documentarse la relación de la víctima con otros objetos o víctimas. Debería documentarse el área alrededor de la víctima, así como los combustibles más importantes y el material colapsado, los cuales podrían haber causado la prolongación del fuego, o la protección contra el incendio, o daños por impacto en el cuerpo.

6.2.17.7 Los informes de la autopsia, y las fotografías proporcionan una útil información respecto del daño del fuego. Si es posible, el investigador debería asistir a la autopsia, para registrar efectos del fuego que podrían ser significativos para el investigador de incendios, y no lo serían para los profesionales que examinan el cuerpo para determinar la causa y forma de la muerte. La autopsia puede proporcionar una mejor oportunidad para un preciso examen y documentación de los efectos del incendio en el cuerpo. El investigador puede correlacionar los descubrimientos en la autopsia con las marcas de fuego en el escenario del incendio.

6.2.17.8 Las variables individuales de la víctima, tales como la edad, peso y salud pueden afectar a la forma de arder del cuerpo y a lo que puede sobrevivir después del fuego. Los niños desarrollan huesos que posteriormente se unen para formar los huesos de adulto. Los huesos de los adolescentes son menos densos y pueden ser más frágiles y susceptibles al daño que los de los adultos. Los huesos de los adultos maduros son densos y tienen una mayor resistencia a la fragmentación durante el incendio. Las personas mayores pierden densidad en los huesos con la edad (osteoporosis), y sus huesos se fragmentan más fácilmente con el calor. Los individuos obesos poseen mayor masa de grasa corporal que los delgados o escuálidos, por ello aportan mayor cantidad de combustible cuando arde el cuerpo.

6.2.17.9 Las víctimas que sobreviven a un incendio, y que sufren daños, deben de ser documentadas tan pronto como sea posible. Pueden proporcionarnos información inmediata sobre, la naturaleza de sus acciones durante el incendio, sus ropas, y sus heridas. Igualmente lo harán las entrevistas y fotografías de las heridas y las ropas. Con posterioridad será difícil conseguir los registros médicos.

6.3 Marcas del Fuego. Una marca del incendio es visible, o son medibles sus cambios físicos, o son identificables las formas moldeadas por el efecto o conjunto de efectos del incendio.

6.3.1 Introducción. Los efectos del incendio son los datos subyacentes que usará el investigador para identificar la marcas del fuego. Las circunstancias de cada incendio son diferentes a las de cualquier otro, ya que son distintos los edificios, la carga de fuego, los factores de ignición, las corrientes de aire, la ventilación y muchas otras variables. Sin embargo, en este capítulo no podemos abarcar todas las posibles marcas de fuego y como se producen. Nos ocuparemos de los principios básicos y el investigador debería aplicarlos a cada incendio en concreto que investigue.

6.3.1.1 Dinámica de la Producción de las Marcas. El reconocimiento, identificación y análisis adecuado de las marcas del fuego depende de su conocimiento de la dinámica del desarrollo del fuego y de la propagación de las llamas y el calor. Este reconocimiento, identificación, y análisis adecuado supone conocer que los tipos de transmisión del calor, conducción, convección y radiación, producen los efectos del incendio, y la naturaleza del movimiento de las llamas, calor y humos dentro de un edificio (*Ver Capítulo5*).

6.3.1.2 Líneas o Áreas de Demarcación. Las líneas o áreas de demarcación son los bordes que definen las diferencias de ciertos efectos producidos por el humo y el calor del fuego en distintos materiales. Aparecen entre la zona afectada y las zonas adyacentes no afectadas o menos afectadas.

6.3.1.2.1 La producción de líneas y áreas de demarcación, depende de una combinación de variables: el propio material, la cantidad de calor liberada por el fuego, las actividades de extinción del incendio, la temperatura de la fuente de calor, la ventilación y la cantidad de tiempo que el material ha estado expuesto al calor. Por ejemplo, una pared de madera puede presentar las mismas marcas de exposición al calor producido por una fuente de baja temperatura durante mucho tiempo que por una fuente de alta temperatura durante poco tiempo. El investigador debería tener este concepto en cuenta cuando analice las marcas del incendio.

6.3.1.2.2 Las marcas observadas por el investigador pueden aportar mucho sobre la historia del incendio. Cada vez que se inflama otro lote de material combustible o cambia la ventilación del incendio, cambiará la tasa de producción de energía y la distribución del calor. Cualquier elemento ardiendo puede producir un penacho y por tanto una marca de incendio. Determinar cual fue la marca producida en el puto de origen, por el primer material que se inflamó, normalmente es cada vez más difícil en la medida que se incrementa la dimensión y duración del incendio.

6.3.2 Causas de las Marcas del Incendio. Hay tres causas básicas de las marcas de incendio: calor, sedimentación, y consunción. Estas tres causas se tratan ampliamente en la exposición de la dinámica del fuego en la Sección 5.5. Puede realizarse un análisis sistemático de la marcas del incendio para sondear la fuente de calor que las produjo. Algunas marcas pueden interpretarse para definir la intensidad del incendio (calor/combustible) o para definir la propagación (movimiento). Ver Sección 6.4.

6.3.2.1* Marcas generadas por las plumas de fuego. Las plumas de fuego son tridimensionales. Los marcas de la pluma de fuego representan las líneas de demarcación de los efectos del fuego, creados sobre los materiales por la forma tridimensional (cónica) de la pluma de fuego, al ser cortada (truncada) por una superficie bidimensional como puede ser un techo o una pared. Cuando la pluma se cruza con superficies, esto crea una serie de efectos que pueden ser interpretados como restos (secciones cónicas). La tasa de calor liberada durante la combustión tiene un profundo efecto en la forma de las marcas producidos por el fuego. Las marcas del fuego pueden incluir formas como:

(1) Marcas con forma de “V”.
(2) Marcas con forma de cono invertido.
(3) Marcas con forma de reloj de arena.
(4) Marcas con forma de ”U”.
(5) Marcas con forma de puntero y flecha.
(6) Marcas con forma circular.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

6.3.2.1.1 En la medida que la columna flotante de llamas, gases calientes, y humos van ascendiendo con el penacho del incendio, éstos se enfrían con el aire entrante, la temperatura del penacho se aproxima a la del aire que le rodea (decrece la temperatura a medida que crece la altura del penacho). Por consiguiente, la producción de marcas del incendio es más pronunciada cuando la superficie que mostrará la marca, se ha expuesto a una temperatura de penacho cerca o por encima de su mínima temperatura de pirólisis. La presencia de una barrera física, tal como el techo, contribuirá a la expansión lateral de los límites del penacho.

6.3.2.1.2 Cuando no existe techo sobre el incendio, y el incendio está lejos de las paredes, los gases y humos calientes del penacho no confinado continúan su ascensión vertical hasta que finalmente se enfrían hasta la temperatura ambiente del aire. En este punto, el humo y gases calientes se estratificarán y difundirán en el aire. Estas condiciones se dan en los incendios en el exterior y no confinados. La misma situación puede producirse en el incendio de un edificio en las etapas muy tempranas del incendio, cuando el incendio desprende una baja tasa de calor, cuando el penacho es pequeño, o si el incendio se produce en un espacio de gran volumen con el techo muy alto, como es el caso de un atrio.

6.3.2.1.3 La anchura de la pluma varía según el tamaño de la base del fuego, y se incrementará con el tiempo a medida que el fuego se expanda. Una marca con una base estrecha se desarrollará a partir de un fuego con una superficie pequeña, mientras que una marca con una base amplia se desarrollará a partir de un fuego con una gran superficie. [*Ver Figura 6.3.2.1.3(a) y Figura 6.3.2.1.3(b)*]



FIGURA 6.3.2.1.3(a) Efectos de la base de fuego sobre la anchura de la marca de fuego.

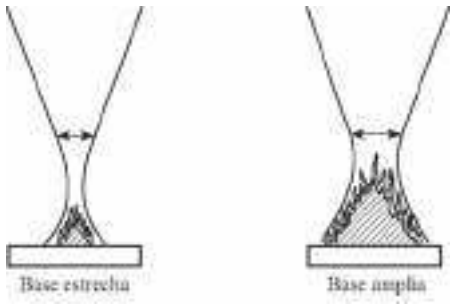


FIGURA 6.3.2.1.3(b) Base ancha.

6.3.2.1.4 Un incendio en un estado incipiente puede producir una marca de incendio que tenga la apariencia de un cono invertido. En la medida que se incrementa la velocidad de desprendimiento de calor y la altura de la llama, esta marca de cono invertido puede evolucionar hacia una marca subsecuente con apariencia más de columna. Asimismo, el crecimiento del incendio puede producir que la marca en forma de columna evolucione hacia una marca cónica tal como una marca en forma de V, marca en forma de U, o marca en forma de reloj de arena. La primera marca será observable solo si el incendio se interrumpe, bien por extinción, carencia de oxígeno, o agotamiento del combustible. Por esta razón, la observación de las marcas proporciona al investigador la oportunidad de conocer el desarrollo del incendio. También debe entenderse que la ausencia, cuando se observa después del incendio, de muestras en forma de un cono invertido, reloj de arena, o columnar, no significa que alguna no estuviese antes presente durante la fase de crecimiento del incendio. Si el incendio produce una combustión súbita generalizada (flashover) que involucra a la totalidad de la habitación, las muestras formadas en el crecimiento temprano del incendio, a menudo cambiarán debido a la intensa transferencia de calor de convección y radiación.

6.3.2.2 Marcas Creadas por la Ventilación. La ventilación del incendio y los gases calientes a través de las ventanas, puertas u otras aberturas de un edificio, aumenta enormemente la velocidad del aire sobre los materiales combustibles. Además, los incendios bien ventilados arden con mayor velocidad de producción de calor, de forma que pueden actuar para hacer que aumente la velocidad de carbonización, o la de exfoliación del hormigón, o la de deformación de los elementos metálicos del hormigón. Las zonas donde se han producido grandes daños indican que en ellas se ha producido un gran desprendimiento de calor, o que ha aumentado la ventilación o que han estado más tiempo expuestas al fuego. Sin embargo, tales zonas no siempre son el punto de origen del incendio. Por ejemplo, un incendio se puede propagar desde combustibles de combustión lenta a otros de combustión rápida, siendo estos últimos los que producen mayores daños.

6.3.2.2.1 Un flujo de aire sobre carbones o brasas, aumentará las temperaturas, transmitiéndose mayor cantidad de calor y aumentándose la velocidad de los gases calientes. El fenómeno puede generar suficiente calor como para exfoliar el hormigón, fundir metales, o producir agujeros a través del suelo. Una vez hecho un agujero, el aire puede pasar a través del mismo y aumentar la velocidad de combustión. Se deben interpretar cuidadosamente este tipo de marcas de la combustión, pues se han asociado con frecuencia erróneamente como marcas originadas por líquidos combustibles.

6.3.2.2.2 Cuando se cierra una puerta de una habitación en llamas, los gases calientes, que son más ligeros, pueden escapar por el espacio que queda por encima de la puerta cerrada, carbonizándolo. El aire frío puede entrar en la habitación por la parte inferior de la puerta, véase la Figura 6.3.2.2.2(a). En un incendio totalmente desarrollado en una habitación, en la que los gases calientes llegan al suelo, éstos pueden salir por debajo de la puerta y carbonizar esa zona y posiblemente todo el umbral, véase la Figura 6.3.2.2.2 (b). El carbonizado también puede ocurrir si caen escombros incandescentes contra la puerta, por dentro o por fuera, véase la Figura 6.3.2.2.2(c). Los líquidos inflamables ardiendo debajo de las puertas de madera pueden causar el carbonizado de la puerta.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

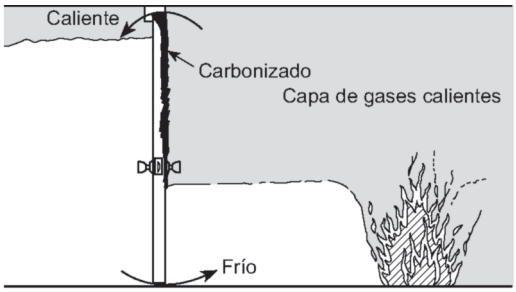


FIGURA 6.3.2.2.2(a) Flujo de Aire Alrededor de una Puerta.

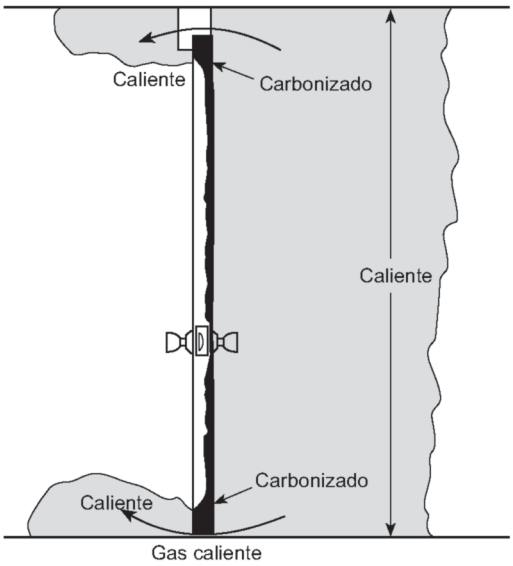


FIGURA 6.3.2.2.2(b) Gases Calientes por Debajo de la Puerta.

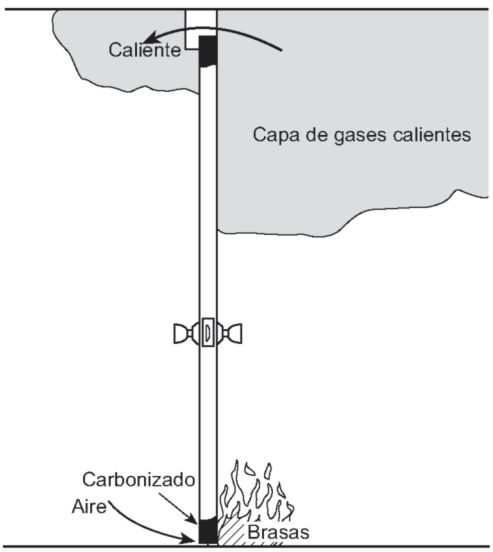


FIGURA 6.3.2.2.2(c) Brasas Incandescentes en la Base de una Puerta.

6.3.2.2.3* Efecto de la Ventilación de la Habitación en la Magnitud y Localización de las Marcas.

6.3.2.2.3.1 La ventilación de la habitación tiene un efecto significativo en el crecimiento y tasa de liberación del calor del incendio, y por esta razón afecta en gran medida a la formación de las marcas.

6.3.2.2.3.2 Además de afectar a la intensidad del fuego, la ventilación puede afectar a la localización, forma, y magnitud de las marcas del fuego. Cuando un fuego dispone de un aporte de aire fresco, es normal encontrar importantes daños producidos por el fuego en los materiales combustibles cercanos a la zona de aporte de aire. Estas marcas no tienen por qué corresponderse con el punto de origen del fuego. Por el contrario, la reducción del oxígeno disponible en áreas apartadas de fuentes de ventilación, pueden ralentizarse o terminar ardiendo como un fuego en un recinto cerrado.



FIGURA 6.3.2.2.3.2 Marca de quemadura limpia debido a la ventilación que proporciona una ventana rota.

6.3.2.2.3.3* Las marcas producidas por la ventilación no tienen necesariamente porqué esta limitados a las superficies cercanas a las zonas de aporte de aire. Las marcas pueden desarrollarse en cualquier parte de un espacio cerrado afectado de un fuego en todo él, en el cual, el humo rico en combustible puede mezclarse con el aire fresco y arder. Este tipo de marcas pueden verse, por ejemplo, en un muro opuesto a una puerta abierta. En los fuegos en recinto cerrados, los efectos de la ventilación en la generación de marcas o daños, debería considerarse con cuidado tanto el impacto positivo (incendio intensificado) y el negativo (reducción del incendio).

6.3.2.3 Marcas Generadas por la Capa de Gas Caliente. El flujo de radiación procedente de la capa de gas caliente puede producir daños sobre las superficies del contenido y sobre el material que recubre el suelo. Este proceso normalmente empieza cuando el entorno interior de la habitación se aproxima a las condiciones de flashover. Daños similares a los de la superficie del suelo debido al calor radiante, se producen en los espacios exteriores inmediatamente adyacentes a la habitación que está totalmente afectada

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.3.2.3(a) Línea de demarcación de la capa caliente de gas por encima del estante.



FIGURA 6.3.2.3 (b) Línea de demarcación de la capa caliente de gas cerca de la ventana.

por el incendio. Como por ejemplo sucede en los vestíbulos y porches. Las superficies protegidas puede que no presenten ningún daño. En esta etapa de desarrollo del incendio, puede formarse en las superficies verticales una línea de demarcación representando la parte baja de la capa de gas caliente. Generalmente el grado de daño será uniforme excepto donde ha habido derrumbe, donde arden elementos aislados que son fácilmente inflamables o donde hay áreas protegidas.



FIGURA 6.3.2.3(c) Línea de demarcación de la capa de gas caliente en ambos lados del pasillo.

6.3.2.4 Marcas Creadas por Incendios Generalizados en Recintos. Si un incendio progresa de forma que involucre a la totalidad de una habitación *(ver 5.10.2.1 hasta 5.10.28*), el daño que se encontrará en los niveles bajos de la habitación, incluido el suelo, puede ser muy amplio, debido a los efectos del flujo radiante, al calor de convección procedente de la capa de gas caliente que desciende y a la contribución de un gran número de elementos combustibles ardiendo. El flujo de calor radiante produce el mayor impacto sobre las superficies junto con la incidencia de la capa de gas caliente. En la medida que desciende la capa de gas caliente hacia el nivel del suelo, el daño se incrementará significativamente. El daño puede incluir el carbonizado de las superficies exteriores de los muebles, la combustión de alfombras y coberturas del suelo debajo de los muebles y en las esquinas, combustión de rodapiés, y combustión del borde bajo de las puertas. El incendio generalizado en la habitación puede producir agujeros quemados que atraviesan las alfombras y coberturas del suelo. Deberían considerarse los efectos de las áreas protegidas y suelos abarrotados, sobre las muestras de baja combustión (*ver 6.3.3.2.8*). Aunque, en general, el grado de daño se incrementará con el tiempo, las condiciones extremas en un incendio generalizado de una habitación pueden producir un daño severo en pocos minutos, dependiendo de la ventilación y de los combustibles presentes.

6.3.2.5 Marcas Generadas por la Extinción. El agua y otros agentes utilizados en la extinción del incendio son capaces de producir o alterar las marcas. El choro de las mangueras es capaz de alterar la propagación del incendio y crear daños en lugares donde el fuego no habría llegado si no existiera la influencia del chorro de la manguera. Complementariamente, las operaciones de ventilación realizadas por los bomberos pueden influir en las marcas del incendio. Algunos departamentos de bomberos utilizan ventiladores de presión positiva (PPV) que pueden crear marcas de difícil interpretación, particularmente si el investigador es desconocedor del uso de los PPV. El historial de las marcas generadas por la extinción solo puede entenderse mediante la comunicación con el responsable de los bomberos.

6.3.3 Situación de las Marcas. Las marcas de incendio se pueden encontrar en cualquier superficie que haya estado expuesta a los efectos del fuego o sus subproductos. Estas superficies pueden ser

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.3.2.5 (a) Marcas dejadas en el techo por el chorro de una manguera.



FIGURA 6.3.2.5(b) Marcas dejadas sobre una pared por el chorro de una manguera.

interiores, exteriores, elementos estructurales y otros elementos exteriores cercanos al lugar del incendio. Las superficies interiores serán normalmente las paredes, suelos, techos, puertas ventanas, muebles, aparatos, maquinaria, equipos, otros contenidos del edificio, bienes personales, espacios cerrados, áticos, armarios y la parte interior de las paredes. Las superficies exteriores serán los muros, tejados, voladizos, puertas, ventanas, canalones y bajantes, cuartos (de contadores, de servicios, etc.), porches y galerías. Las superficies exteriores expuestas son los muros de edificios adyacentes, otras estructuras adyacentes, árboles y vegetación, elementos de servicio (postes, cables, contadores, depósitos de combustible, y transformadores), vehículos y otros objetos. Las muestras pueden también utilizarse para determinar la altura a la cual puede haber comenzado el fuego en el interior del edificio.

6.3.3.1 Paredes y Techos. A menudo se encuentran marcas del incendio en las paredes y techos. En la medida que la zona de gas caliente y llama del penacho del incendio se encuentra con estos elementos obstructivos, se producen unas marcas que el los investigadores pueden utilizar para localizar el origen del incendio,(*ver Secciones 5.5 y 5.6.*)

6.3.3.1.1 Paredes. Las marcas en las paredes pueden aparecer como líneas de demarcación en la superficie de las paredes o manifestarse como quemaduras más profundas. Una vez que el revestimiento de una pared se ha destruido por el fuego, en la superficie subyacente pueden también aparecer diversas marcas. Entre estas marcas son las más comunes las marcas en forma de V, las marcas en forma de U, las marcas en forma de reloj de arena y las exfoliaciones. En las superficies detrás del revestimiento de la pared, incluso cuando el revestimiento permanece todavía en su lugar, pueden algunas veces aparecer también marcas.

6.3.3.1.1.1 Este proceso de transferencia de calor puede observarse en la carbonización del elemento estructural de madera cubierto por una capa protectora, como puede verse en la Figura 6.3.3.1.1.1.

6.3.3.1.2 Techos. El investigador debería examinar las muestras que aparecen en los techos o en superficies horizontales por debajo de ellos, tales como encimeras o estanterías. La naturaleza flotante de los gases del incendio concentra la energía calorífica en las superficies horizontales por encima de la fuente de calor. Por tanto, las marcas que se forman en la cara inferior de estas superficies horizontales pueden indicar la posición de la fuente de calor Aunque las zonas inmediatas sobre la fuente de calor y llama, generalmente experimentarán un calentamiento anterior al que experimentarán las zonas hacia donde se propaga el incendio, puede haber casos en los que el primer combustible se queme rápidamente, pero que el incendio resultante se propague después a una zona en la que haya gran cantidad de combustible, y que éste se inflame y que arda durante más tiempo. Este proceso puede causar más daños en el techo de esta zona que en el de la zona donde se declaró originariamente el incendio.

6.3.3.1.2.1 Estas marcas horizontales son casi circulares. También se encuentran a menudo, marcas parcialmente circulares en las zonas donde la pared se une con el techo, o con las estanterías y en los bordes de las encimeras y estanterías. El investigador debería determinar el centro aproximado de la marca circular e investigar debajo de este centro para localizar la fuente de calor.

6.3.3.1.2.2 Pueden encontrarse daños producidos por el incendio en el interior de las paredes y techos como consecuencia de la transferencia de calor a través de sus superficies. Es posible que el calor del incendio se transmita a través de la pared o del techo y que inflame elementos estructurales de madera existentes en el interior de la pared o el techo.

6.3.3.1.2.3 La capacidad de una superficie para soportar el paso del calor a lo largo del tiempo se denomina su índice de acabado. El índice de acabado de la superficie de un material solo representa el comportamiento de ese material en un ensayo específico de laboratorio (p. e. como se muestra en ANSI/UL263, *Norma de Ensayos de Seguridad contra Incendios de la Construcción y Materiales de los Edificios*), y no necesariamente su comportamiento real ante un incendio verdadero. El conocimiento de esa clasificación puede servir al investigador en su análisis general de propagación del fuego.

6.3.3.2 Suelos. El investigador debería examinar las muestras que aparecen en las coberturas de los suelos y en los suelos. La transición

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

hacia una combustión generalizada que afecte a la totalidad de la habitación, está asociada con un flujo radiante de calor aproximadamente superior a los 20 kW/m^2 (2 W/cm^2) a nivel del suelo, valor típico para la ignición de los materiales de construcción combustibles corrientes. La situación posterior a la combustión súbita, es decir, cuando el fuego afecta a toda la habitación, puede producir flujos de más de 170 kW/m^2 que pueden crear, modificar o borrar las marcas.

6.3.3.2.1 Desde 1970, las alfombras y moquetas fabricadas o importadas para ser vendidas en Estados Unidos tienen que ser resistentes a la ignición o a la propagación del fuego. Los cigarrillos o cerillas que se dejen caer en una alfombra, no provocarán su incendio. El ensayo ASTM D 2859, Método de Ensayo Estándar sobre Inflamabilidad de Recubrimientos Textiles de Suelos (Ensayo de la Pastilla de Metenamina) describe el ensayo que se usa para medir las características de ignición de las alfombras y moquetas mediante una pequeña fuente de ignición. Las alfombras y moquetas que pasen el ensayo de la pastilla, presentan muy poca capacidad de propagar la llama o la carbonización en dirección horizontal cuando estén expuestas a pequeñas fuentes de ignición, como cigarrillos o cerillas.

6.3.3.2.2* El fuego no se propagará a lo largo de la habitación por la superficie de estas alfombras o moquetas si no se aporta una energía externa, como un incendio exterior a la alfombra o un combustible ardiendo encima de la alfombra, en cuyo caso la propagación del fuego sobre la alfombra terminaría en el punto en que la energía de radiación del fuego a que está expuesta fuera menor que la energía mínima necesaria para que la llama se propagara a través de su superficie (flujo crítico de radiación). Pero puede esperarse que la alfombra arda si se expone a la combustión súbita generalizada, pues el flujo calorífico de radiación que produce este fenómeno es superior al flujo de radiación crítico de la alfombra.

6.3.3.2.3 El fuego entre las juntas o fisuras del parquet o la tarima o alrededor de los umbrales de las puertas, soleras y rodapiés, puede o no indicar la presencia de líquidos inflamables. Los ensayos normalizados relativos a los materiales de suelos, tal como el ASTM E 648, Método de Ensayo Normalizado para el Flujo Crítico de Radiación de Sistemas de Cobertura de Suelos Usando una Fuente Radiante de Energía Calorífica, normalmente produce fuego, solamente por el calor de radiación, entre las uniones y fisuras del parquet o tarima. El conocimiento de las condiciones anteriores al incendio del parquet o la tarima, soleras, y rodapiés pueden ayudar en la evaluación.

6.3.3.2.4 La situación de incendio en toda la habitación puede también producir fuego de suelos, o alrededor de los umbrales de las puertas, soleras, y rodapiés, debido a la radiación, a la presencia de gases combustibles calientes del incendio, o a fuentes de aire (ventilación) provenientes de las separaciones en la construcción. Estas separaciones pueden proporcionar suficiente aire para la combustión de los suelos, sobre éstos o cerca de ellos (*ver 6.3.2.2*).

6.3.3.2.5 Los agujeros en los suelos pueden producirse por combustión incandescente, radiación, o líquidos inflamables. La superficie por debajo de un líquido permanece fría (o al menos, por debajo del punto de ebullición del líquido) hasta que el líquido se consume. Los agujeros en el suelo procedentes de un líquido inflamable ardiendo, pueden ocurrir cuando el líquido inflamable ha empapado el suelo a se ha acumulado por debajo del nivel del suelo. En evidencias distintas del agujero o su forma, es necesario confirmar la causa de la muestra en particular.

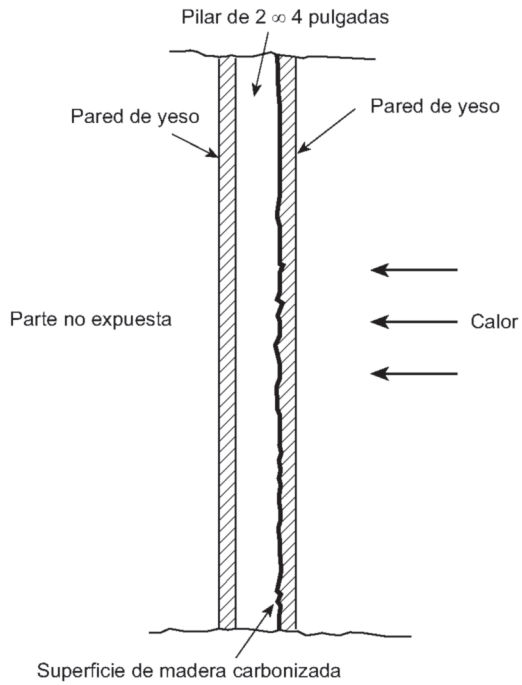


FIGURA 6.3.3.1.1.1 Carbonización de Elementos Estructurales de Madera mediante el Calor Conducido a través de la Superficie de la Pared.

6.3.3.2.6 Los baldosines de vinilo afectados por el incendio presentan con frecuencia sus bordes curvados, que dejan a la vista el suelo inferior. Estos bordes curvados se pueden ver con frecuencia en situaciones en que no ha habido incendio y se deben al encogimiento natural de los baldosines y a la pérdida de plastificante. En un incendio, la radiación procedente de la capa de gas caliente puede producir las mismas marcas. Estas marcas también pueden producirlas un líquido inflamable, no obstante, la confirmación de la presencia de líquidos inflamables necesita del análisis en laboratorio.

6.3.3.2.7 La recogida de muestras y la verificación en laboratorio de la presencia o ausencia de residuos de líquidos inflamables, puede servir de ayuda al investigador para desarrollar hipótesis y establecer conclusiones respecto al desarrollo de las marcas en el suelo.

6.3.3.2.8 Las zonas que no se han quemado después de un incendio permiten descubrir la posición de elementos que han protegido el suelo o sus revestimientos de los daños por el calor de radiación o manchas de humo.

6.3.3.2.9 Superficies Exteriores. Las superficies exteriores de los edificios pueden mostrar también marcas de fuego. Además de las marcas normales, las superficies exteriores horizontales y verticales pueden estar totalmente quemadas. Con igualdad de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

otras circunstancias, estas zonas quemadas pueden identificar los lugares en los que se ha producido una combustión más intensa o de más duración.

6.3.3.2.10 Goteo (Desprendimiento). El investigador debe tener en cuenta que, durante el desarrollo de un incendio, pueden caer residuos ardiendo y comenzar a arder hacia arriba. Esto se conoce como goteo de brasas o desprendimiento. Este goteo puede hacer que ardan otros materiales combustibles, produciendo marcas de combustión bajas.

6.3.4 Posición de los objetos. Se pueden utilizar ciertas marcas para situar la posición de los objetos durante el incendio.

6.3.4.1 Sombra de calor. La sombra de calor se produce porque un objeto bloquea el recorrido del calor de radiación, calor por convección o calor por contacto directo con la llama con el material afectado donde se ha producido la marca. El objeto que obstaculiza el recorrido de la energía calorífica puede ser sólido o líquido, combustible o no combustible. Cualquier objeto que absorba o refleje energía calorífica puede causar la producción de una marca sobre el material que protege. (*Vér Figura 6.3.4.1.*)

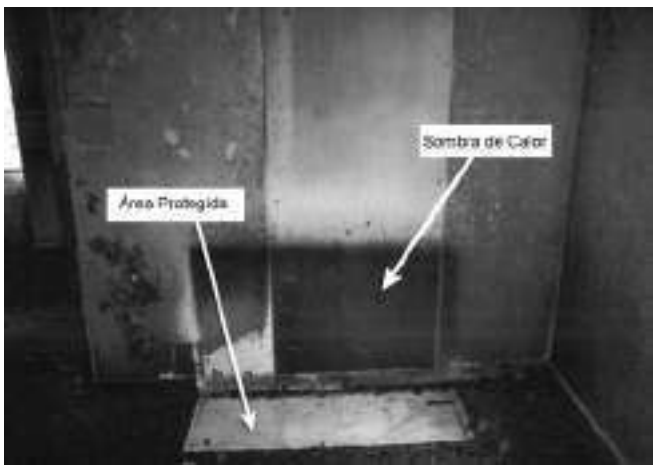


FIGURA 6.3.4.1 (a) Sombra de Calor y Áreas protegidas (Proyecto USFA sobre Marcas del Fuego)



FIGURA 6.3.4.1(b) Apantallamiento del calor causada por un sofá.

6.3.4.1.1 La sombra de calor puede variar, enmascarar o impedir la producción de líneas de demarcación identificables que podrían haber aparecido en ese material. Sin embargo, la forma de la sombra de calor puede ayudar al investigador de un incendio en el proceso de reconstrucción del punto de origen.

6.3.4.2 Zonas protegidas. La zona protegida es un concepto estrechamente relacionado en su aspecto con la sombra de calor. Se observa una zona protegida porque hay un objeto que evita que los productos de la combustión se depositen sobre el

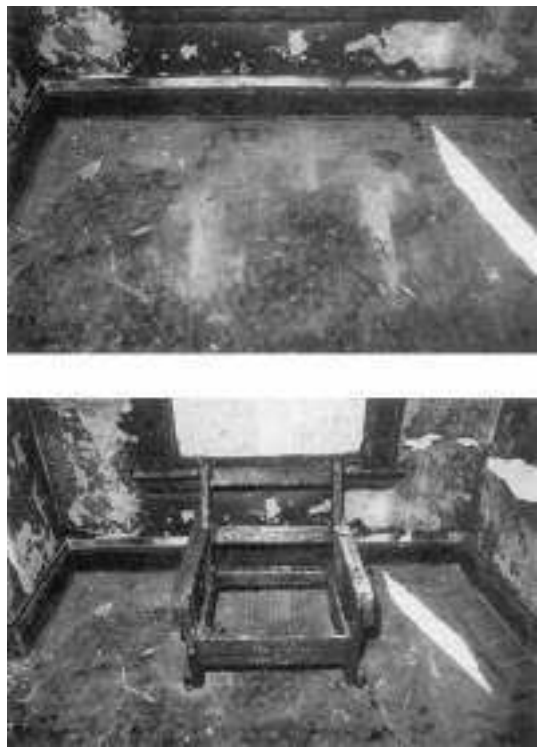


FIGURA 6.3.4.2 (a) La Fotografía Superior Muestra una Zona Protegida; la Inferior Muestra Cómo Estaba Colocado el Sillón durante el Incendio.



FIGURA 6.3.4.2(b) Áreas protegidas creadas por cuerpos humanos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.3.4.2(c) Mesa con áreas protegidas creadas por los objetos situados sobre ella.



FIGURA 6.3.4.2(d) Mesa con objetos situados en la posición anterior al fuego durante la reconstrucción de un incendio.

material que protege o evita que ese material se queme. El objeto que evita que se depositen los productos de la combustión puede ser un sólido o líquido, combustible o no combustible. Cualquier objeto que evite que se depositen productos de la combustión o que se queme el material protegido, puede producir una zona protegida. Véase un ejemplo en la Figura 6.3.4.2.

6.3.5 Penetraciones de Superficies Horizontales. La penetración por arriba o por abajo en las superficies horizontales puede estar causada por el calor radiante, la exposición directa a las llamas o la creación localizada de brasas, con o sin los efectos de la ventilación.

6.3.5.1 La penetración hacia abajo suele considerarse rara porque la dirección más natural del movimiento del calor es hacia arriba, gracias a la acción de flotación. Pero en habitaciones afectadas totalmente por el fuego, los gases calientes pueden pasar a través de pequeñas aberturas que hubiera previamente en el suelo, dando lugar a penetración. La penetración puede ser también el resultado de una combustión intensa bajo cierto mobiliario como colchones de poliuretano, tumbonas o sillones. Las llamas o brasas bajo suelos o techos hundidos, pueden producir también penetraciones en el suelo.

6.3.5.2. Para saber si un agujero en una superficie horizontal se ha generado desde arriba o desde abajo, se deben examinar sus superficies inclinadas. Los laterales que se inclinan de arriba a abajo hacia el centro del agujero, indican que el fuego venía de arriba. Si los laterales del agujero son más anchos por abajo y se inclinan desde abajo hacia el centro, indican que el fuego venía de abajo. Durante el transcurso del incendio es posible que ocurra tanto una combustión ascendente como descendente a través de un agujero. El investigador debería tener en cuenta que es posible que solo sea evidente la última dirección de combustión a través del agujero. (*Ver Figure 6.3.5.2.*).

6.3.5.3 Los elementos estructurales, tales como listones y vigas, pueden influir en las marcas creadas al penetrar el fuego hacia arriba, hacia abajo o lateralmente, en una superficie del edificio. Por ejemplo, un fuego que se desplaza hacia arriba a través del suelo puede presentar marcas muy afectadas por las vigas, a diferencia de un fuego que se mueve hacia abajo por el mismo suelo. El investigador debería tener en cuenta que es posible que solo sea evidente la última dirección de combustión a través de una superficie.

6.3.6 Profundidad del Carbonizado con Combustibles Gaseosos. Los incendios de tipo llamarada que afectan a combustibles gaseosos pueden producir un carbonizado muy distribuido. No obstante, en aquellas zonas donde se hayan formado bolsas de gases combustibles pueden formarse una carbonización más profunda. En las zonas más cercanas al punto donde se produjo la fuga continua de gas, el carbonizado puede ser más profundo ya que la zona habrá seguido ardiendo aunque se hubiera consumido el gas fugado. Esta zona carbonizada puede estar muy localizada, pues cerca del punto de fuga habrán salido chorros de gas a presión. Esto puede ayudar al investigador a localizar la fuga.

6.3.7 Geometría de las Marcas de Fuego. Los efectos de la exposición al fuego y al humo de los elementos constructivos y el contenido de un edificio, producen marcas de distinta geometría o forma. Con el fin de identificarlas para su posterior tratamiento y análisis, se definen mediante en la práctica términos que indican su forma. Aunque, en general, estos términos no indican cómo se han formado las marcas, la naturaleza descriptiva de la terminología utilizada las hace fácilmente reconocibles. Las secciones siguientes explican las marcas por sus nombres comunes y tratan de ofrecer información sobre cómo se han formado y cómo interpretarlas. En la sección 6.3.2. se ofrece más información sobre el particular. Como la interpretación

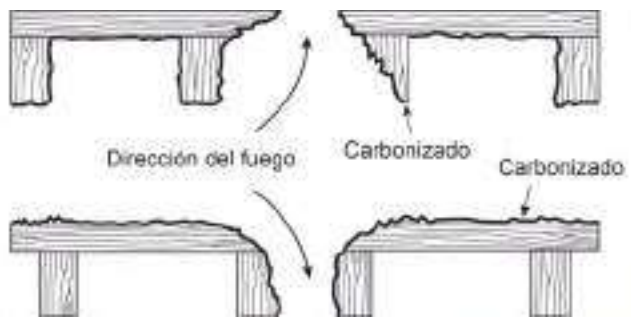


FIGURA 6.3.5.2 Marca de Combustión con el Fuego desde Arriba y desde Abajo

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

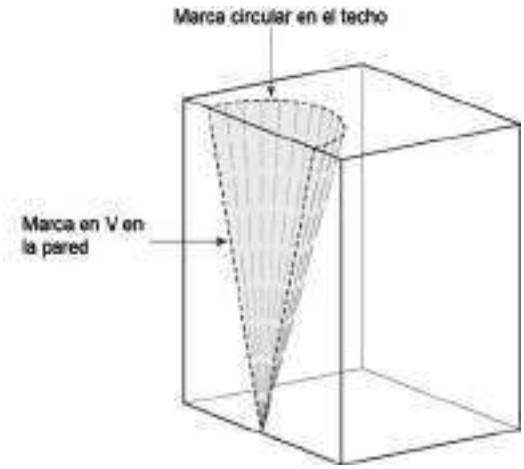


FIGURA 6.3.7.1(a) Marca Ideal con Forma de V y Marca Circular.



FIGURA 6.3.7.1 (b) Marca en V con Daños en Pared y en Vigas de Madera.



FIGURA 6.3.7.1 (c) Marca en "V" en un muro situado sobre una estufa.

de todas las posibles marcas del fuego no tiene una explicación científica, se recomienda al usuario de esta Guía que busque posibles interpretaciones alternativas de cualquier marca. Además puede encontrar marcas distintas de las aquí descritas.

6.3.7.1 Marcas con Forma de V en Superficies Verticales. Las marcas en forma de V se crean por las llamas, por el calor de convección o radiación desde incendios de gases calientes, y por el humo dentro del penacho del fuego (*Vér 6.3.2.1.*). La marca en V suele presentarse como líneas de demarcación (*Vér 6.3.2.1.*), definiendo los bordes de los efectos del fuego, como se muestra en la Figura 6.3.7.1(a) y en la figura 6.3.7.1(b).

6.3.7.1.1 El ángulo de las marcas en V depende de numerosas variables (*ver 6.3.2.1*), entre las que se incluyen las siguientes:

(1) Velocidad de liberación de calor (HRR)
(2) Geometría del combustible
(3) Efectos de la ventilación
(4) Combustibilidad de la superficie sobre la que aparece la marca
(5) La presencia de superficies horizontales tales como techos, estantes, partes superiores de mesas, o construcciones voladizas en el exterior de los edificios (*Vér 6.3.2.1.*)

6.3.7.1.2 El ángulo de los bordes de la marca en V no indica la velocidad de crecimiento del incendio; es decir, una V ancha no indica un incendio de crecimiento lento, ni una V estrecha indica un fuego de rápido crecimiento.

6.3.7.2 Marcas con Forma de Cono Invertido (Triangulares). Las marcas en cono invertido están causadas generalmente por penachos verticales que no llegan al techo. La forma bidimensional característica es triangular con la base en la parte inferior. . [*Vér Figura 6.3.7.2(a) y Figura 6.3.7.2(b).*]

6.3.7.2.1 Interpretación de las Marcas de Cono Invertido. Las marcas en cono invertido son manifestaciones de fuegos relativamente cortos o con velocidades de desprendimiento de calor bajas, que no han evolucionado totalmente hasta formar penachos entre el suelo y el techo o que, si los han formado, no se han visto impedidos en su desarrollo vertical.

6.3.7.2.2 Las marcas en cono invertido han sido interpretadas como prueba del incendio de líquidos inflamables, pero cualquier

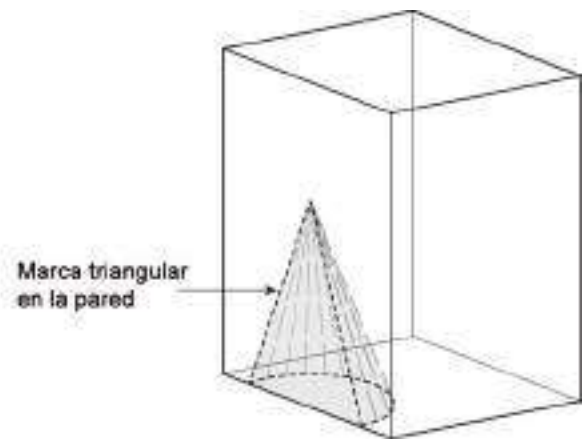


FIGURA 6.3.7.2(a) Formación Ideal de una Marca con Forma de Cono Invertido

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA6.3.7.2(b) Marca de cono invertido producida por la quema de una pequeña pila de papeles.



FIGURA 6.3.7.2(c) Marca de cono invertido.

fuente de combustible (fugas de gases, combustibles de clase A, etc.) que produzca zonas de llamas que no se vean limitadas verticalmente por una superficie horizontal, como un techo o mobiliario, pueden producir marcas en cono invertido.

6.3.7.2.3 Marcas de Cono Invertido Procedentes del Gas Natural. La combustión de una fuga de gas natural suele producir marcas en cono invertido, sobre todo si la fuga se produce por debajo del nivel del suelo y posteriormente escapa por la intersección entre el suelo y la pared, como se muestra en la Figura 6.3.7.2.3. Si el gas arde, generalmente no llega al techo y la combustión se manifiesta por la característica marca triangular en forma de cono invertido.

6.3.7.3 Marcas con Forma de Reloj de Arena. El penacho de gases calientes por encima de un fuego está formado por una zona de gases calientes en forma de V y otra de llamas en su base. Esta zona de llamas produce una marca en forma de V invertida. Cuando la zona de gases calientes se ve obstaculizada por un plano vertical, produce una típica marca en V. Si el fuego está muy cerca o en contacto con esa superficie vertical, la marca resultante presenta tanto los efectos de la zona de gases calientes como de la



FIGURA 6.3.7.2(d) Marca de cono invertido creado por un derrumbamiento.



FIGURA 6.3.7.2.3 Marca de cono invertido creado por una fuga de gas natural por debajo del nivel del suelo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.3.7.3 Marca con forma de "reloj de arena"

de llama, formando una gran V encima de otra V invertida, normalmente más pequeña y que presenta un quemado más intenso o una combustión limpia. Ambas marcas juntas forman lo que se llama "reloj de arena".

6.3.7.4 Marcas con Forma de U. Las marcas en forma de U son similares a las marcas en V, pero presentan líneas de demarcación más curvas y un eje curvo o redondeado, no puntiagudo (*Vér Figura 6.3.7.4.*) Las líneas de demarcación inferiores de las marcas en U están generalmente más altas que las líneas inferiores de las marcas en V, las cuales están más cerca de la fuente de calor.

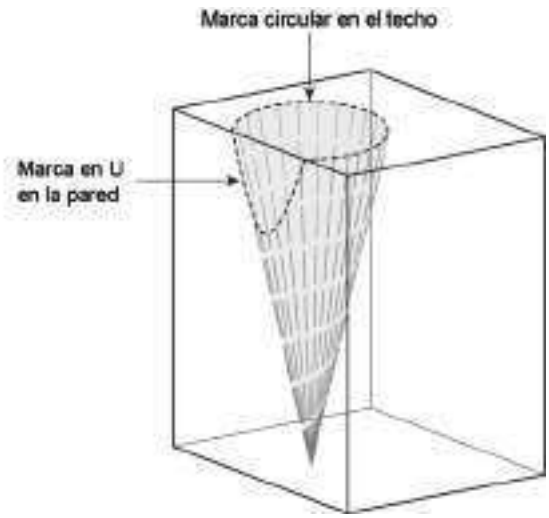


FIGURA 6.3.7.4(a) Desarrollo Ideal de una Marca en Forma de U.



FIGURA 6.3.7.4(b) Marca con forma de "U" sobre una pared de yeso y su estructura.

6.3.7.5 Marcas con Forma de Cono Truncado. Las marcas en cono truncado, también llamadas penachos truncados, son marcas tridimensionales del fuego que aparecen tanto en superficies horizontales como en verticales (*Vér Figura 6.3.7.5(a)*y *Figura 6.3.7.5(b)*) Lo que genera esas marcas es la intersección o truncado del cono o del penacho en forma de reloj de arena o en forma de cono, con las superficies verticales y horizontales. Muchas marcas producidas por el movimiento del fuego, como las en forma de V, de U, marcas circulares y en "punta de flecha o puntero", tienen que ver directamente con la forma de "cono" en tres dimensiones que adopta la energía calorífica producida por el fuego.

6.3.7.5.1 Debido a la entrada de aire, la anchura del penacho aumenta a medida que lo hace su altura. Cuando el penacho encuentra un obstáculo en su desplazamiento vertical, como el techo de una habitación, los gases calientes se desplazan horizontalmente. Los daños producidos por el calor en el techo generalmente se extenderán más allá de la zona circular correspondiente al "cono truncado" debido a ese movimiento vertical. Las marcas en cono truncado combinan marcas en dos dimensiones como en V sobre las superficies verticales, con marcas circulares sobre superficies horizontales. Lo que revela la forma tridimensional de la pluma es la combinación de más de una marca bidimensional sobre superficies verticales y horizontales perpendiculares.

6.3.7.6 Marcas con Forma de Puntero y de Flecha. Estas marcas de fuego aparecen normalmente en vigas y listones verticales de madera de las paredes sobre los que se clavan los revestimientos cuya superficie ha sido destruida por el fuego o no existía. Con frecuencia se puede identificar y reconocer el camino de avance y de propagación del fuego a lo largo de una pared, examinando la altura relativa y las formas de las marcas que aparecen en los listones que han permanecido en la pared después del incendio. En general, cuanto más cortos sean y más carbonizados estén los listones, más cerca están del origen del incendio. La altura de los restantes listones aumenta a medida que lo hace su distancia a ese origen. En los listones se notará la diferencia de altura y la magnitud de la carbonización, como se muestra en la Figura 6.3.7.6.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

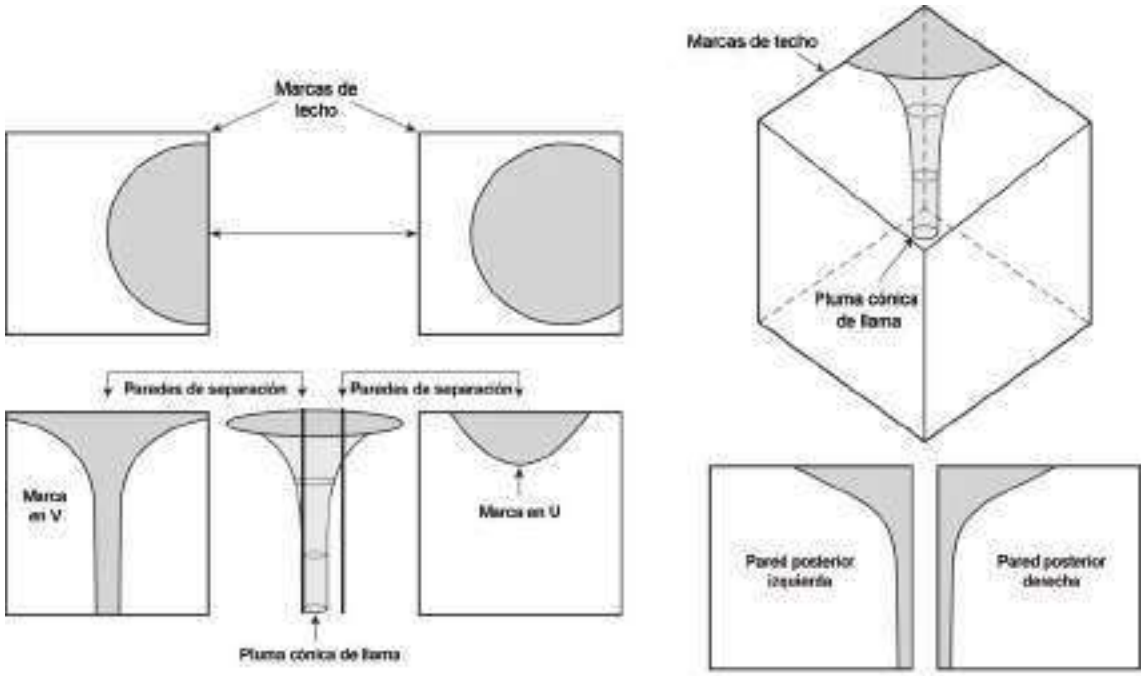


FIGURA 6.3.7.5(a) Formación Idealizada de una Marca de Cono Truncado.



FIGURA 6.3.7.5(b) Marca de Cono Truncado sobre Paredes Perpendiculares.



FIGURA 6.3.7.5(c) Marca de cono truncado producida en una pared perpendicular a la puerta.

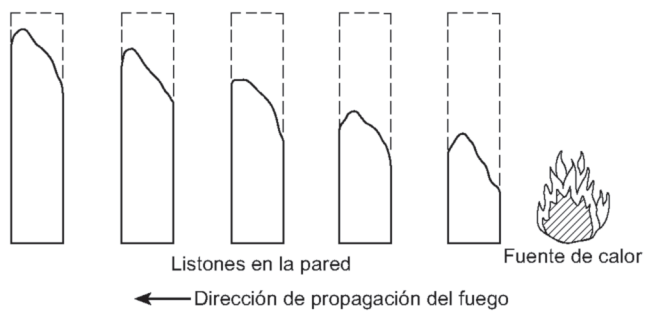


FIGURA 6.3.7.6 Los Listones de Madera en la Pared Presentan Menos Daños a Medida que Aumenta su Distancia al Fuego.

6.3.7.6.1 La forma de la sección de los listones producirá "flechas" que señalan en dirección contraria al origen del fuego o a la fuente de calor. Esto está producido por la desaparición por combustión de las esquinas de los bordes de los listones, en dirección a la fuente de calor, como se muestra en la Figura 6.3.7.6.1.

6.3.7.6.2 Es de suponer que el lateral del listón que esté más cerca de la fuente de calor estará más carbonizado.

6.3.7.7 Marcas Circulares. Las marcas en la parte inferior de las superficies horizontales como techos, mesas y estantes, pueden ser de forma más o menos circular. Cuanto más centralizada esté la fuente de calor, más circulares parecerán las marcas. En la parte inferior de las superficies que obstruyen parcialmente los gases calientes o los pena-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

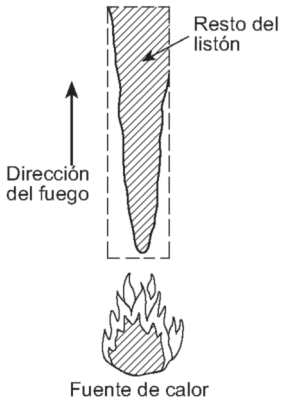


FIGURA 6.3.7.6.1 Sección de un Listón de Pared en Forma de Puntero que Señala Hacia la Fuente de Calor

chos, pueden aparecer marcas que representan segmentos circulares. Esto sucede cuando el borde de la superficie en la que aparece la marca no se prolonga lo suficiente como para que aparezca todo el círculo, o está junto a una pared. Dentro de la marca circular, el centro puede presentar síntomas de haber recibido mayor cantidad de calor, por ejemplo, estar más carbonizado. Si se localiza en centro de la marca, el investigador puede tener una clave importante de la fuente que ha producido más calor, inmediatamente debajo de la marca.

6.3.7.8 Marcas Irregulares. Las marcas irregulares, curvas o con "forma de charco" sobre el suelo o su revestimiento, no siempre corresponden a la presencia de líquidos combustibles, por lo que hay que analizarlas más allá de la observación visual. En caso de que toda la habitación esté afectada por el fuego, se pueden producir marcas de apariencia similar a las creadas por la combustión de líquidos inflamables, aunque no estén presentes tales líquidos.

6.3.7.8.1 Las líneas de demarcación entre las zonas afectadas y no afectadas de las marcas irregulares van desde bordes bien pronunciados hasta pequeñas graduaciones, según las propiedades del material y la intensidad de exposición al calor. Los materiales más densos, como los suelos de roble, presentan por lo general líneas de demarcación más nítidas que los polímeros (por ejemplo, nylon). La ausencia de moqueta suele producir líneas más nítidas.

6.3.7.8.2 Estas marcas son corrientes cuando el fuego afecta a toda la habitación, cuando se tarda mucho en apagarlo o cuando se hunde el edificio y pueden ser resultado de los efectos de los gases calientes, de restos ardiendo o de brasas, de plásticos fundidos o de líquidos combustibles. Si se sospecha la presencia de líquidos combustibles, hay que buscar pruebas que lo apoyen, tales como un indicador de gases combustibles, el análisis químico de los restos en busca de residuos o la presencia de recipientes. Hay que tener en cuenta que, cuando se queman o pirolizan, muchos plásticos desprenden gases de hidrocarburos, que pueden tener un olor semejante al de los productos petrolíferos y se pueden detectar con indicadores de gases combustibles cuando no se han utilizado líquidos combustibles como acelerantes. Una lectura "positiva" debe llevar a ulteriores investigaciones y a la recogida de muestras para hacer un análisis químico más detallado. También hay que tener en cuenta que los productos de la pirólisis, incluidos los hidrocarburos, se pueden detectar mediante cromatografía de gases de los restos del fuego, si no se han utilizado acelerantes. Cuando se analizan en el laboratorio restos de moqueta o alfombra, puede ser útil quemar una parte de la muestra que estuviera sin quemar y comparar las dos muestras mediante cromatografía de gases. Comparando los resultados de las muestras, antes y después de quemarlas, con los restos recogidos en el lugar del incendio, se puede determinar si los residuos encontrados eran o no productos de la pirólisis o procedentes de acelerantes. Si se tienen indicios de la presencia de líquidos inflamables, se deberían considerar los efectos de la combustión súbita generalizada, corrientes de aire, gases calientes, plástico fundido, y colapso del edificio.

6.3.7.8.3 No obstante, cuando los daños del incendio son limitados y se encuentran marcas pequeñas, aisladas o irregulares, puede ser más probable la presencia de líquidos combustibles, aunque se sigue recomendando la aportación de pruebas convincentes. *[Ver Figuras 6.3.7.8.3(a) y Figura 6.3.7.8.3(b).]* Incluso en estos casos, el calor radiante puede causar la producción de marcas en muchas superficies que pueden ser malinterpretadas como marcas de combustión de líquidos. *[Ver Figura 6.3.7.8.3(c).]*

6.3.7.8.4 Los líquidos combustibles que se extienden por el suelo o por el material que lo cubre, así como los plásticos fundidos, pueden producir marcas irregulares. Estas marcas también pueden estar producidas por una fuente de calor localizada o por residuos ardiendo que han caído sobre el suelo. [*Ver Figura 6.3.7.8.4(a) y Figura 6.3.7.8.4(b).]*



FIGURA 6.3.7.8.3(a) Marcas de quemado irregular en el suelo de una habitación incendiada durante una prueba en la que se utilizaron líquidos no inflamables.



FIGURA 6.3.7.8.3(b) Marcas Irregulares de Combustión en Moqueta de Suelo, Resultado de la Fuga de Líquido Inflamable. Se puede ver la cerilla quemada abajo a la izquierda.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.3.7.8.3(c) Marca de Combustión con "Forma de Charco" Producida por la Combustión de una Caja de Cartón en un Suelo de Parquet de Roble.



FIGURA 6.3.7.8.3(e) Test de incendio sobre baldosas de vinilo.

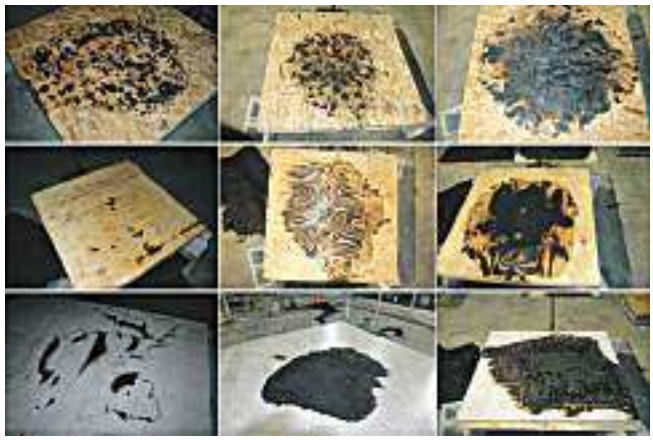


FIGURA 6.3.7.8.4(a) Comparación entre las marcas producidas al verter 0.5 L de tres combustibles distintos, sobre tres substratos diferentes. Los combustibles incluyen alcohol de quemar (izquierda), gasolina (centro), y queroseno (derecha). Los substratos fueron tableros OSB (tablero de virutas orientadas) (parte superior), contrachapado (centro), y vinilo (parte inferior)



FIGURA 6.3.7.8.3(d) Marca irregular sobre una alfombra.



FIGURA 6.3.7.8.3(f) Marcas irregulares creadas tras una prueba de incendio realizada con periódicos situados sobre baldosas de vinilo.

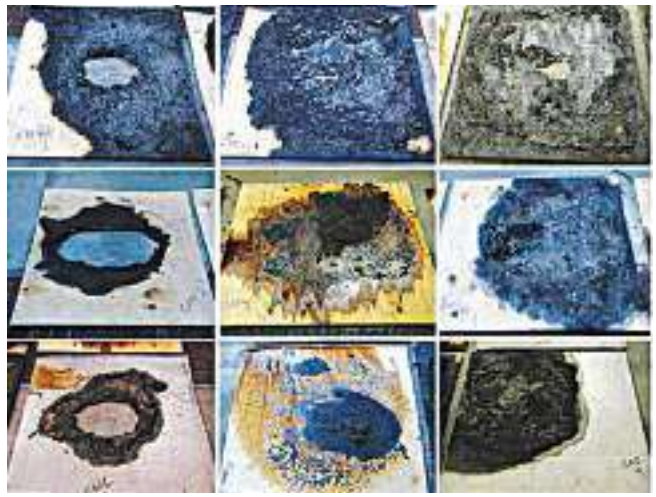


FIGURA 6.3.7.8.4(b) Comparación de las marcas producidas al quemar tres combustibles distintos de clase A, sobre tres substratos diferentes. Los materiales de clase A incluyen cuñas de madera (izquierda), espuma de poliuretano (centro), y un termoplástico (derecha). Los substratos incluyen, moqueta (parte superior), contrachapado (centro), y vinilo (parte inferior).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

6.3.7.8.5 El término *marca de vertido* implica que se ha derramado o descargado de alguna forma un líquido y, por lo tanto, es indicativo de una acción intencionada. Puesto que las marcas resultantes de la combustión de líquidos no son únicas visualmente, debería evitarse el uso del término *marca de vertido* así como referencias a la naturaleza de la marca. El término correcto para este caso es *marca de fuego con forma irregular.* La presencia de un líquido inflamable debería confirmarse mediante análisis de laboratorio. No debería realizarse la determinación de la naturaleza de una marca irregular sólo por interpretación visual. En la Figura 6.3.7.8.5(a) y Figura 6.3.7.8.5(b) se muestran ejemplos de marcas de fuego sobre suelos.

6.3.7.8.6 Líquidos Frente a Sólidos Fundidos. Muchos materiales de plástico arden. Los termoplásticos reaccionan al calor licuándose, para después de arder también como un líquido, produciendo una marca con forma de circulo irregular. [*Vér Figura 6.3.7.8.6(a) y Figura 6.3.7.8.6(b).*] Cuando estas marcas aparecen en lugares no esperados, se pueden interpretar de manera errónea como marcas de un líquido inflamable, y asociarse con el escenario de un fuego intencionado. El investigador debería ser muy cuidadoso e identificar de manera adecuada las fuentes de combustible, prestando atención a cualquier forma irregular o marca circular.

6.3.7.9 Marcas con Forma Toroidal. Una marca en forma de toroide, en la que una zona quemada en forma de anillo rodea a otra menos quemada, puede ser el resultado de la combustión de un líquido inflamable. Cuando un líquido produce esta marca, como se muestra en la Figure 6.3.7.9(a), se debe a los efectos del enfriamiento de la parte central del líquido derramado cuando se quema, mientras que las llamas del perímetro carbonizan el suelo o el material de revestimiento. Cuando se encuentran marcas de este tipo, hay que hacer nuevos análisis para encontrar pruebas de la presencia de líquidos inflamables, especialmente en el interior de las marcas. Ver Figura 6.3.7.9 (b).

6.3.7.10 Marcas Lineales. Todas las marcas que poseen en general una forma general lineal o alargada, se denominan marcas lineales. Aparecen normalmente en las superficies horizontales.

6.3.7.10.1 "Trailers". En los casos de incendios provocados, cuando los combustibles de mueven o "remolcan" intencionadamente de una zona a otra, pueden aparecer marcas alargadas. Dichas marcas pueden encontrarse en el suelo o en cualquier otra superficie horizontal, conectando las diferentes áreas del fuego, o escaleras arriba, como se muestra en la Figura 6.3.7.10.1. Los combustibles usados como "trailers" pueden ser líquidos o sólidos inflamables, o una combinación entre ambos. Dependiendo del combustible utilizado, algunos restos podrían sobrevivir al fuego. Consultar lo relacionado con los "trailers" en el Capítulo 24.



FIGURA 6.3.7.8.5(a) Marcas de Fuego sobre Suelo a Consecuencia del Desarrollo Completo de un Incendio (Post-Flashover) en Ensayo a Gran Escala de Combustión de una Estructura de Uso Residencial.(El suelo estaba cubierto de moqueta y el recinto contenía el mobiliario característico de una vivienda; No había líquidos inflamables).



FIGURA 6.3.7.8.5(b) Marcas de Fuego sobre Suelo de Linóleo a Consecuencia del Desarrollo Completo de un Incendio (Post-Flashover) en Ensayo a Gran Escala de Combustión de una Estructura de Uso Residencial. (No había líquidos inflamables).

6.3.7.10.2 Zonas de Suelo Protegidas. A menudo, cuando se limpian los restos de una zona del suelo para examinar los daños, aparecen marcas largas, rectas y anchas que indican zonas donde se han producido grandes daños por el calor, bordeadas a ambos lados por otras zonas menos dañadas o intactas. Estas marcas se han interpretado a menudo como "rastros de combustible". Aunque es posible, estas marcas también pueden estar producidas por la presencia de muebles u otros objetos, mostradores o recipientes. También se pueden producir marcas similares como resultado del desgaste de los suelos y sus revestimientos en lugares de tráfico intenso. Los objetos de forma irregular sobre el suelo, como ropa de vestir o de cama, pueden también protegerlo del fuego y producir marcas que han sido interpretadas sin precisión.



FIGURA 6.3.7.8.6(a) Ensayo de Combustión No Acelerada que Demuestra la Fusión, Goteo, Formación de Charco y Combustión de un Colchón de Espuma de Poliuretano.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.3.7.8.6(b) Ensayo de Combustión No Acelerada que Demuestra la Fusión, Goteo, Formación de Charco y Combustión Del Relleno de una Silla Tapizada

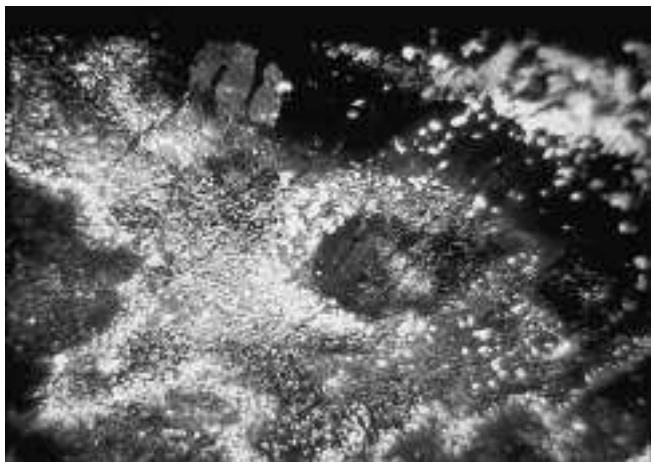


FIGURA 6.3.7.9(a) La fotografía muestra el marca de quemado con forma de "donut" creado sobre un suelo de moqueta. Muestra como el suelo se ha degradado a lo largo del perímetro de la marca, debido a las elevadas temperaturas de la llama. Mientras, las temperaturas del interior del suelo rodeado por el fuego, permanecen relativamente bajas. El suelo permanece intacto debido al frio producido por la evaporación del combustible líquido que todavía queda.

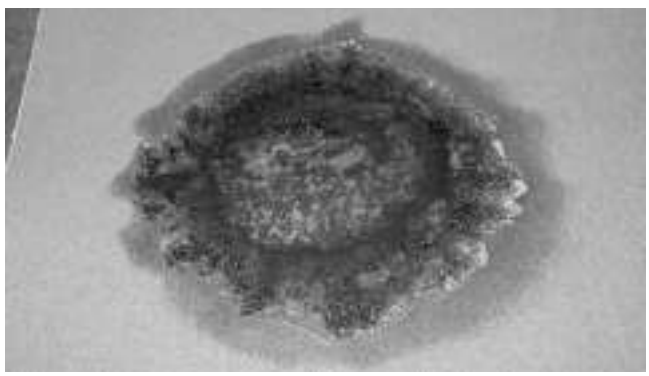


FIGURA 6.3.7.9(b) Marca con forma de "donut" sobre un suelo de moqueta.



FIGURA 6.3.7.10.1 "Trailer" situado entre el hueco de una puerta y la parte inferior de la fotografía, resultado de quemar gasolina sobre la alfombra.

6.3.7.10.3 Chorros de Gas Combustible. Los chorros de gases combustibles ardiendo, como el gas natural o gases licuados del petróleo, pueden producir marcas lineales o líneas de demarcación, sobre todo en superficies no combustibles.

6.3.7.11 Marcas de Zona. Algunas marcas parece que cubren habitaciones enteras o grandes zonas, sin que haya muestras claramente identificables de la fuente u origen del incendio. Estas marcas se forman la mayoría de los casos cuando los combustibles que las han creado se han dispersado mucho antes de su ignición o cuando el fuego ha invadido rápidamente una zona, como en el caso de una llamarada.

6.3.7.11.1 Combustión Súbita Generalizada e Incendios que Afectan a todo un Recinto. En la fase de transición a la combustión súbita generalizada, el fuego se propaga rápidamente a todos los materiales combustibles expuestos y avanza hasta afectar a toda la habitación (*Ver 5.10.2.6.*) Este proceso puede producir una combustión relativamente uniforme en las superficies verticales. Si el fuego se extingue antes de abarcar toda la habitación, por encima de la parte inferior de la capa caliente puede haber muestras relativamente uniformes de combustión. Cuando el fuego ha avanzado hasta afectar a toda la habitación, las marcas en esa zona pueden ser menos uniformes y extenderse hasta el suelo. La uniformidad aquí descrita puede que no se manifieste en la totalidad del espacio o recinto. Puede que algunas superficies expuestas no presenten daños, o estos sean muy pequeños, debido a los efectos de la ventilación o a la posición del mobiliario que evita el obscurecimiento o decoloración de las superficies de paredes y techo.

6.3.7.11.2 Llamaradas. La ignición de los gases o de los vapores de los líquidos no siempre causa necesariamente una explosión. El hecho de que se produzca o no la explosión depende de la localización y concentración del gas combustible y de la geometría, ventilación y resistencia del edificio que lo contiene.

6.3.7.11.2.1 Si la mezcla aire/gases o vapores combustibles se encuentra cerca de su límite inferior de inflamabilidad o explosividad (LIE), y a la ignición no le sigue una explosión, los gases pueden arder en forma de llamarada, sin que se produzca apenas combustión. En el caso de que el primer combustible a quemar sea la mez-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 6.3.7.11.2 Daños producidos por una llamarada sobre el envoltorio de plástico y los rollos de papel.

cla aire/combustible, el área de mayor destrucción no suele coincidir con el área donde la fuente de calor prende la mezcla. La mayor destrucción se dará cuando la llamarada de la mezcla en combustión entre en contacto con una segunda carga combustible capaz de entrar en ignición por la intensa temperatura momentánea en el frente de llama. Así mismo, una vez que se produce la ignición secundaria, las dinámicas de propagación del fuego vendrán dictadas por la sala y la geometría del combustible, y las velocidades relativas de liberación de calor de estos combustibles secundarios. La relativamente corta duración de la mezcla combustible puede tener un efecto pequeño en la combustión súbita generalizada en la sala si se compara con la combustión de los combustibles secundarios. Por lo tanto, la determinación del origen de la llamarada depende de observaciones adecuadas de testigos y el análisis de las fuentes potenciales de ignición en las áreas donde pudieran haber estado los vapores o el gas. Sin declaraciones exactas de testigos y cuidadoso análisis de las fuentes potenciales de ignición, el investigador sólo dispone del análisis de las marcas de fuego como único medio para determinar el origen del incendio. La dificultad de esta tarea es que la ignición resultante de los combustibles secundarios y la combustión súbita generalizada de la sala pueden camuflar las marcas tenues creadas por la llamarada.



FIGURA 6.3.7.11.2.2 Ampollas en el barniz de la puerta y un ligero chamuscado de los visillos; únicas muestras de una llamarada de gas natural

6.3.7.11.2.2 La dificultad para detectar las marcas causadas por las llamaradas, se debe a que se consume totalmente el combustible disponible sin que les haya dado tiempo a elevar de manera importante la temperatura de otros combustibles. En este caso, las marcas de fuego pueden ser superficiales y difíciles para establecer el punto de ignición, como se muestra en la figura 6.3.7.11.2.2. Además puede haber gases quemados en distintas zonas donde se hubieran almacenado, lo que dificulta localizar el origen y ruta del incendio.

6.3.7.12 Quemaduras en Forma de Sillín. *Las quemaduras en forma de Sillín* son un tipo de marcas especiales en forma de U que a veces se encuentra en los bordes superiores de los rastreles del suelo, producidas porque el fuego se ha propagado hacia abajo desde el suelo que cubría los rastreles. En este caso, presentan una parte muy carbonizada y las marcas del fuego están muy localizadas y son ligeramente curvas. A menudo estas marcas se generan por la combustión de líquidos. También pueden crearse por el calor radiante de un material en combustión cercano al suelo, incluyendo aquellos que pueden fundir y arder sobre el suelo (por ejemplo, espuma de poliuretano). La ventilación causada por las aberturas en el suelo también puede contribuir al desarrollo de estas marcas, como se muestra en la Figura 6.3.7.12.

6.4 Análisis de las Marcas del Fuego. El análisis de las marcas del fuego es el proceso de identificarlas e interpretarlas para determinar cómo se generaron y su significado.

6.4.1 Tipos de Marcas de Fuego. Existen dos tipos básicos de marcas de fuego: marcas de movimiento y marcas de intensidad. Ambos se definen mediante la dinámica del fuego tratada en la Sección 5.10.Con frecuencia se emplea el uso sistemático de más de un tipo de marcas en el lugar del incendio en combinación con un retorno a la fuente de calor que las produjo. Algunas marcas pueden presentar un aspecto tanto de movimiento como de intensidad (calor/combustible).

6.4.1.1 Marcas de Propagación del Fuego (Movimiento). Las llamas, el calor y el humo producen marcas a consecuencia del desarrollo del incendio. Las marcas de propagación del fuego se producen por dicho crecimiento y propagación y por el desplazamiento de los productos de combustión lejos de la fuente de calor inicial. Si se identifican y analizan con precisión, estas marcas pueden seguir el rastro hasta el origen de la fuente de calor que las originó.



FIGURA 6.3.7.12 Combustión con Forma de Sillín en un Rastrel del Suelo

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

6.4.1.2 Marcas de Calor (Intensidad). Las llamas y los gases calientes producen marcas a consecuencia de la respuesta de los materiales a la exposición de calor. Los efectos diversos del calor sobre los materiales pueden producir líneas de demarcación. Estas líneas pueden resultar de utilidad para el investigador a la hora de determinar las características y cantidades de materiales combustibles, así como la dirección de propagación del incendio.

6.4.1.3 Combinación de patrones. Los patrones del incendio pueden mostrar una combinación de efectos. El investigador ha de ser consciente de la incfluencia que uno puede tener en el otro y de la secuencia en que se producen. La no consideración de estos factores puede llevar al investigador a conclusions erroneas respecto a la dínámica del fuego.

Capítulo 7 Sistemas de Edificación

7.1* Introducción. Conocer la reacción frente al fuego de los edificios y de sus estructuras es de primera importancia para el investigador. El desarrollo, propagación y control del incendio dentro de una estructura depende normalmente del tipo de construcción, de la capacidad de los elementos estructurales para mantenerse intactos y de la interfase de los sistemas de protección contra incendios y otros sistemas del edificio. La distribución interior, las vías de circulación de ocupantes, los acabados interiores y los servicios del edificio, pueden ser factores importantes en el inicio, desarrollo y propagación de un incendio. Este capítulo ayudará al investigador a documentar y efectuar un seguimiento de los sistemas de construcción en relación con el incendio.

7.1.1 Debería comprenderse que este capítulo sólo destaca información general del edificio. En la sección de referencia se incluye un número de textos relacionados que proporcionará al investigador la oportunidad de obtener mayor detalle y comprensión de la construcción y sistemas en los edificios. En la edición nº18 de la NFPA *Manual de protección contra incendios (Fire Protection Handbook)*, se puede encontrar información más detallada.

7.1.2 Además del diseño del edificio y elementos de construcción, hay importantes consideraciones para el investigador del incendio, relativas al combustible. Por ejemplo, durante la fase previa a la combustión súbita generalizada, en el estadio de crecimiento de un fuego, la velocidad de liberación del calor de una cantidad de combustible tiene una influencia significativa en la velocidad de crecimiento del fuego. (*Ver Sección 5.5.*)

7.2 Características de Diseño, Construcción, y Elementos Estructurales en la Evaluación del Desarrollo del Incendio.

7.2.1 Generalidades. El diseño arquitectónico de un edificio tiene influencia significativa en sus características de seguridad contra incendios. La distribución interior, el modo de circulación de los ocupantes, los materiales de acabado interior, y los servicios del edificio son todos ellos factores importantes en la seguridad contra incendios. Otra consideración importante es cómo afecta el diseño del edificio a la extinción manual de incendios.

7.2.1.1 El modo en que se desarrolla y propaga un incendio puede verse influenciado por el diseño del edificio en el modo en que se ha diseñado, configurado, construido, y los materiales que se han elegido. La naturaleza de la ocupación o propósito para el que se utiliza la estructura, también puede afectar al modo en que se quema. El investigador debe evaluar el desarrollo y propagación del incendio a la luz del conocimiento de cómo está formado el edificio, que puede influir en estos factores.

7.2.1.2 Los cambios en los tipos de ocupación pueden crear un peligro a las acciones de lucha contra incendios y afectar al desarrollo del incendio. Como ejemplo, puede haber un negocio de venta normal al por menor que se convierte en tienda de pinturas, ocupación considera peligrosa. El incremento de carga combustible probablemente afectará a la intensidad y propagación del incendio, con lo que el diseño original puede ser insuficiente para soportar el incendio.

7.2.2 Diseño del Edificio.

7.2.2.1 Generalidades. La propagación y desarrollo dentro de un edificio es principalmente el resultado del calor radiante y convectivo. En fuegos desarrollados en salas o habitaciones, la mayor parte de la propagación del incendio también es función del estado del confinamiento de las capas superiores de gas caliente. Para un elemento combustible dado, el tamaño de la habitación, el material de recubrimiento en la sala, a forma, altura del techo, y la localización y área de puertas y ventanas, pueden afectar profundamente la formación de chorros en el techo, retroceso de la radiación, producción y confinamiento de capas elevadas de gas, ventilación, sobrellama, y el tiempo de llegada a combustión súbita generalizada de un fuego en un compartimento. Todos estos factores influyen en la forma en que se desarrolla un incendio.

7.2.2.1.1 La compartimentación es un concepto principal en la protección contra incendios. Durante mucho tiempo, los ingenieros de diseño de protecciones contra incendios y las organizaciones para normas contra incendios, han tenido el objetivo de mantener confinado un incendio en su habitación de origen y minimizar el movimiento del humo hacia otras áreas del edificio. El diseño de construcciones resistentes al fuego, clapetas corta fuegos en conducciones y aperturas para unidades auxiliares en las paredes cortafuegos, y técnicas de construcción que minimizan el movimiento de humos y llamas, pueden ayudar en la compartimentación efectiva. Los diseños que son menos seguros contra incendios tienen justo el efecto contrario.

7.2.2.1.2 Los diseños arquitectónicos extremos tales como los atrios; grandes espacios cerrados como estadios o túneles; y cristal o materiales inusuales en estructuras, paredes, techos, o materiales de acabado, también plantean interesantes consideraciones para el investigador de incendios, especialmente en el análisis del modo en que estas características han afectado al crecimiento y propagación del incendio.

7.2.2.1.3 Muchos de estos aspectos están inicialmente bajo el control de los arquitectos del edificio o los diseñadores de los sistemas. Pequeños cambios en las especificaciones de una estructura pueden tener profundos efectos en toda la seguridad contra incendios del edificio. Cuando sea necesario y posible, el investigador de incendios debería revisar los planos del diseño y las exigencias de las normas contra incendios para esa estructura. Las modificaciones en las áreas estructurales y no estructurales del edificio pueden cambiar la capacidad del edificio de resistir al fuego. Por ejemplo, los techos existentes que tie-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

nen dobles techos, crean un hueco que puede tener una influencia significativa en la ruta del fuego y el humo.

7.2.2.2 Cargas del Edificio. El efecto de cargas no diseñadas, tales como pesos muertos y cargas removibles añadidas, viento, agua, e impacto de cargas, pueden cambiar la integridad estructural del edificio. Los pesos muertos son el peso de los materiales que son parte de los edificios, tales como los componentes estructurales, los recubrimientos en los techos, y el equipamiento mecánico. Las cargas removibles son el peso de cargas temporales que deben tenerse en cuenta en el diseño de la capacidad de soportar peso de la estructura, tales como mobiliario, aparejos, equipamiento, maquinaria, nieve, y agua de lluvia. La nieve en el techo es un ejemplo de carga removible; una capa adicional en la cubierta es ejemplo de peso muerto. La función de la estructura del edificio es resistir fuerzas. Mientras que estas fuerzas se mantienen en equilibrio, el edificio permanecerá estable, pero cuando el equilibrio se pierde, el edificio puede derrumbarse. Las cargas en el edificio pueden desequilibrarse cuando el edificio está sometido al fuego y se dañan los componentes de los elementos estructurales.

7.2.2.3 Tamaño del Recinto.

7.2.2.3.1 Para una carga combustible dada, esto es, la velocidad de liberación de calor, el volumen de la sala, la altura del techo, el tamaño de la apertura de ventilación, y la localización del incendio, afectarán a la velocidad de crecimiento del fuego en la habitación. La velocidad de desarrollo de una capa superior de gas caliente, y la propagación del chorro en el techo desde el penacho del incendio, están entre los factores importantes que determinan la posibilidad o momento en que la habitación sufrirá una combustión súbita generalizada. La combustión súbita generalizada, a su vez, tiene gran efecto en la propagación del fuego fuera de la habitación de origen.

7.2.2.3.2 La ignición y combustión de una carga de fuego en la habitación produce calor, llamas, y gases calientes a una velocidad dada. El área y volumen de la habitación afecta al tiempo necesario para llegar a la combustión súbita generalizada: cuanto más pequeña sea el área y volumen de la habitación, más pronto puede entrar en combustión súbita generalizada, y más pronto puede el fuego propagarse fuera de ella, siempre que el resto de variables permanezcan constantes. Las salas o recintos extremadamente grandes puede que nunca tengan suficiente transferencia de energía calorífica para causar combustión súbita generalizada.

7.2.2.4 Compartimentación.

7.2.2.4.1 El modo más común de propagación del fuego en un edificio compartimento es a través de puertas abiertas, escaleras y pozos de ascensor sin cerramiento, penetraciones desprotegidas en barreras contra fuego, y espacios combustibles ocultos sin protección contra incendios. Incluso en edificios de construcción combustible, el tablero normal de yeso o la escayola en listones protegiendo las vigas de madera en paredes o listones de madera en suelos, proporcionan un significativo aumento de la resistencia al desarrollo total del incendio. Cuando tales barreras se construyen y mantienen adecuadamente, y tienen aperturas protegidas, normalmente contendrán el fuego de la máxima gravedad prevista en ocupaciones de peligro ligero. Incluso una barrera adecuadamente diseñada, construida, y mantenida, no será fiable indefinidamente contra la propagación del fuego. El fuego también puede propagarse horizontal y verticalmente más allá de la sala o área de origen a través de compartimentos o espacios que no contienen elementos combustibles. Las superficies combustibles en techos y paredes de habitaciones, escaleras y corredores, que pueden ser incapaces ellos mismos de transmitir el incendio (ni sobre ellos), se calentarán y producirán productos de pirólisis. Estos productos se suman a los del fuego principal e incrementan la intensidad y longitud de las llamas. La propagación del fuego raramente se produce por transferencia de calor a través de los conjuntos constructivos del suelo o el techo; puede ocurrir en los estadios finales del desarrollo del incendio o a través de brechas en estos conjuntos.

7.2.2.4.2 El investigador querrá analizar las razones por las que falló o no se produjo la compartimentación del fuego, y qué aspectos del diseño del edificio han podido ser las responsables de este fallo.

7.2.2.5 Espacios ocultos e intersticiales. En muchos edificios se pueden encontrar espacios ocultos y otros intersticiales. Estos espacios pueden crear velocidades incrementadas de propagación de incendio, y duración prolongada del incendio. Estos dos factores agravan el daño que puede esperarse.

7.2.2.5.1 Por lo general, los espacios intersticiales en un edificio de gran altura están asociados con el espacio entre la estructura del edificio y los muros interiores y de fachada, y con los huecos existentes entre los techos y los forjados o cubiertas superiores. Puede que estos espacios no cuenten con elementos corta fuegos, cuya ausencia favorecerá la propagación vertical del incendio. Deberían examinarse aquellos espacios que posean esta clase de barreras al objeto de determinar el tipo y eficacia de la instalación.

7.2.2.5.2 Los investigadores de incendios deberían considerar el impacto de los espacios ocultos cuando realizan una investigación. Un error en la consideración de los efectos del movimiento del fuego a través de espacios ocultos puede llevar a mala interpretación de las marcas de incendio. Se deben tomar precauciones cuando se examinan zonas tales como áticos, techos, y dobles techos en habitaciones que pueden ocultar el incendio o el humo hasta que el incendio está fuera de control.

7.2.2.6 Comparación entre el Diseño en Plano y las Condiciones "Según Construido". El investigador debería saber que las especificaciones, planos, y dibujos esquemáticos de un edificio, preparados antes de la construcción, no siempre son iguales a la construcción real. Después de permitir la promulgación o la inspección in situ, el estado actual de la construcción real no siempre coincide con el diseño aprobado. Si es necesario o posible, el investigador debería verificar el estado actual de la construcción real. Esta verificación puede realizarse con el examen de la escena del incendio, o si esto no es posible debido a los daños existentes o la no disponibilidad de la escena del fuego, examinando otras casas construidas en la misma época por el mismo constructor, o mediante entrevistas con los testigos.

7.2.2.6.1 El Investigador debería de tener mucho cuidado cuando compare los planos originales, los planos "as built" y los planos actuales, ya que la situación actual de las paredes y de las canalizaciones eléctricas pueden haber cambiado, ya que a menudo se modifican sin el permiso necesario.

7.2.3 Materiales. La naturaleza de los materiales seleccionados y utilizados en el diseño del edificio puede tener un efecto sustancial en el desarrollo y propagación del incendio. Es importante la naturaleza del material tanto por sus propiedades químicas como físicas. La facilidad con la que el material entra en ignición y se quema, cómo resiste el calor, cómo resiste los cambios físicos y químicos relacionados con el calor, cómo conduce el calor, y cómo

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

emite productos tóxicos, son aspectos importantes para una evaluación general del diseño de la estructura.

7.2.3.1 Capacidad de entrar en ignición. Las consideraciones básicas en la evaluación de un material utilizado en el diseño de un edificio son: facilidad de entrar en ignición, temperatura mínima de ignición, energía mínima de ignición, y relación entre tiempo y temperatura para la ignición.

7.2.3.2 Inflamabilidad. Una vez que el material ha entrado en ignición, ya sea con llamas o con combustión sin llamas, también es una consideración para el investigador del incendio cómo se quema y transmite su energía calorífica. Factores tales como el calor de combustión, velocidad de liberación de calor media y máxima, e incluso quizá la velocidad de pérdida de masa, pueden ser consideraciones importantes en su seguridad general contra incendios y conveniencia de uso. El arrastre de aire tiene un importante papel en el modo en que se desarrolla el fuego sobre el material.

7.2.3.3 Inercia Térmica. La inercia térmica de un material (calor específico densidad conductividad térmica) es un factor clave en la consideración de la reacción de un material al calor y su facilidad de ignición. Estos factores necesitarán ser evaluados si el investigador está haciendo determinaciones sobre la adecuación del material para su utilización o su papel en la transición a combustión súbita generalizada de una sala en la que el material es un recubrimiento.

7.2.3.4 Conductividad térmica. Una buena conducción de calor desde la superficie del combustible a su interior, mantiene la temperatura superficial más baja que si tuviese mala conducción. La conducción afecta al cambio de temperatura en el combustible. La conducción puede ser el medio de transferir calor a una cara no expuesta de un material, como una división de acero.

7.2.3.5 Toxicidad. Aunque no está directamente relacionada con el desarrollo y propagación de un fuego, la toxicidad de los productos de combustión de un material es una consideración muy importante en la seguridad general contra incendios de un diseño. Los materiales que emiten grandes cantidades de gases venenosos o debilitantes, o productos de combustión, pueden incapacitar o matar a las víctimas del incendio mucho antes de que les alcancen las llamas o el calor. La toxicidad es un elemento importante para los investigadores de incendio involucrados en la evaluación de cómo afectan a los ocupantes el diseño y estado de un edificio, materiales de construcción y contenidos. En muchos incendios, el monóxido de carbono es la especie tóxica dominante. Esto es particularmente cierto en productos de incendios producidos en espacios que han sufrido combustión súbita generalizada.

7.2.3.6 Estado Físico y Resistencia al Calor. Un factor para la evaluación del comportamiento del fuego puede ser a qué temperatura, bajo inspección minuciosa, el material cambia de fase sólida a líquida o de líquido a gas. En general, los líquidos necesitan menos energía para prender que los sólidos, y los gases necesitan todavía menos energía que los líquidos.

7.2.3.6.1 Las características de los plásticos, tales como ser termoplásticos (los cuales se transforman de sólidos a líquidos y luego a gases inflamables) o termoestables (los cuales se pirolizan directamente a gases inflamables), pueden afectar a su selección como elementos estructurales o superficiales.

7.2.3.6.2 Los materiales que tienden a fundirse y licuarse durante el transcurso de un incendio puede ser más propensos a causar daños por colapso o propagación del incendio por líquidos inflamables. La selección de tales materiales en el diseño de una estructura puede ser una consideración importante para el investigador de incendios.

7.2.3.7 Ubicación, Orientación y Posición.

7.2.3.7.1 Muchos materiales arden de modo diferente dependiendo de su orientación, posición o localización dentro del edificio. Generalmente, los materiales arden más rápido cuando están en posición vertical que en horizontal. Por ejemplo, el material de las alfombras que se diseña y prueba para utilizar en posición horizontal, en contacto con una superficie plana horizontal, puede quemar a una velocidad muy por debajo del estándar máximo establecido por la norma. Cuando el mismo material de la alfombra se monta verticalmente como un recubrimiento de pared o una cortina, es frecuente que exceda su rango de inflamabilidad. El adhesivo empleado también afectará a la velocidad de combustión de la alfombra.

7.2.3.7.2 Los índices de propagación de la llama, utilizados normalmente en códigos y estándares para cuantificar la inflamabilidad de un material, suelen basarse en el ensayo de ASTM E 84, *Método de Ensayo Estándar sobre Características de Combustión Superficial de Materiales de Construcción* (*Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*), conocido como "Ensayo del Túnel de Steiner". Este ensayo quema una muestra del material en disposición horizontal, suspendido en el techo de un túnel Steiner de 24 pies de largo. Muchos de los materiales probados en el túnel Steiner no han sido diseñados, ni se pretende que se apliquen, como recubrimientos de techos en edificios. La propagación real de la llama del material al utilizarse en construcción suele ser diferente y podría no tener relación real con su clasificación según ASTM E 84. En el caso de materiales similares, la ASTM E 84 normalmente los clasifica y ordena en términos de sus índices de propagación de la llama. Esta generalización falla cuando el material probado cae rápidamente del techo, como ocurre con materiales termoplásticos espumosos, como el poliestireno o materiales laminares delgados. Por lo tanto, en la práctica, el índice de propagación de la llama resultante del ensayo ASTM E 84 será erróneo si el material no ha permanecido en su posición durante el ensayo.

7.2.4 Ocupación. Cuando se considera cómo afectan los elementos del edificio al modo en que del fuego se desarrolla y propaga, el investigador debería considerar si la ocupación era aceptable para el diseño y estado del edificio. Un cambio en la ocupación de un edificio puede producir mucha mayor carga de fuego, efectos en la ventilación, calor total de combustión, y velocidades de liberación de calor, que las esperadas originalmente. Por ejemplo, un almacén que estaba diseñado originalmente para almacenar partes de motores de automoción, tendrá una reacción al fuego totalmente diferente si la ocupación se cambia a almacenamiento en altura de grandes cantidades de líquidos inflamables. El diseño original pudiera haber sido adecuado para la primera carga combustible, pero inadecuada para la subsiguiente carga combustible con su peligro incrementado.

7.2.5 Modelo Informatizado para Inspección de las Variaciones en los Componentes de los Edificios. En el análisis de los efectos del diseño del edificio sobre el desarrollo, propagación y daño

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

final por un incendio, puede ser muy útil la utilización de modelos de incendio por ordenador. Con el uso de los modelos, el investigador puede ver los diferentes efectos de un número de variables de diseño. Modelando diferentes componentes de diseño del edificio, el investigador puede ver cómo los cambios en un componente pueden cambiar el desarrollo y crecimiento calculado del fuego.

7.2.6 Daños por Explosión.

7.2.6.1 La cantidad y naturaleza del daño a un edificio por una explosión también se ve afectada por el diseño de la estructura. Cuanto más fuerte sea la construcción de paredes exteriores o paredes interiores confinadas, más puede el edificio resistir los efectos de explosiones de baja presión o de baja velocidad de aumento de presión. Y viceversa, habrá más daño demoledor por explosiones de alta presión o de alta velocidad de aumento de presión. La forma de la explosión confinada en una habitación también puede tener efecto en el daño resultante. (Para más información *ver 23.5.3, 23.5.5 y 23.14.3.1*)

7.2.6.2 En una explosión de baja potencia, cuantas más ventanas, puertas, u otras ventilaciones haya disponibles dentro de la estructura confinada, el daño estructural será menor.

7.3 Tipos de Construcción.

7.3.1 Generalidades.

7.3.1.1 La exposición siguiente relacionada con los tipos de construcción se basa en los métodos de construcción y materiales, más que en las descripciones utilizadas en los sistemas de clasificación de las normas de modelos de edificación. Cuando sea necesario, el investigador del incendio debería obtener las clasificaciones y descripciones de la construcción del edificio, que son una parte del código particular de edificación, obligatorio en la jurisdicción en que ocurre el incendio, y deberían utilizarse como una parte de la documentación de la escena. Para mayor detalle, el investigador debe remitirse al NFPA Manual de protección contra incendios (*Fire Protection Handbook*).

7.3.1.2 El investigador debería documentar los tipos de construcción mediante una inspección visual de los elementos estructurales principales. Esta documentación puede incluir los tipos de electos estructurales, grietas, cambios estructurales, u otros factores que puedan influir en la integridad estructural o propagación del incendio.

7.3.2 Estructura de Madera. Las estructuras de madera se asocian normalmente con viviendas y edificios comerciales ligeros actuales. Los edificios con elementos estructurales de madera en su construcción, con un revestimiento de mampostería, están considerados como estructuras de madera. En general, las estructuras ligeras de madera se utilizan en edificios de pequeño tamaño. En este tipo de construcción, las vigas del suelo suelen situarse normalmente a una distancia entre ejes de de 0,4 m (16”), mientras que los soportes verticales suelen ser perfiles estándar de 2”x4” o 2”x6”, separados también 0.4 m (16”) entre ejes. Las estructuras de madera tienen una resistencia al fuego muy pequeña, ya que el fuego y los gases calientes pueden penetrar con mucha facilidad en los espacios situados entre las vigas y los soportes verticales, permitiendo que el fuego se propague fuera del área de origen. (*Ver 6.3.3*) .NFPA 220, *Standard on types of building construction* clasifica las construcciones de madera como construcción Tipo V. Las construcciones con estructuras de madera pueden ser recubiertas con un capa ignífuga (por ejemplo, paredes, tiras o capas de yeso, o fibra mineral), que pueden llegar a proporcionar hasta dos horas de resistencia al fuego de acuerdo con los ensayos realizadas con la la norma ASTM119, *Standard methods of test of fire endurance of building construction and materials.* Estas resistencias al fuego en edificios con estructura de madera no son normales, pero pueden darse en lugares especiales como residencias de ancianos de una o dos plantas.

7.3.2.1 Construcción de Estructuras en Plataforma.

7.3.2.1.1 La construcción de estructuras en plataforma en el método de construcción más común utilizado actualmente para construcciones comerciales ligeras y residenciales. En este método de construcción, las plataformas o suelos separados se desarrollan según se construye la estructura. Primero se construye la pared de los cimientos; los listones se colocan en la pared del cimiento; luego se coloca un subsuelo. Entonces se construyen las paredes para el primer piso, con las viguetas del techo colocadas en las paredes. Para el conjunto del techo se utilizan los métodos de construcción con cabios, parhilera o armadura de cubierta. Una importante preocupación sobre el fuego, más que el hecho de la utilización de materiales combustibles en la construcción, es que hay espacios ocultos en sofitos (superficie interior de elementos constructivos) y otras áreas por las que puede propagarse el fuego sin detección.

7.3.2.1.2 La construcción en plataforma proporciona por sí misma barreras contra el fuego a su desplazamiento en vertical como resultado de la configuración de los canales de las vigas. Sin embargo, estas barreras en la construcción de estructuras de madera son combustibles y pueden haberse fracturado durante el curso del incendio, permitiendo al fuego propagarse a otros espacios. También puede darse propagación vertical del fuego en construcciones en plataforma a través de las conducciones de instalaciones auxiliares, tales como electricidad, fontanería, y calefacción, ventilación y aire acondicionado. Las aperturas para las conducciones auxiliares en los espacios de las vigas en las paredes pueden permitir fácil paso del fuego de un piso a otro.

7.3.2.2 Armazón Provisional (Balloon Frame).

7.3.2.2.1 En este tipo de construcción, (sistema rápido de construcción en tablas sujetas por clavos), los montantes van desde la pared del cimiento a la cubierta. Las viguetas del suelo se sujetan a las paredes con el uso de tableros de enlace, que crean un canal abierto en la viga entre suelos, incluyendo el sótano y el ático. Este tipo de construcción es típica en muchos hogares construidos antes de 1940.

7.3.2.2.2 Desde hace muchos años, la mayoría de los Códigos de construcción requieren la presencia de barreras contra el fuego en todos los canales verticales de los edificios construidos con una estructura en globo. En los edificios en que estas se encuentran presentes, el fuego pasa a comportarse como si se tratara de un edifico construido mediante el sistema de plataforma. Las barreras contra el fuego pueden estar formadas por paneles de madera, o rellenando la zona hueca con materiales no combustibles, antiguamente con ladrillo o barro, y más recientemente con material aislante. En los lugares en los cuales estas barreras no se co-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

locan, o se retiran después (generalmente para colocar otros elementos como cableado, HVAC, u otros dispositivos), los edificios con estructura en globo, proporcionan canales verticales libres de obstáculos, dejando espacios huecos tras el acabado de la superficie para la rápida propagación de un fuego vertical no detectado. La rápida propagación del fuego y su extensión en horizontal se ve facilitada por la conexión abierta que existe entre las vigas del suelo y los huecos verticales. EL fuego puede propagarse hacia arriba hacia otras plantas o las zonas de ático, o puede propagarse de manera horizontal por el suelo. Las construcciones con estructura de globo también permitirán caídas desde arriba que pueden prender los niveles inferiores y permitir que los gases de combustión atrapados en las partes altas puedan fluir hacia abajo a través de los canales verticales. Cuando el fuego se origina en los niveles inferiores puede extenderse por los canales verticales abiertos y abrirse paso hasta uno o más pisos, por encima del nivel de origen del fuego. Puede encontrarse mayor nivel de quemado en los pisos superiores que en los inferiores, incluso aunque el fuego se hubiese originado en ellos. Los efectos de estos sucesos pueden distinguirse cuando se produce un fuego en un ático, que ha consumido la parte superior de la estructura, a pesar de que el fuego se originó en un nivel inferior.

7.3.2.3 Tablones y Vigas.

7.3.2.3.1 En las estructuras de tablas y maderos, unos pocos miembros alargados reemplazan los numerosos pequeños miembros de madera utilizados en estructuras típicas de madera; esto es, los maderos de grandes dimensiones con mayor espacio entre ellos (de 4 a 10 pulgadas o de 5 a 12 pulgadas en centros de 4 ó 6 pies) reemplazan el suelo estándar y/o la estructura del techo de miembros de menores dimensiones (viguetas o cabios de 2 a 8 pulgadas ó 2 a 10 pulgadas en centros de 16 pulgadas). El tablero para suelos y techos se cubre de tablas con espesores mínimos de 2 pulgadas, a diferencia de las ½, 5/8 ó ¾ pulgadas en forros de madera contrachapada. En vez de las particiones en las vigas de soporte de 2 a 4 pulgadas que sostienen los listones del suelo o del techo o los sistemas de cabios, los maderos se sostienen con postes. Hay un esqueleto identificable de maderos más largos que son visibles. Generalmente sólo hay una cantidad limitada de espacios ocultos que permitan la propagación del fuego. A menudo, se supone que este método de construcción es el ancestro de las construcciones modernas con muchos pisos, ya que la mayor parte del soporte de la estructura es el armazón y el resto es relleno. El revestimiento del acabado exterior no tiene valor estructural. Muchas tablas estarán machihembradas, que ralentizarán el avance del fuego.

7.3.2.3.2 Este tipo de construcción proporciona vanos para mayores distancias de material de acabado no soportado que lo hace la construcción soportada. Esta propiedad puede llevar a fallo en las secciones estructurales con grandes miembros del armazón todavía en pie. Los acabados interiores en estas construcciones a menudo tienen grandes áreas superficiales expuestas de construcción combustible, que pueden permitir la propagación de la llama sobre su superficie.

7.3.2.4 Pilares y Armazones. La construcción con pilares y armazones es parecida a la construcción de tablas y maderos en la que la estructura utiliza mayores elementos, y el armazón incluido está preparado para sujetar el acabado exterior. Un ejemplo de esta construcción es un establo, con el soporte principal proporcionado por los pilares, y el armazón proporciona una red para se aplique el acabado exterior.

7.3.2.5 Madera Gruesa (Heavy Timber). La madera gruesa (heavy timber) es un tipo de construcción en la que los elementos estructurales, es decir, columnas, vigas, arcos, suelos, y techos, son básicamente de madera sin proteger, sólida o laminada, con grandes áreas de sección transversal [200 mm o 150 mm (8 pulg. or 6 pulg.) en la dimensión menor dependiendo de la referencia]. No se permiten espacios ocultos en los suelos y techos o en otros miembros estructurales, salvo pequeñas excepciones. Los montajes de suelo se forman normalmente a base grandes listones y entarimados de maderas machihembradas (50 mm (2 pulg.) de espesor en lengüeta y ranura que normalmente termina en machihembrado).

7.3.2.5.1 Cuando se utiliza el término *madera gruesa* en normas de edificación y clasificaciones de aseguradoras para describir un tipo de construcción, incluye la exigencia de que todos los muros de carga, exteriores o interiores, son de mampostería u otros materiales no combustibles clasificados con resistencia de 2 horas (*Vér 7.3.4.*). Muchos edificios tienen elementos de madera gruesa combinados con otros materiales tales como madera de dimensiones más pequeñas o acero desprotegido.

7.3.2.5.2 Los hogares contemporáneos construidos con troncos, utilizan troncos recanteados para las paredes exteriores y para muchos elementos estructurales. El resto de la construcción normalmente es construcción de estructura de madera nominal de 50,800 a 101,600 mm (de 2 a 4 pulgadas). Los vanos y espacios abiertos y las grandes áreas de acabados interiores combustibles son frecuentes en este tipo de construcción. La propagación del fuego puede ser rápida debida al acabado interior, los componentes de madera en la estructura, y los espacios abiertos. La rápida propagación y fallo frecuentemente aparece en conflicto con las paredes y elementos estructurales de madera que a menudo permanecen estables.

7.3.2.6 Construcción residencial alternativa. Aunque la construcción de estructura de madera se asocia tradicionalmente con la construcción residencial, hay otros modos y materiales utilizados.

7.3.2.6.1 Casas Prefabricadas (Casas Móviles). Una casa prefabricada es una estructura transportable en una o más secciones y que, durante el transporte, tiene un ancho de 2.4 m (8 pies) o más, y 12.2 m (40 pies) o más de longitud, o que ocupa 29.7 m^2 (320 $pies^2$) o más cuando se instala. Esta estructura se construye con un chasis (estructura) permanente y se diseña para utilizarse como vivienda con o sin cimientos permanentes al conectarse a los servicios públicos de suministro exigidos. En los Estados Unidos, desde el 15 de Junio de 1976, las casas prefabricadas deben diseñarse y construirse de acuerdo con 24 CFR 3280, "*Manufactured Home Construction and Safety Standards* (HUD Standard)", "Estándares de seguridad y construcción de hogares prefabricados (estándar HUD)".

(A) Las casas prefabricadas constan de cuatro componentes principales o subconjuntos: chasis, sistema del suelo, sistema de paredes, y sistema del techo. El chasis es la base estructural de la casa prefabricada, que recibe todas las cargas verticales de las paredes, techo, y suelo, y las transfiere a los cimientos o a los dispositivos de estabilidad, que pueden ser estribos o zapatas. Generalmente el chasis se com-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pone de dos vigas longitudinales de acero, arriostrada con miembros transversales de acero. Los soportes de acero en voladizo desde el exterior de las vigas principales llevan el ancho del chasis al valor general aproximado del ancho de la superestructura. El sistema del suelo consiste en sus miembros estructurales, con tableros de láminas pegados y tachonados a los listones, aislante de mantas de fibra de vidrio instaladas entre los listones, y una barrera de vapor sellando el fondo del suelo. A menudo, las conducciones y tuberías se instalan longitudinalmente dentro del sistema del suelo. Generalmente, el acabado del suelo es moqueta, recubrimiento adaptable, linóleo, o baldosas.

(B) En los estándares de hogares HUD más recientes, el forrado exterior es metálico, vinílico, o madera en vigas de madera, y las superficies interiores de las paredes exteriores son más a menudo paneles de yeso. El los estándares de hogares anteriores al HUD (más antiguos), las paredes son normalmente vigas de madera con tableado exterior de aluminio, y las superficies combustibles interiores de las paredes son normalmente paneles de madera.

(C) El sistema del techo en los estándares HUD de hogares consiste en cabios en estructura de madera y sistema de listones en el techo, o en sistemas de armadura de madera. El tableado del techo generalmente son placas de fibras orientadas o madera contrachapada sujetada a la parte superior de los cabios o de las armaduras. El acabado del techo es normalmente una composición de tejamanil (piezas de madera oblongas más delgadas en un extremo que en otro). En las unidades Estándar HUD más recientes, los tableros de yeso pueden sujetarse directamente al fondo de las vigas del techo o al fondo de los cordones de la viga de la armadura de la cubierta. El aislamiento con celulosa o lana de roca abierta, o mantas de aislamiento, proporcionan el aislamiento del techo. En los hogares anteriores al Estándar HUD, más antiguas, el acabado exterior del techo suele ser acero galvanizado o aluminio. Las superficies interiores del techo pueden ser de material combustible o panel de yeso.

(D) Las placas tirantes de apoyo en acero refuerzan las conexiones entre los sistemas de la pared y el suelo. Los enlistonados diagonales de acero amarran los suelos y el techo formando una unidad completa.

(E) Las unidades más antiguas, consistentes en exteriores metálicos e interiores de paneles de madera, pueden experimentar fuegos de mayor intensidad y rapidez que los fuegos en estructuras construidas con un único tipo. El corto período de tiempo de combustión completa de las paredes y techo lleva a un rápido daño de los montantes en las paredes y de los soportes del techo y tableros. Estas unidades suelen tener pequeñas habitaciones que pueden convertirse en mayor carga combustible por pie cúbico que la existente generalmente en otros empotramientos. El esqueleto metálico exterior produce un incremento de radiación de calor devuelto después de estar expuesta al fuego interior. Nominalmente, el techo metálico previene auto ventilación vertical que lleva a mayor efecto del fuego.

(F) En casas modernas, el uso de tableros de yeso en paredes y techos, reduce las velocidades de propagación de llamas de los materiales alrededor de los equipos de calentamiento y cocina, y los detectores obligatorios de humo, cuando están operativos y mantenidos, tienden a resultar en incidentes por fuego similares a los vistos en casas construidas en estructura de madera de modo tradicional. En las unidades más antiguas, antes de los Estándares HUD, la ignición de acabados interiores hechos de materiales combustibles adyacentes a equipos de calefacción y cocina, y la falta de detectores de humo, están entre los problemas identificados de incendio.

7.3.2.6.2 Casas modulares. Una casa modular se construye, todo o en parte, en una fábrica y se sitúa sobre cimientos fijos in-situ, de acuerdo con los estándares adoptados, administrados y obligados por las agencias reguladoras, o bajo acuerdo recíproco con las agencias reguladoras, para las viviendas convencionales construidas in-situ.

7.3.2.6.3 Construcción Residencial con Armazón de Acero. Actualmente muchos constructores están adoptando la estructura de acero para edificios residenciales. Ya que la construcción con acero formado en frío se está imponiendo en los edificios residenciales, las normas de modelos de construcción están incluyendo las características estructurales y de seguridad contra incendios del armazón de acero. La estructura de acero tiene muchas similitudes con la construcción de armazones convencionales de madera. Los métodos de armazones de acero son practicables para sistemas de construcción in-situ (armazón provisional o plataforma), panelizado, y con análisis previo de ingeniería. El acero, como la construcción de albañilería, es no combustible; sin embargo, el armazón de acero puede perder su capacidad estructural bajo una exposición severa al calor. Las pruebas han demostrado que las vigas y viguetas de acero expuestas que puedan existir en espacios no acabados, pueden fallar en períodos tan cortos como 3 minutos durante el estado de combustión súbita generalizada.

7.3.2.7 Elementos Estructurales de Madera Manufacturada. Las maderas laminadas se comportarán de modo similar a la madera gruesa hasta que el calor del fuego comience a afectar negativamente a la estabilidad estructural. Si se da el fallo, el investigador debería documentar las dimensiones totales de las vigas así como las dimensiones de las piezas encoladas. Las vigas laminadas son como la madera gruesa porque su masa se mantendrá y soportará las cargas más tiempo que las vigas de acero desprotegidas y la dimensión de la madera. Las vigas laminadas generalmente se diseñan sólo para uso interior. Los efectos del clima pueden disminuir las capacidades de contención de carga de la viga y debería considerarse si la viga ha estado expuesta al agua o otras condiciones similares.

7.3.2.7.1 Las vigas de madera en doble "T" se construyen con pequeña dimensión o con análisis de ingeniería, como la parte superior e inferior del cordón de viga, con paneles o madera contrachapada de fibras orientadas, como el alma de la viga. Los conjuntos más recientes de listones del suelo pueden hacerse en su totalidad con cordones de viga laminada en su parte superior e inferior con madera contrachapada "chip". Estos miembros generalmente son más delgados que las viguetas del suelo y que los miembros estructurales típicos a los que sustituye. Como resultado, la combustión a través del alma de la viga y consecuente fallo puede darse más rápidamente de lo que se predice generalmente con el uso de madera dimensional. El uso de madera prefabricada también incrementa la velocidad de combustión del alma de la viga, como madera contrachapada y panel de fibras orientadas, que puede tener un fallo en el adhesivo, causando delaminación y desintegración. El fallo puede causar colapso temprano de los conjuntos techo / suelo. Las brechas en el alma de la viga para las

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

instalaciones auxiliares pueden permitir la propagación del fuego a través de esos espacios y llevar a un fallo más temprano. Al contrario que las armaduras de cubierta de madera, las vigas de madera en doble "T" contendrán el fuego en el espacio entre listones durante un período de tiempo.

7.3.2.7.2 Las armaduras de cubierta de madera son similares a las armaduras de otros materiales en su diseño y construcción general. Los miembros de la armadura a menudo se atan con clavos o cartelas (chapas de acero colocadas entre nudos estructurales para fijar barras entre sí). Las cartelas pueden llevar a un fallo más temprano que la combustión total de los miembros. Este fallo se da porque las cartelas conducen el calor más rápidamente en la madera, causando carbonización, y porque los dientes penetrantes de los sujetadores son cortos. El carbonizado hace que la madera "libere" las cartelas, llevando al colapso de la armadura. El fallo de una armadura inducirá cargas de las armaduras adyacentes que pueden llevar a un colapso rápido.

7.3.3 Construcción Normal u Ordinaria.

7.3.3.1 La diferencia entre la construcción normal y en armazón reside sobre todo en la construcción de las paredes exteriores. En la construcción en armazón, los componentes de contención de carga de las paredes son madera. En la construcción normal, las paredes exteriores son mampostería u otros materiales no combustibles. Las estructuras de las divisiones interiores, de los suelos, y de los techos, son conjuntos de madera y, en general, utilizan los métodos de plataforma o armazones arriostrados. La construcción normal se clasifica como construcción Tipo III como se define en NFPA 220, *Estándar sobre Tipos de Construcción de Edificios (Standard on Types of Building Construction).*

7.3.3.2 Hay un número de factores que afectan a la propagación del fuego en este tipo de construcción, incluyendo materiales combustibles y pozos verticales abiertos. Además de estos aspectos, puede haber otros factores que pueden influir en la propagación del fuego, incluyendo techos múltiples, penetración de instalaciones auxiliares, fallo estructural, y colapso prematuro.

7.3.4 Construcción de Carpintería (Mill Construction). La construcción de carpintería es un tipo de construcción de madera gruesa donde sólo hay vigas y no hay viguetas, de modo que el vano del suelo es una plataforma. Esto crea pequeños vanos en el edificio pero produce una fuerte resistencia a la ignición y una habilidad mejorada para mantener su carga y para resistir la combustión total durante el incendio. La construcción de carpintería no total es parecida pero produce mayores compartimentos con la utilización de vigas y viguetas. La construcción de carpintería no total tiene mayor resistencia a la combustión total y tiene la habilidad de mantener su capacidad de carga durante el incendio, aunque la capacidad normalmente se considera un poco menor que la de la construcción de carpintería total.

7.3.5 Construcción No Combustible.

7.3.5.1 Generalidades.

7.3.5.1.1 La construcción no combustible se utiliza principalmente en edificios comerciales, industriales, almacenes y de muchos pisos. Los componentes estructurales principales son no combustibles. El principal aspecto de interés en la construcción no combustible es que la estructura en sí misma no añadirá combustible al incendio y no contribuirá directamente a la propagación del fuego. La construcción no combustible puede o no ser de construcción resistente al fuego, aunque toda la construcción tiene la misma resistencia inherente al fuego.

7.3.5.1.2 Los materiales frágiles, tales como ladrillos, piedras, hierro moldeado, y hormigón no reforzado, son fuertes en la compresión pero débiles en tensión y esfuerzo. Las columnas y las paredes, pero no las vigas, pueden construirse con estos materiales. Los materiales dúctiles tales como el acero se deformarán antes del fallo durante el incendio. Si éste está en el rango de elasticidad del miembro, recuperará su forma previa sin pérdida de resistencia después de retirar la carga. Si está en su rango de plasticidad, el miembro se deformará permanentemente, pero puede continuar soportando la carga. En cualquiera de los eventos, la elongación o la deformación pueden producir daños o colapso en el edificio.

7.3.5.2 Construcción de Metal. Normalmente en los espacios no acabados hay vigas y viguetas de acero expuestas. Se ha visto por pruebas que estos elementos expuestos fallan en el corto espacio de tiempo de 3 minutos en una exposición típica al fuego tras una combustión súbita generalizada.

7.3.5.2.1 Los elementos estructurales utilizados en la construcción no combustible son principalmente acero, mampostería, y hormigón. Pueden encontrarse elementos de hierro forjado en edificios más antiguos, y tanto el cobre como las aleaciones, tales como latón y bronce, se emplean principalmente en decoración más que en aplicaciones de contención de cargas. Rara vez se encuentra aluminio como elemento estructural, aunque se utiliza en construcción de muros cortina y como chapas de forrado, tanto en construcción combustible como en no combustible. El aluminio se fundirá a una temperatura muy inferior a la alcanzada en los incendios. Un cable con carga eléctrica puesto en contacto con materiales conductores, provocará un fallo eléctrico. Esta conducción puede dar lugar a lo que aparentemente puede ser un punto de origen secundario. Por lo general, el hormigón y la mampostería absorberán más calor que el acero, ya que estos materiales necesitan más masa para adquirir la resistencia necesaria. El hormigón y la mampostería son buenos aislantes térmicos, puesto que no se calientan ni transfieren calor con rapidez. El acero es un buen conductor del calor, por lo que absorberá y transferirá calor a mucha más velocidad que la mampostería o el hormigón.

7.3.5.2.2 El acero perderá su habilidad de soportar una carga a mucha menor temperatura que el cemento o la mampostería, y fallará por temperaturas muy por debajo de las encontradas en un incendio. Los elementos estructurales de acero pueden deformarse, pandearse o colapsar como resultado de la exposición al fuego. El hierro forjado soportará mayores temperaturas que el acero pero incluso las columnas de hierro forjado pueden deformarse cuando están expuestas a incendios de edificios. La susceptibilidad de un elemento estructural de acero a dañarse en un incendio depende de la intensidad y duración del incendio, el tamaño del elemento de acero, y la carga soportada.

7.3.5.2.3 Aunque todos los conjuntos de la construcción tienen cierta resistencia inherente al fuego, los conjuntos clasificados en relación al fuego son tipos que han sido probados bajo procedi-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

mientos específicos establecidos para ratios por horas de fuego. Los rangos de resistencia al fuego pueden referirse a la habilidad de los sistemas estructurales para soportar una carga durante un incendio o para prevenir la propagación del incendio. Los rangos de resistencia al fuego se determinan en base a una prueba específica, y no indicarán necesariamente durante cuánto tiempo seguirá operando un sistema en un fuego en desarrollo.

7.3.5.3 Construcción de Hormigón o Mampostería. Otros materiales principales de construcción incluyen el hormigón y la mampostería. Estos materiales tienen una resistencia inherente a los efectos del fuego debido a su masa, alta densidad, y baja conductividad térmica.

7.3.5.3.1 El hormigón y la mampostería se encuentran de muchas formas y aplicaciones. Los conjuntos de mampostería y hormigón tienen elevada resistencia a la compresión y relativamente baja resistencia a la tensión. Consecuentemente, ambas necesitan ser reforzadas para la resistencia a la tensión.

7.3.5.3.2 Los fallos por fuego en estos tipos de materiales están generalmente relacionados con fallos en el refuerzo y fallo en la conexión entre componentes. El fallo de refuerzos puede deberse a la transferencia de calor a través del hormigón o mampostería, o por el espaciamiento entre superficies y exposición del refuerzo a las temperaturas del fuego. Generalmente las conexiones se hacen con acero, y sus fallos se originan a temperaturas muy por debajo del rango encontrado en fuegos de estructuras.

7.4 Ensamblajes de Construcción.

7.4.1 Generalidades. *Ensamblajes*, tal y como se utiliza en este capítulo, puede describirse como una colección de componentes, tales como elementos estructurales, para formar una pared, suelo/techo, u otros. Los componentes pueden ser conjuntos tales como puertas que forman una parte de una unidad completa mayor. La forma en que los ensamblajes reaccionan al fuego, influye a menudo en cómo crece y se propaga un incendio, y cómo mantienen su integridad estructural durante el incendio. A menudo los ensamblajes son interdependientes, y el fallo de uno puede contribuir al fallo de otro.

7.4.1.1 Los ensamblajes pueden estar o no clasificados según su resistencia al fuego; sin embargo, muchos ensamblajes proporcionarán mucha resistencia al fuego. También debe considerarse que muchos ensamblajes no están clasificados en relación a la penetración del humo, excepto las compuertas de control de humo. La documentación de la escena del fuego debería incluir qué había allí para posterior comparación con las exigencias de las normas aplicables.

7.4.1.2 Un ensamblaje sin clasificación indica que no sabemos qué mostraríanlas pruebas estándares de fuego, dado el tiempo de fallo bajo las condiciones de ensayo de fuego.

7.4.1.3 Los ensamblajes se clasifican para unos criterios de prueba de fuego y bajo condiciones de prueba específicas. Las condiciones de fuego reales desarrolladas en la estructura pueden ser más graves y hacer que la estructura falle en un lapso de tiempo menor que el rango de horas asignado como resultado de las pruebas de incendio. Los daños en un ensamblaje no es indicador de la causa del incendio; sin embargo, es apropiado determinar las circunstancias asociadas con el fallo del ensamblaje.

7.4.1.4 Cuando se evalúan los ensamblajes después de un incendio, se debería dar consideración a alguna deficiencia local de un componente en el ensamblaje total, como un agujero en la pared, pérdida de tejas en un techo, o incluso una puerta abierta bloqueada.

7.4.2 Ensamblajes Suelo/Techo/Cubierta. Los ensamblajes suelo / techos fallan de diversos modos, incluyendo el colapso, desviación, distorsión, transmisión de calor, o penetración del incendio permitiendo propagación vertical del incendio. El fallo depende de una serie de factores, incluyendo el tipo de elementos estructurales; la protección de los elementos; y los vanos, cargas, y espacio entre vigas. Los ensamblajes de suelos clasificados se prueban contra la exposición al fuego desde la parte inferior, no desde la superior. Hay datos experimentales limitados sobre incendios quemando hacia abajo, que pueden darse en un número de mecanismos tales como radiación de capa caliente o propagación por goteo. Las cargas móviles y el peso del agua pueden contribuir al colapso de suelos y techos.

7.4.2.1 Las penetraciones se encuentran regularmente en ensamblajes suelos / techos. Las penetraciones se utilizan a menudo para proporcionar acceso para las instalaciones auxiliares, sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado, fontanería, datos de ordenadores y comunicaciones, y otras funciones. Las penetraciones en los ensamblajes suelo / techo clasificadas contra incendios tienen exigencia de estar selladas para mantener su clasificación. Las penetraciones no selladas facilitan el paso de fuego y humo a través del ensamblaje suelo / techo.

7.4.2.2 Los ensamblajes de cubierta afectan a la estabilidad estructura durante el fuego más que la resistencia a la propagación del fuego. Las cubiertas pueden tener mayor impacto en la dinámica del fuego si la cubierta falla durante el incendio.

7.4.3 Paredes. Las paredes desarrollan varias funciones relacionadas con la seguridad contra incendios, de las cuales la más obvia es la compartimentación, que tiende a limitar la propagación del incendio. Las paredes de compartimentación se construyen en varios estándares, desde particiones no clasificadas a paredes cortafuegos parapetadas autoportantes.

7.4.3.1 Las paredes pueden estar clasificadas o no contra incendios, y ser o no muros de carga. Además, los muros de carga pueden estar clasificados contra incendios incluso aunque su función no sea detener la propagación del incendio. La pared cortafuegos no será efectiva si no hay continuidad a través del techo y la sección ático de la estructura.

7.4.3.2 Una pared cortafuegos es una pared que separa edificios o subdivide un edificio para prevenir la propagación del incendio, y que está clasificada con un ratio de resistencia al fuego y estabilidad estructural.

7.4.3.3 Una barrera contra fuegos es una pared, diferente a la pared cortafuegos, que está clasificada contra incendios. Las paredes cortafuegos y las barreras contra fuego no necesitan cumplir las mismas exigencias como barreras contra humos.

7.4.3.4 Las barreras contra humos son membranas continuas, tanto verticales como horizontales, tales como una pared, un suelo o un conjunto de techo, diseñado y construido para restringir el movimiento del humo. Una barrera contra el humo podría estar

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

o no clasificada como resistente al fuego. Tales barreras deben tener protegidas las aperturas.

7.4.3.5 Normalmente se encuentran penetraciones en los ensamblajes de las paredes. A menudo las penetraciones se utilizan para proporcionar acceso para puertas, instalaciones auxiliares, sistemas de ventilación, calefacción, aire acondicionado, fontanería, datos de ordenadores y comunicaciones, y otras funciones. Las penetraciones en los ensamblajes de paredes clasificadas contra incendios se exige que estén selladas para mantener su clasificación. Las penetraciones no selladas facilitan el paso de fuego y humo a través del ensamblaje de la pared, permitiendo que el fuego se propague horizontalmente.

7.4.3.6 No se exige que una barrera contra incendios se construya con materiales no combustibles. Las paredes barreras contra incendios construidas con materiales combustibles incluyen el uso de vigas de madera con paneles de yeso tipo X en la superficie exterior. Donde la estructura tiene ensamblajes de medianería con soporte de carga, los materiales combustibles pueden utilizarse de nuevo. En este caso, hay construidas dos paredes separadas y montantes; el acabado exterior es tablero de yeso; entre las dos paredes montantes se añade tablero contrachapado; y hay un espacio de aire entre las paredes. Muchas de las exigencias para una pared barrera contra fuego tendrán tipo X en ambos lados de la pared para hacerla resistente al fuego.

7.4.3.7 Hay otras paredes que se encuentran en las estructuras. Aunque estas paredes no se han sometido a pruebas de fuego para clasificarse, proporcionarán alguna resistencia a la propagación del incendio dentro del edificio.

7.4.4 Puertas. Las puertas pueden ser un factor clave en la propagación de un incendio. Las puertas pueden estar fabricadas con una gran variedad de materiales, que pueden ser o no, resistentes al fuego. Debería tenerse en cuenta que si existe hueco abierto en un muro o tabique resistentes al fuego, debería existir una puerta con la resistencia al fuego apropiada, instalada como un solo conjunto. El montaje de puertas resistentes al fuego requerirá utilizar marcos, bisagras, cierres, cerraduras, y si se requiere (y está permitido), cristaleras, resistentes al fuego. Las puertas contra incendios pueden estar hechas de madera, acero, o de acero con núcleos con fibras de madera o minerales. Mientras que algunas puertas tienen un nivel despreciable de aislamiento, otras pueden tener una tasa de transmisión de calor de 120ºC, 230ºC, y 340ºC (250ºF, 450ºF, y 650ºF). Esto quiere decir que las puertas limitarán el aumento de temperatura en la parte no expuesta, al valor correspondiente a esta tasa durante 30 minutos. Estos valores ayudan a la evacuación, especialmente en las escaleras de emergencia en edificios de varias plantas y permiten un determinado nivel de protección contra la auto ignición situados en el lado no expuesto de la puerta. Para ser efectivos a la hora de limitar la propagación del fuego de un compartimento a otro, además de tener en cuenta los valores de aislamiento de las puertas, estas deberán estar cerradas. La posición de las puertas puede cambiar durante y después del fuego por muchas razones, incluyendo sistemas de cierre automático de puertas, movimientos de personas, o por el desarrollo de actividades de extinción.o, movimiento de personal, y actividades de lucha contra incendios.

7.4.5 Espacios Ocultos. Los espacios ocultos son áreas inaccesibles de la estructura tales como el espacio intersticial por encima del techo, por debajo del suelo, o entre paredes. Los áticos no se consideran espacios ocultos porque son accesibles. Los espacios ocultos proporcionan una vía oculta para que el fuego crezca o se propague sin que se identifique inmediatamente su inicio. Cuando el fuego sale del espacio oculto, a menudo ya se ha propagado extensamente a través de toda la estructura. Los fuegos en los espacios ocultos son difíciles de extinguir. Los espacios ocultos se encuentran en casi todos los tipos de construcciones y pueden tener instalados dispositivos de protección contra incendios tales como rociadores automáticos, barreras, y detección automática. La presencia, funcionamiento, o ausencia de estos dispositivos de protección pueden tener un efecto dramático en la progresión del incendio. En estos espacios ocultos identificados como no combustibles, todos los componentes, materiales, o equipamiento usado en la construcción del espacio oculto, deben ser conjuntos no combustibles o resistentes al fuego, o debe habérseles puesto un recubrimiento protector listado contra incendios. Los espacios ocultos normalmente clasificados como no combustibles pueden contener algunos materiales combustibles tales como madera tratada con retardantes de incendios, cableado de comunicaciones y de energía, y tuberías plásticas. Los incendios pueden iniciarse y propagarse en espacios ocultos que están clasificados como no combustibles.

7.5* Materiales de construcción.

7.5.1 Estructuras de acero. Las estructuras de acero desprotegidas pierden su resistencia con facilidad a altas temperaturas, y deben ser protegidas de la exposición al calor producido durante los incendios en los edificios. Esta protección aísla el acero del calor. Existen varios métodos y materiales para dotar de resistencia al calor a las estructuras de acero.

7.5.1.1 Encofrados. Los miembros de una estructura de acero pueden revestirse de hormigón proyectado. Esto permite una excelente duración, aunque se trata de un método caro, voluminoso y de aplicación lenta. Los miembros estructurales de acero también pueden revestirse con un sistema de paneles, que provean de protección contra el fuego a dicha parte de la estructura, reduciendo la cantidad de calor transmitida hacia ella. Los materiales más comunes usados en estos paneles son el silicato de calcio y el yeso.

7.5.1.2. Tratamiento de superficie. Los tratamientos de superficie aplicados directamente sobre una parte de la estructura son también capaces de aislar dicha parte.

7.5.1.3 Imprimaciones ignifugas. Los revestimientos de cemento con fibras minerales se utilizan con mucha frecuencia. La protección es excelente si se aplican de forma correcta. No obstante, esta puede ser accidentalmente dañada durante el período de construcción o si se realizan reformas. La aplicación inicial debe realizarse bajo control, y para mantener el nivel de protección se debería hacer un mantenimiento periódico.

7.5.1.4. Pinturas intumescentes. Las pinturas intumescentes se utilizan para incrementar la resistencia al fuego de una estructura de acero. Estos revestimientos, en condiciones normales aparecen como una pintura tradicional, pero al entumecerse, o hincharse con el calor, forman una capa aislante alrededor del acero.

7.5.1.5 Rellenado. Una forma de protección menos común para elementos de acero sería el rellenado de elementos de acero huecos. El relleno actúa como elemento de drenaje del calor para reducir el incremento de la temperatura del elemento de acero. Algunos materiales pueden además hacer de apoyo, soportando

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

parte de la carga que así, no tendría que se ser soportada por el acero. Los materiales de relleno más comunes son el hormigón o el agua.

7.5.2 Hormigón reforzado. El hormigón se usa con frecuencia como cobertura protectora para otros materiales, así como material de soporte principal. También actúa bien en situaciones de incendio. La mezcla del hormigón puede afectar a su resistencia al fuego, de acuerdo con su densidad, tipo de áridos, o contenido de humedad. El diseño específico de cada uno de los miembros de hormigón es muy importante, así como el recubrimiento de las armaduras y las restricciones al movimiento

7.5.3 Madera. Dependiendo de su forma, la madera puede o no, presentar una razonable integridad estructural frente al fuego. Los factores más importantes que pueden influir en la resistencia al fuego son las dimensiones y el contenido de humedad. También pueden aplicarse tratamientos para retrasar el momento de ignición y ralentizar la combustión.

7.6 Impacto en la investigación de los sistemas de protección pasiva.

7.6.1 El investigador necesita determinar si un medio de protección pasiva ha fallado, y si esto ha sucedido, cuál ha sido la causa. Los daños pueden haberse debido a problemas con el diseño del sistema, incluyendo su falta de adecuación a la severidad esperada del fuego, o también a que el riesgo del edificio haya cambiado sin una adecuada modificación en los medios de protección. También pueden existir problemas con la construcción o aplicación inicial de la protección, o un mantenimiento inadecuado, como permitir grietas en las paredes del recinto o daños en los revestimientos. Analizar los daños producidos en los sistemas de protección puede ayudar a determinar la historia del crecimiento del fuego.

7.6.2 Análisis de daños estructurales. El conocimiento del efecto del fuego sobre elementos estructurales, puede ayudar para determinar la severidad de un incendio al examinar los daños producidos por las llamas en dichos elementos. La reacción de la protección de un elemento estructural puede también ayudar a determinar la magnitud del fuego. Conocer este dato puede ayudarnos en el proceso de eliminación de las causas que originaron el fuego.

7.7 Diseño y parámetros de instalación del Sistema.

7.7.1 La simple identificación de la presencia de un componente o Sistema de protección pasiva no es suficiente para evaluar dicho componente o sistema. El investigador deberá evaluar si el sistema o componente identificado tuvo un papel en la evolución del fuego.

7.7.2 Si se determina que el Sistema de protección pasiva ha tenido un papel en la evolución del fuego, deberá realizarse un trabajo adicional para analizar con mayor profundidad dicho papel.

7.7.2.1 Los aspectos de los sistemas de protección que pueden ser evaluados se incluyen entre las secciones 8.4.2 y 8.5.5.

7.7.2.2 El material usado y el espesor de cada componente del Sistema de protección pasiva deberán ser evaluados, documentados y analizados.

7.7.2.3 Como parte de la evaluación del Sistema de protección pasiva se deberá recurrir a pruebas, listados, aprobaciones, y/o certificados, realizados por laboratorios de pruebas reconocidos.

7.7.2.4 La calidad de la construcción/instalación deberá ser evaluada, documentada y analizada.

7.7.3 El Sistema de protección pasiva deberá ser evaluado en conjunto con un análisis de las normas, estándares, guías, o instrucciones del fabricante.

7.7.4 La protección de aberturas en una estructura puede ser un aspecto crítico para el crecimiento y propagación del fuego. La manera en que estos espacios están protegidos debe ser evaluada, documentada y analizada.

7.7.4.1 Las puertas, incluidos sus marcos y estructura, deberán ser evaluadas, documentadas y analizadas. Esto incluirá datos sobre su resistencia al fuego y sobre la instalación de la puerta, el marco, mecanismos de apertura de la misma, y toda la construcción que rodea la puerta.

7.7.4.2 La protección de aperturas una estructura, por medio de ventanas, deberá ser evaluada, documentada y analizada. Esto incluirá los cristales de las ventanas, mecanismos de apertura, marco, y la toda construcción que rodea la ventana. El tipo de cristal, el espesor de los cristales, y el número de los mismos deberá ser documentado.

7.7.4.3 Los conductos dentro de una estructura deberán ser evaluados, documentados y analizados. Los conductos con frecuencia penetran a través de muros, suelo y techos, y deben ser analizados para determinar el papel que hayan podido jugar dichos conductos en la evolución del fuego.

7.7.4.4 Las compuertas corta fuego/o humos deberán ser analizados como parte de los conductos, por el rol que juegan en la evolución del fuego. Esto incluirá si existían o no compuertas, debían haber existido, o si funcionaron como estaba previsto.

7.7.5 Todas las penetraciones existentes en los sistemas de protección pasiva deberán ser evaluadas, documentadas y analizadas, para determinar si estaban debidamente selladas y así establecer si esto contribuyó a la evolución del fuego. Adicionalmente, todas las penetraciones existentes deberán ser evaluadas de acuerdo a los códigos, estándares, e instrucciones del fabricante.

7.8 Documentación y recopilación de datos.

7.8.1 Cuando se determine que el sistema de protección pasiva ha sido un factor a tener en cuenta en la evolución del fuego, se deberá realizar una recogida adicional de documentación y datos.

7.8.2 Como parte del proceso de recogida de información, se deberá obtener toda la documentación disponible relacionada con el sistema de protección de incendios. Esto puede incluir planos de diseño, especificaciones de diseño, modificaciones realizadas y la autoridad que las ha aprobado, y cualquier otro documento relacionado con el diseño del sistema.

7.8.3 Deberá obtenerse y examinarse todos los permisos aplicables al Sistema, que pueden incluir licencias de construcción y de incendios. Los permisos podrían ayudar a determinar los ámbitos de trabajo, según se expliciten en ellos, y los actores que podrían llegar a tener interés para la investigación, ayudando a establecer una cronología de los sucesos que han dado lugar al incendio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

7.8.4 Todas las facturas disponibles deberían ser recogidas y examinadas. Las facturas pueden ayudar al investigador a establecer que trabajo se ha realizado y porque quien, y pueden proporcionar información también sobre que materiales y componentes se compraran.

7.8.5 Además de los planos y las especificaciones de diseño, si están disponibles, deberán conseguirse los planos "as-built", para ayudar al investigador a determinar las condiciones previas al fuego Si estos no estuviesen disponibles, podría llegar a ser necesario realizar los planos "as-built" en base a la situación posterior al incendio.

7.8.5.1 La documentación de la escena de un incendio deberá incluir las suficientes medidas, diagramas y/o fotografías, de forma que se pueda crear un plano "as-built" o una reconstrucción cuando el escenario del fuego no esté ya disponible.

7.8.6 Cuando sea posible, se debería recopilar toda la documentación relacionada con el mantenimiento, inspección, y pruebas, de los distintos sistemas de protección antincendios que haya podido tener un papel en la evolución del fuego. Esta documentación debería incluir formularios de inspección, fotografías, facturas, etc.

7.8.7 El investigador debería trabajar para identificar y recolectar toda la literatura especifica del sistema de protección contra incendios. Esto puede incluir manuales de instalación, manuales de usuarios, especificaciones, documentación generada por el fabricante, e información de los sistemas pre-diseñados.

7.8.8 La identificación, manejo, almacenaje y traslado de las pruebas será determinante para permitir que todos los actores interesados en la investigación puedan evaluar dichas evidencias. Siempre que sea posible, se deberá notificar a todas las partes interesadas el hecho, y deberán ser invitadas a examinar todas las evidencias en el lugar del suceso. Tanto si se considera necesaria la recogida de pruebas para un posterior análisis como para permitir a otros investigadores la recogida de pruebas, se debería tener cuidado para minimizar la destrucción o alteración de las muestras durante su recogida y manipulación. La destrucción o alteración de evidencias sin el consentimiento, aprobación o presencia de todas las partes implicadas en la investigación puede ser considerada como un expolio.

7.9 Análisis.

7.9.1 Análisis de Códigos

7.9.1.1 Existen numerosos códigos o reglamentos a los que se puede recurrir para realizar una evaluación exhaustiva. Como mínimo, se deberían revisar; el código de edificación, el código de prevención de incendios, y el código de mantenimiento del edificio. Además, puede que sea necesario revisar el NFPA 101, Life Safety Code, en caso de que este haya sido legalmente adoptado por la jurisdicción local, o por la jurisdicción del territorio en que se ha producido el incendio.

7.9.1.2 El código de edificación que se encuentra vigente cuando se concede un permiso para construir o modificar un edificio, suele estar indicado en la solicitud del propio permiso de construcción. Dado que los reglamentos de prevención de incendios y de mantenimiento comúnmente contienen indicaciones para edificios ya existentes, la edición aplicable de los mismos, en cada caso, será la que se encontrase vigente el día en que se produjo el incendio. El nombre de cada uno de estos códigos o reglamentos y su edición específica serán determinantes para la investigación.

7.9.1.3 El código de edificación incluirá los requisitos necesarios para el sistema de protección pasiva. Dichos requisitos incluyen:

(1) *El tipo de construcción.* Este capítulo indica resistencias al fuego requeridas para los elementos estructurales de la construcción. Además, este capítulo indica donde pueden usarse materiales combustibles dentro de una construcción no combustible.

(2) *Construcción resistente al fuego.* Este capítulo indica las resistencias al fuego requeridas para los elementos estructurales. Además, este capítulo indica donde pueden usarse materiales combustibles dentro de una construcción no combustible.

7.9.1.3.1 Tipos de construcción. Este capítulo indica las resistencias al fuego requeridas para los elementos estructurales. Además, este capítulo indica donde pueden usarse materiales combustibles dentro de una construcción no combustible.

7.9.1.3.2 Construcción resistente al fuego. Este capítulo proporciona información sobre elementos estructurales específicos. Este capítulo incluirá también otros elementos como penetraciones, juntas protección de aperturas abiertas y conductos. Existen procesos bien establecidos para calcular la resistencia al fuego de un material específico o de distintas combinaciones de materiales.

7.9.1.4 Otros capítulos, como los dedicados al cristal y los acristalamientos de edificio, placas de yeso, etc., también pueden contener información útil. Muchas de las disposiciones del código de edificación hacen referencia a estándares específicos, como por ejemplo, ASTM y UL.

7.9.1.5 El estándar NFPA 101, *Life Safety Code,* contiene disposiciones tanto para edificios nuevos, como para edificios ya existentes. La clasificación según el uso es el primer aspecto que se ha de determinar para localizar que requisitos específicos de las normas necesitan evaluarles. NFPA 101 también contiene un capítulo específico sobre los requisitos de los sistemas de protección pasiva.

7.9.1.6 Los reglamentos o códigos de prevención de incendios y de mantenimiento contienen los requerimientos básicos para construcciones resistentes al fuego. También requieren en mantenimiento correcto de las protecciones de los huecos.

7.9.2 Análisis del diseño.

7.9.2.1 Los documentos oficiales de la construcción y las copias aprobadas de los códigos y reglamentos vigentes son esenciales llegados a esta parte del análisis. Este determinará si los sistemas fueron construidos de acuerdo a lo establecido en el proyecto aprobado. Los proyectos incluirán planos, especificaciones, y posiblemente algunos cálculos del diseño. Los planos incluirán planos de planta, detalles, secciones y los planes de trabajo.

7.9.3 Análisis de la instalación.

7.9.3.1 Los documentos oficiales de la construcción y las copias aprobadas de los códigos y reglamentos vigentes son esenciales llegados a esta parte del análisis. El sistema de protección pa-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

siva se deberá inspeccionar para determinar si se realizó de acuerdo con las especificaciones del proyecto. El hecho de que un sistema haya sido construido de acuerdo a lo establecido en el proyecto, no significa necesariamente que al mismo tiempo cumpla con los códigos y reglamentos vigentes.

7.9.4 Funcionamiento del Sistema.

7.9.4.1 En caso de recurrir a simulaciones o cálculos para establecer la actuación del sistema de protección pasiva, también deberán evaluarse las propiedades térmicas de los muros, así como de los techos y suelos

7.9.5 Análisis de ensayos y mantenimiento.

7.9.5.1 No existe ningún tipo de ensayo periódico obligatorio para los sistemas de protección pasiva. Esto mismo se aplica a su mantenimiento periódico. No obstante, el propietario del edificio puede ser obligado a realizar tareas de mantenimiento del sistema, con la intención de asegurar que el sistema no ésta dañado o presenta grietas.

7.9.6 Origen y determinación de las causas.

7.9.6.1 El investigador debería examinar todo el sistema de protección pasiva para establecer el efecto que este ha tenido durante el crecimiento y propagación del fuego. Tanto el reglamento de mantenimiento como el de protección contra incendios exigen el mantenimiento continuo de los conjuntos resistentes al fuego para poder garantizar su resistencia al paso del fuego y el humo.

7.9.6.2 Análisis de daños estructurales.

7.9.6.2.1 Penetraciones. El investigador deberá examinar todas las penetraciones producidas a través de un conjunto resistente al fuego. No importa si dichas penetraciones han sido o no selladas, deberán ser documentadas. El investigador tendrá que determinar si dichas penetraciones contribuyeron, o no, a la propagación del fuego y el humo.

7.9.6.2.2 Juntas. Las juntas instaladas en o entre paredes resistentes al fuego, suelos, conjuntos de suelo y falso techo, cubierta o cubierta, deberán ser examinados. El investigador deberá determinar en qué medida el sistema falló al no resistir el paso del fuego como se esperaba de acuerdo con su clasificación. Las juntas se evaluarán para determinar si estaban correctamente realizadas en toda su longitud. Debe tenerse en cuenta que los códigos de edificación contienen excepciones para los requisitos las juntas resistentes al fuego.

7.9.6.2.3 Puerta cortafuegos. Todas las puertas cortafuegos deben ser examinadas para determinar si funcionaron de la manera en que estaba previsto. La propagación del daño a una puerta cortafuegos deberá ser estudiada y documentada con mucho cuidado. Deberá prestarse especial atención al análisis al mecanismo de cierre para determinar en qué medida este funciona correctamente. La información y datos contenidos en la etiqueta de la puerta deben ser registrados.

7.9.6.2.4 Ventanas cortafuegos. La propagación del daño a cada una de las ventanas cortafuegos deberá ser evaluada y registrada. El espesor del acristalamiento así como si está armado deberá ser registrado, junto con las condiciones del marco. La información en la etiqueta de la ventana deberá ser registrada.

7.9.6.2.5 Conductos y espacios de transferencia de aire. Todo tipo de compuerta cortafuegos, de humo, combinación de ambas, o techos reguladores de radiación han de examinados para determinar si funcionaron de acuerdo a lo esperado. Se ha de examinar el mecanismo de actuación. Debe tenerse en cuenta que los códigos de construcción pueden permitir el paso de conductos en elementos resistentes al fuego en ciertos casos, sin la necesidad de instalar compuertas cortafuegos.

7.9.6.2.6 Cortinas cortafuegos e ignifugados. Si el edificio presenta espacios combustibles ocultos, todo elemento ignifugo o cortina resistente al fuego ha de ser evaluado y documentado. El investigador determinará si fueron instalados en el lugar correcto. Se deberá registrar el material y espesor de los mismos.

Capítulo 8 Sistemas de Protección Contra Incendios

8.1* Introducción. Este capítulo proporciona un conocimiento básico de los sistemas activos de protección contra incendios, lo que incluye información general, componentes clave, parámetros de instalación y funcionamiento, recogida de datos, y análisis. Los sistemas de protección pasiva se describen en el Capítulo 7. Es importante poseer un conocimiento básico de los sistemas de protección contra incendios existentes y su actuación durante un incidente para entender el papel del sistema y su impacto potencial en el incendio.

8.1.1 Este capítulo proporciona una descripción de los sistemas que con más frecuencia pueden encontrarse instalados en los edificios. Se tratarán los sistemas de alarmas contra incendios, incluidos los dispositivos de detección y aviso, sistemas de agua, y los sistemas de supresión del fuego.

8.1.2* Este capítulo es una introducción a los tipos de sistemas y la manera en que deben ser documentados y descritos durante la investigación. Existen un gran número de fuentes centradas en describir estos sistemas con mayor detalle. Se urge al usuario de esta guía a consultar el material de referencia recogido en el Anexo A para obtener más información.

8.2* Sistemas de Alarmas Contra Incendios.

8.2.1 Información General.

8.2.1.1 Objetivo de los Sistemas. El Sistema de detección y alarma contra incendios es un elemento importante dentro de las actuaciones contra incendios de cualquier edificio. Debido a que la mayoría de muertes causadas por fuego se producen en fuegos de edificios, el uso de un sistema de detección y alarma contra incendios en un edificio puede ayudar a reducir de forma significativa la pérdida de vidas debido al fuego. Igualmente, si ha sido apropiadamente especificado, diseñado, fabricado, instalado, mantenido, probado, y usado, el sistema de detección de incendios puede ayudar a limitar la perdida de propiedades dentro del edificio, no importa cuál sea su uso.

8.2.1.2* Componentes del Sistema. Los sistemas de alarma contra incendios se clasifican de acuerdo a las funciones que se espera lleven a cabo. Los componentes de cada sistema incluyen un panel de control; una fuente de alimentación primaria, o princi-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pal, un fuente secundaria, o de reserva; uno o más circuitos de activación; uno o más circuitos de dispositivos de notificación de alarmas contra el fuego; y, en algunos casos, seguimiento realizado fuera de las instalaciones.

8.2.1.3 Funcionamiento General del Sistema. El funcionamiento de un sistema de detección de incendios comienza con la detección del fuego. Esta detección puede ser llevada a cabo por un ocupante del edificio que descubra el fuego y active manualmente un pulsador de alarma, o por la activación automática de un dispositivo de detección contra incendios. Tras la detección de un fuego, los aparatos de aviso alertan a los ocupantes del edificio y, dependiendo del sistema del diseño, a los servicios de emergencia.

8.2.2* Componentes Principales del sistema

8.2.2.1 Panel de Control del Sistema de Detección de Incendios (FACU) Es el componente del sistema de alarmas contra incendios que recibe la señal de los dispositivos de activación (como detectores de humo o calor, o pulsadores manuales), o de otras FACU, para después procesar estas señales y determinar una parte, o la totalidad, de las elementos de funcionamiento requeridos (como señales de alarma; activación de los sistema de extinción; o control de los sistemas HVAC). Una FACU dispone en general de una fuente de alimentación principal y una de reserva.

8.2.2.2 Fuente de Alimentación. Una Fuente de suministro de energía eléctrica, incluyendo los circuitos y conexiones conectados a los componentes dependientes del sistema.

8.2.2.2.1 Principal. Para los sistemas de detección de incendios (p.e. que utilicen una FACU, e incluya sistemas de alarmas contra incendios en viviendas) la fuente de alimentación principal proviene de una circuito dedicado de la compañía eléctrica o de un generador autónomo; manejado por personal entrenado. Para las alarmas de humo autónomas (p.e., dispositivos que no requieren una FACU), la fuente de alimentación puede ser un circuito eléctrico, o bajo ciertas condiciones, una batería de acuerdo con los requerimientos de las normas, tales la *NFPA 72, National Fire Alarm Signaling Code*.

8.2.2.2.2 Reserva. Los sistemas de alarmas contra incendios en viviendas y establecimientos comerciales necesitan siempre una fuente de alimentación de reserva, generalmente una batería. En general, la mayoría de los sistemas actuales están diseñados para contar con una reserva de 24 horas. Muchas detectores de humo alimentadas con corriente alterna también cuentan con baterías de reserva. Estos dispositivos pueden funcionar normalmente al menos durante 7 días con la batería.

8.2.2.3 Dispositivos de activación. Es el componente del Sistema que da origen a la transmisión del cambio de estado del sistema, como puede ser un detector de humo, un pulsador manual, o un interruptor de supervisión.

8.2.2.3.1 Detector puntual. Dispositivo en el cual el elemento de detección se encuentra en una localización específica, como puede ser un único punto del techo.

8.2.2.3.2 Detector Lineal Dispositivo en el cual la detección se realiza de manera continuada a lo largo de una misma dirección, como puede ser un cable sensor o barreras lineales.

8.2.2.3.3 Video. Sistema de detección que cubre un volumen, analizando de manera automática y en tiempo real, imágenes de video para detectar humo o llamas.

8.2.2.4 Detección de Humo.

8.2.2.4.1 Detectores de Humo frente Detectores de humo autónomos. Un detector de humo es una parte del sistema de detección de incendios, y un detector de humo autónomo es un equipo que incluye los dispositivos de detección y aviso en la misma unidad, por lo cual no se necesita una central de detección (FACU). Algunos detectores de humo pueden incluir sirenas, ahora bien, en este caso necesitaría una conexión a una centra para funcionar.

8.2.2.4.2 Ionización. Principio por el cual se recurre al uso de una pequeña cantidad de material radioactivo para ionizar el aire entre dos electrodos con carga para detectar la presencia de partículas de humo. Las partículas de humo que entran en la cámara de ionización hacen que la conductibilidad del aire disminuya al reducir la movilidad de los iones. La reducción de la señal se usa para transmitir una condición de alarma cuando se cumplan una serie de criterios preestablecidos. Los detectores iónicos son normalmente más sensibles que los detectores fotoeléctricos a los incendios con llamas.

8.2.2.4.3 Fotoeléctrico. Basada en el uso de una fuente de luz y un sensor fotosensible. Generalmente, los detectores fotoeléctricos son dispositivos que miden la dispersión de la luz cuando el humo atraviesa el recorrido de la luz, dispersando la luz hacia el sensor, que de otra manera estaría fuera del recorrido de la luz. Otro tipo de dispositivo fotoeléctrico mide la reducción de luz que normalmente incide en el sensor como consecuencia del oscurecimiento de la luz producido por el humo. Los detectores fotoeléctricos suelen ser más sensibles a los incendios latentes que los detectores iònicos.

8.2.2.4.4 Muestro del Aire (Aspiración). Los sistemas de muestro de aire se basan en un red tuberías o tubos con tomas de muestra que aspiran aire desde la zona protegida Hasta la central de detección. Las tomas de muestro de aire presentan un amplio rango de sensibilidad, que abarca los rangos típicos de los detectores puntuales y que incluye un mas amplio rango de sensibilidad con niveles de alarma por humo de al menos un nivel de magnitud menor. Dado este nivel de sensibilidad, estos sistemas se usan para proteger áreas de alto valor.

8.2.2.4.5 Barreras lineales. Las barreas lineales de humo se basan en la proyección de un emisor de luz hacia un receptor fotosensible. Los detectores miden la cantidad de humo basándose en el oscurecimiento que produce el humo cuando cruza el haz. Las barreras lineales se usan generalmente para proteger espacios grandes y abiertos con una separación entre emisor y receptor entre 50 m a 150 m (de 160 ft a 500 ft).

8.2.2.5 Detección de Temperatura.

8.2.2.5.1 Existen dos tipos de detectores térmicos, puntuales y lineales. Cada tipo puede responder a una temperatura fija, un umbral de temperatura prefijado o a una variación de temperatura en un determinado tiempo. Los detectores térmicos no se consideran como equipos para protección de vida sino para la protección de las propiedades, particularmente en instalaciones

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

en las cuales la detección de humo no es apropiada o no se requiere. Los detectores térmicos suelen combinarse de manera general con detectores de humo, dentro del mismo dispositivo.

8.2.2.5.2 Detector de Fuego Sensible a la Radiación de Calor. Dispositivo que detecta radiaciones de energía, como la ultravioleta, visible, o infrarrojos, que se emite como producto de una reacción de combustión, y obedece a las leyes de la óptica.

8.2.2.5.3 Detectores de Llama. Un detector de radiación de energía que detecta llamas. Existen muchos tipos de detectores de llamas, algunos de los cuales son capaces de proteger un área cónica, de aproximadamente +- 45 grados en vertical y horizontal extendiéndose a una altura de entre15 m (50 ft) y 60 m (200 ft).

8.2.2.5.4 Detectores de Chispas/brasas. Los detectores de chispas o brasas se instalan para detectar chispas o brasas que pudieran, en caso de seguir ardiendo, dar lugar a un fuego o explosión mayor. Una aplicación típica de estos detectores incluye conductos o elementos de transporte para controlar el combustible a medida que pasa. Estos dispositivos generalmente trabajan dentro del espectro de luz infrarroja y están preparados para funcionar en entornos oscuros.

8.2.2.6* Otros Tipos de Detectores. Se usan varios tipos de detectores de gas para proteger locales industriales, comerciales, o residenciales. Los modelos típicos incluyen detección de monóxido de carbono y gases combustibles, como el hidrógeno y el propano. Además de los detectores autónomos, algunos sistemas de detección de incendios combinan sensores de gas, particularmente de CO2, con otros sensores contra incendios, como los de humos, para proveer de criterios de detección múltiples que puedan significar avances en la mejora de la detección y/o reducción de falsas alarmas. El mantenimiento y calibración de los detectores de gas puede ser un aspecto crítico de su actuación.

8.2.2.7 Aparatos de Aviso. Un componente del Sistema de detección de incendios, como pueda ser un campana, sirena, altavoz, luz, o pantalla de texto que proporciona elementos audibles, táctiles, visibles, o una combinación de estos. El aviso de una alarma puede darse dentro del área de protección para alertar a los ocupantes o para alertar al personal de las instalaciones o a los departamentos de bomberos situados en lugares remotos.

8.2.3* Parametros de Funcionamiento e Instalación del Sistema.

8.2.3.1 Características de Las Centrales (FACU). La FACU es la unidad central de funcionamiento del Sistema de detección de incendios. La FACU recibe, procesa y emite señales del sistema, incluyendo alarma, supervisión, avería. Las señales pueden almacenarse en la memoria electrónica de la unidad FACU, pueden ser comunicadas a la estación central de control, o registradas por medio de la impresora incluida en la FACU. FACU se usa como medio para avisar, silenciar, o restablecer todas las señales de alarma del sistema de detección de incendios. A veces se instala, cerca de la entrada del edificio, un panel repetidor remoto que muestra el estado del sistema de detección y las condiciones de alarma. El panel repetidor remoto es una extensión de la FACU y sirve para ayudar a los equipos de primera intervención a interpretar y localizar las condiciones de alarma.

8.2.3.2*Localización y emplazamiento de los Dispositivos. La localización y emplazamiento de los detectores y equipos de aviso viene indicada en las instrucciones del fabricante, así como en normas como la *NFPA 72*, *National Fire Alarm and Signaling Code*. En el momento de la instalación se deberían tener en cuenta la situación y distribución de los detectores en escenarios adversos tales con techos anormalmente altos, techos con vigas y cerchas o con pendiente.

8.2.3.3 Sistemas de Comunicación Interna. Los detectores y aparatos aviso pueden estar conectados a la unidad FACU por medio de una instalación de cableado o vía radio. Las instalaciones de cableado son el medio para alimentar, controlar y activar los detectores y y los equipos de aviso.

8.2.3.4 Medios de Transmisión de Alarma. Las centrales de detección de incendios pueden retransmitir señales de alarma una central de supervisión de muchas maneras, incluyendo un línea dedicada punto a punto, una línea telefónica unidireccional (sólo de salida), y por medio de transmisión vía radio.

8.2.3.5 Seguimiento y Control del Sistemas.

8.2.3.5.1 Estación Central. Una estación de supervisión listada como estación de servicio central, y que también realizan servicios como estación de supervisión menos estrictos, como pueden ser los servicios de supervisión a distancia.

8.2.3.5.2 Estación Local. Una estación de supervisión, del mismo propietario , bajo la misma propiedad que las instalaciones supervisadas (controladas) por el sistema de detección de incendios, en la cual se reciben las señales de alarma, supervisión, o averias y donde siempre existe personal supervisando en todo momento cualquier operación o investigar cualquier señal.

8.2.3.5.3 Estación Remota. Una estación de supervisión en la cual se reciben todas las señales de alarma, supervisión o avería, producidas en las instalaciones protegidas, y en la cual existe personal de asistencia para responder en todo momento.

8.2.4* Análisis.

8.2.4.1 Los componentes, localización y condiciones del Sistema de detección de incendios debe ser documentado y analizado.

8.2.4.2 Consideraciones sobre Instalación. Las instalaciones deben ser comparadas con las recomendaciones del fabricante, los planos de diseño, y cualquier código o estándar aplicable. Las características de construcción, el acceso a los dispositivos, la construcción, renovación y uso de las instalaciones se deberá tener en cuenta a la hora de analizar la actuación de los dispositivos de detección y los equipos de aviso.

8.2.4.3 Operatividad. La operatividad de un Sistema o dispositivo incluye el hecho de tener alimentación, condiciones de actuación y funcionalidad adecuadas. La operatividad también puede incluir el análisis del tiempo de activación de los detectores.

8.2.4.4 Análisis del Tiempo de Respuesta de los detectores autónomos de humo. En las reconstrucciones de incendios, el conocimiento de cómo y cuándo un detector autónomo en particular sonó puede ser un dato de valor. Puede determinarse cuando sonó una alarma por medio de la entrevista a testigos o personas que acudieron en primer lugar. No obstante, los detectores de humo, lo equipamientos de detección contra incendios, o los dispositivos de aviso pueden resultar dañados por el fuego

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de tal manera que la alarma puede llegar a no ser oída en el momento de llegada del personal de rescate. Además, los testigos pueden simplemente no recordar haber oído la alarma durante el incendio, aunque la alarma hubiera sonado realmente. Más aún, en algunos casos, un examen físico del detector puede proporcionar información de acuerdo a si sonó o no, a través de la identificación de aglomeraciones de hollín causas por el sonido.

8.2.4.5 Análisis de los Restos de Humo.

8.2.4.5.1* En muchas ocasiones, la naturaleza de los restos de hollín sobre ciertas superficies de las estaciones individuales (y múltiples) detectores de humos, pueden mostrar si el detector se activó o no durante el incendio. Además, el color y la consistencia de los restos pueden ayudar a determinar el tipo de combustible consumido durante un incendio. Normalmente, los restos de hollín producidos por las llamas de un incendio serán materiales con base carbón. No obstante, combustibles como la espuma de poliuretano pueden producir restos alquitranados naranjas durante combustiones latentes. Para más información, ver Sección 6.2.10.3 en el Capítulo 6.

8.2.4.5.2* Tiempo de Respuesta de la Alarma. Existen modelos informáticos que pueden ayudar en el análisis de modelos, pueden encontrarse en la Sección 22.4 en el Capítulo 22.

8.2.4.5.3 Estimación del Tamaño del Incendio. Puede ser posible usar la activación o no de los detectores para determinar el tamaño del fuego en un momento específico. El tamaño mínimo necesario de un fuego requerido para activar el sistema puede ser estimado por medio de ensayos y cálculos. Si el sistema no se activó, pero se determinó que estaba diseñado apropiadamente y funcionando correctamente, puede usarse este tamaño estimado del fuego como el tamaño mínimo del incendio; mientras que si el sistema se activó, puede entonces establecerse un tamaño mínimo del fuego. Conocer el tamaño mínimo y máximo de un incendio puede ayudar a determinar la causa del fuego y las causas de su propagación.

8.2.4.5.4 Desarrollo de una línea temporal. Si el sistema de detección y alarma está conectado a un sistema de supervisión, estos registros pueden usarse para establecer una línea temporal de la propagación de las llamas y el incendio. En algunos casos, la localización específica o zona donde se detectó por primera vez la alarma, puede ser utilizada para acotar un área de origen. Algunos sistemas sólo facilitan datos de alarma y avería, sin especificar la zona o dispositivo que los produjo. Esta información puede ser útil para comparar el tiempo de activación del sistema con el tiempo y observaciones de los primeros bomberos en acudir u otros testigos, a la hora de establecer el crecimiento y propagación del fuego. También puede observarse el momento de activación de las alarmas manuales, aunque esto puede ser más indicativo de la localización de los ocupantes del edificio y sus rutas de escape que la localización real del origen del fuego.

8.2.4.5.4.1 El acceso a la información del panel de control del sistema de detección de incendios debe ser realizado únicamente por un individuo entrenado y competente para evitar la pérdida o borrado de datos. Se deberían tener en cuenta las condiciones de alimentación del sistema y los daños producidos en él, antes de realizar cualquier intento de conseguir la información. En algunas ocasiones, si el sistema continúa conectado, se debería obtener la información antes de retirar el panel, ya que cortar la alimentación puede alterar o borrar la memoria. No obstante, conectar un sistema dañado, tanto desde el panel como a lo largo de cualquier dispositivo del circuito conectado al panel, puede causar la alteración de datos.

8.2.4.5.4.2 Los datos de un Sistema de alarma pueden ser obtenidos también desde una estación de control, central o remota, siempre que el sistema estuviese continuamente bajo supervisión. También se puede obtener, de estas estaciones, información de incidentes anteriores. Cuando el sistema presente es un sistema de detección por zonas, las zonas activadas pueden aparecer indicadas a través de luces de señal en el panel de control principal. Se debería intentar fotografiar el panel lo antes posible durante la investigación, ya que las baterías de reserva de estos paneles suele agotarse a los pocos días, incluso horas, tras la pérdida de fuente de alimentación principal.

8.2.4.5.5* Daño Térmico. El daño térmico producido en la sirena de un detector autónomo de humo reducirá o eliminará su capacidad para alertar a los ocupantes. Puede realizarse un análisis del daño termal para determinar la temperatura en el entorno de la alarma/sirena, como por ejemplo el nivel que alcanzó la temperatura.

8.2.4.5.6* Eficacia de la Alarma de Incendios. Si se establece que un dispositivo de aviso se activó, aunque los ocupantes dormidos no fueran alertados, se deberán realizar averiguaciones sobre el tipo de ocupantes. Se han realizado estudios sobre la efectividad sobre distintos sujetos, incluyendo aquellos con problemas de audición, ancianos, niños, y aquellos con alteración del juicio. Otros factores pueden influir en la efectividad de los sistemas de alarma, como los impedimentos de los ocupantes debido al uso de drogas, alcohol o medicamentos, limitaciones mentales o físicas, o la respuesta y acciones realizadas por los ocupantes.

8.2.4.5.7 Impacto sobre el Comportamiento Humano.

8.2.4.5.7.1* La presencia de un Sistema de protección activo contra incendios puede tener un impacto en el comportamiento en los ocupantes del edificio. Los sistemas de detección de incendios están dentro de las variables incorporadas dentro de la seguridad contra incendios que pueden ser capitales para la concienciación individual sobre el fuego. Las investigaciones han demostrado que los mensajes verbales directos pueden ser más efectivos para crear una respuesta, comparándolos con el efecto que tiene campanas de alarma y sirenas actuando solas.

8.2.4.5.7.2* Las falsas alarmas anteriores o el malfuncionamiento del sistema de alarma pueden reducir el efecto positivo de tener un sistema de alarma en el edificio, ya que puede producir que los ocupantes no respondan adecuadamente a los avisos de alarma. La sucesión de falsas alarmas reduce la respuesta apropiada de los ocupantes ante la alarma.

8.3 Sistemas de Supresión del Fuego Basados en el Agua.

8.3.1* Información General.

8.3.1.1 Objetivos del Sistema. Los sistemas de supresión del fuego basados en el agua son aquellos diseñados para reaccionar ante determinadas condiciones, como la activación ante ciertas temperaturas o por la alarma de incendios, liberando agua y distribuyéndola a través de patrones y cantidades específicas sobre

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

las áreas designadas. La distribución del agua puede extinguir el fuego o prevenir su propagación.

8.3.1.2 Funcionamiento General del Sistema.

8.3.1.2.1 Mecanismo de Extinción. Los métodos de supresión del fuego utilizan uno o más mecanismos para extinguir o controlar el fuego. El mecanismo de extinción de uso predominante en los sistemas de supresión del fuego basados en el agua es el enfriamiento. Las combustiones con llamas necesitan una temperatura muy alta para que las tengan lugar las reacciones químicas. Al reducir la cantidad de calor en la zona de combustión se puede controlar o extinguir un incendio.

8.3.1.2.2 Tipos de Sistemas Basados en el Agua.

8.3.1.2.2.1* Sistemas de Rociadores de Tubería Húmeda. Sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene agua y está conectado a un suministro de agua de manera que el agua se descargue inmediatamente desde los rociadores abiertos por el calor del fuego. **[13,** 2013**]**

8.3.1.2.2.2* Sistemas de Rociadores de Tubería Seca. Sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos unidos a un sistema de tuberías que contiene aire o nitrógeno bajo presión, cuya liberación (desde la apertura de un rociador) permite que la presión del agua abra una válvula conocida como válvula de tubería seca, para que entonces el agua pueda fluir por el sistema de tuberías hasta los rociadores abiertos. [**13**, 2013]

8.3.1.2.2.3* Sistemas de Rociadores de Preacción. Sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos unidos a un sistema de tuberías que contiene, o puede no contener, aire bajo presión, con un sistema de detección suplementario instalado en las mismas áreas que los rociadores. [**13**, 2013]. Las acciones del sistema de detección permiten la apertura automática de la válvula de preacción para introducir agua en el sistema de tuberías. El agua no se descargará desde el sistema hasta que el fuego no haya generado la suficiente cantidad de calor para causar la actuación de uno o más rociadores.

8.3.1.2.2.4* Sistemas de Rociadores de Diluvio. Sistema de rociadores que utiliza rociadores abiertos o boquillas, unidas a un sistema de tuberías conectado a un suministro de agua a través de una válvula que se abre debido a la actuación de un sistema de detección instalado en las mismas áreas que los rociadores y boquillas. Cuando esta válvula se abre, el agua fluye a través del sistema de tuberías y descargándola desde todas los rociadores y boquillas unidas al mismo.

8.3.1.2.2.5* Sistemas de Agua Nebulizada. Un sistema de vapor de agua es un sistema de protección automática contra el fuego basado en el agua, con boquillas, capaz de distribuir agua nebulizada sobre gran variedad de riesgos. La definición de agua nebulizada es una pulverización fina de agua, cuya configuración de gotas es menor de 1000 micrones a una distancia de 3.3 ft desde la boquilla de descarga.

8.3.2 Componentes Clave de los Sistemas Basados en el Agua. Todos los componentes requeridos para logra un funcionamiento satisfactorio del sistema basado en el agua, deben estar listados por un laboratorio de ensayos reconocido a nivel nacional.

8.3.2.1 Rociadores y Boquillas. Los rociadores y boquillas deben estar listados y marcados para la aplicación que se les pretende dar. Las características de un rociador incluyen el factor-K (relacionado con el tamaño del orificio), temperatura de activación, orientación (pendiente, colgante, de pared), y el acabado.

8.3.2.2 Tuberías. Hay diferentes tipos de materiales aceptados para las tuberías de las instalaciones de rociadores, tales como acero, cobre y materiales no metálicos, todos ellos están recogidos en la NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. Estos materiales para tuberías deben cumplir ciertos estándares de fabricación, ciertos requerimientos de listado, o ambos. Las tuberías no metálicas sólo son aceptables en determinadas situaciones. La NFPA 13 incluye los procedimientos de instalación de las tuberías.

8.3.2.3 Válvulas del Sistema. Los sistemas automáticos de rociadores requieren al menos de la instalación de una válvula que permita el cierre del sistema. Los sistemas de rociadores no deben nunca ser cerrados, excepto cuando se estén realizando modificaciones en el sistema, durante el tiempo que sigue a un incendio, para permitir la sustitución de todo rociador que se haya activado.

8.3.2.4 Abastecimiento de Agua.

8.3.2.4.1 Todos los sistemas automáticos de supresión del fuego basados en el agua deben tener al menos un suministro de agua de la presión, capacidad, caudal, y fiabilidad adecuadas. Un suministro automático es aquel que no depende de la intervención humana para hacer funcionar las válvulas, iniciar las bombas, o realizar conexiones con el suministro de agua en el momento del incendio.

8.3.2.4.2 El agua puede ser suministrada desde una fuente única o a partir de una combinación de fuentes como pueden ser los depósitos de agua municipales, tanques elevados, tanques de reserva, tanques de presión, ríos, lagos, o pozos de agua subterránea.

8.3.3 Parámetros de Instalación y Funcionamiento de los Sistemas.

8.3.3.1 Situación y Emplazamiento de los Rociadores.

8.3.3.1.1 La instalación de los rociadores debe hacerse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante y con los requerimientos de códigos.

8.3.3.1.2 Los requisitos para la localización de rociadores se basa en las características del rociador y del riesgo que se quiere proteger. Cuanto mayor sea el riesgo, más cerca estarán colocados los rociadores unos de otros. El área de cobertura puede abarcar desde los 90 ft^2 por rociador para establecimientos de alto riesgo, hasta los 225 ft^2 por rociador en establecimientos de riesgo ligero. Las áreas de cobertura mayores solo se usan en sistemas diseñados hidráulicamente. Además, también existe una distancia máxima a la que pueden situarse los rociadores individuales. Los rociadores de cobertura extendida, probados y aprobados para crear una curva de descarga mayor, pueden ser instalados de acuerdo a los requisitos estipulados por el fabricante. La maxima área de cobertura es de 400 ft^2.

8.3.3.1.3 La localización de los rociadores con respecto a la estructura del suelo o el techo también están controlada por los estándares. Normalmente el deflector de un rociador se situara a

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

una distancia de entre 1" a 12" de la estructura. Existen varias excepciones en base a condiciones especiales.

8.3.3.1.4 Dentro de un edificio completamente equipado con rociadores, estos se sitúan en todas las zonas de este, con muy pocas excepciones. En caso de que la construcción sea combustible, los rociadores serán colocados dentro de los espacios ocultos. Existen varias excepciones a estos requisitos basados en condiciones muy específicas, como pueden ser pequeños espacios discontinuos entre vigas.

8.3.3.2 Disposiciones y Tamaño de las Tuberías.

8.3.3.2.1 El diámetro de las tuberías y sus disposiciones se basan bien en el método de sistemas pre calculados o los sistemas calculados hidráulicamente. En la actualidad, casi todos los sistemas se calculan hidráulicamente. Los sistemas pre calculados fueron el único medio para dimensionar las tuberías hasta los años 70. Los sistemas existente dimensionados en base al procedimiento de pre cálculo pueden extenderse a nuevas áreas utilizando el mismo procedimiento, pero el tamaño de la nueva zona está limitado por las normas.

8.3.3.2.2 Los sistemas pre-calculados se basan en la idea de usar tubería de mayor diámetro a medida que alimentan a un mayor número de rociadores. El diametro más pequeño es 1" y se va incrementando a medida que aumenta el número de rociadores.

8.3.3.2.3 El dimensionamiento de un sistema calculado hidráulicamente se basa en las calcular las pérdidas de carga asociadas a la cantidad de agua que fluye por las tuberías y el suministro de agua disponible. En un sistema calculado hidráulicamente, el tamaño de las tuberías no se tiene por qué incrementarse debido a que abastezca a mas rociadores. Con frecuencia, se usa el mismo tamaño de tuberías para la mayor parte de la instalación. A menudo, las tuberías se dimensionan para minimizar el diámetro de estas y disminuir el coste de la instalación. Un sistema pre-calculado puede calcularse hidráulicamente para determinar si el suministro de agua dispone de presión y caudal necesarios para proteger el riesgo existente.

8.3.3.3 Cobertura y Distribución de los Rociadores.

8.3.3.3.1 Los rociadores tienen distinta cobertura y distribución. Basadas principalmente en las características del deflector y el tamaño del orificio del rociador, quedan determinadas, la descarga de agua, el tamaño de las gotas, las distancias que recorre el agua, y la uniformidad de la distribución.

8.3.3.3.2 Se requiere que los rociadores distribuyan el agua de manera uniforme a lo largo del área que cubren. El tamaño de las gotas de agua afectará a su capacidad de penetración en el incendio. Cuanto más grande sea el fuego, más grande será el tamaño de las gotas de agua necesarias para vencer el efecto del ascenso del humo y los gases calientes generados por los materiales en combustión. La distancia que el agua puede recorrer está relacionada directamente con las coberturas detalladas en 8.3.3.1 y 8.3.3.3.1. La cantidad de agua también es un aspecto crítico porque en caso de ser menor de lo necesario, el incendio podría continuar con su desarrollo, excediendo la capacidad del sistema para controlarlo.

8.3.3.3.3 Existe una variedad de rociadores especificados para diferentes situaciones. Estos rociadores tienen una curva de descarga y condiciones de uso específicas. Algunos ejemplos son los de pared, cobertura extendida, gota gorda, o de ático.

8.3.3.4 Caudal y presión de agua.

8.3.3.4.1 La extinción de incendios con agua se basa en una serie de factores relacionados con el riesgo que protegen. Uno de los más críticos es la cantidad de agua requerida para extinguir o controlar el incendio. Esta cantidad de agua y el área sobre la cual debe ser distribuida, ha sido determinada por numerosos ensayos a lo largo de los últimos 100 años. Para poder distribuir la cantidad de agua requerida, cada rociador necesita descargar una cantidad predeterminada de agua sobre el área particular protegida por cada rociador. Este número se denomina *densidad de diseño* . Para poder disponer de la densidad de diseño requerida, los rociadores necesitan disponer de caudal y presión. La presión mínima normal en los rociadores más alejados es 7 psi. Cuanta más presión exista en el rociador, mayor será el caudal. La presión mínima requerida para algunos riesgos puede exceder varias veces el mínimo establecido.

8.3.3.4.2 La suma de los caudales de todos los rociadores y las pérdidas por fricción en las tuberías como resultado del paso del agua a través de ellas, determina las necesidades de presión y caudal del sistema. Este caudal y esta presión esta referenciados a la base de la montante El suministro de agua del sistema debe cumplir o exceder los requisitos de caudal y presión. En caso contrario, el agua distribuida sobre el riesgo puede ser insuficiente para controlar o extinguir el incendio.

8.3.3.5 Mecanismo y Criterios de Activación.

8.3.3.5.1 Los sistemas basados en Agua pueden ser activados de muchas maneras. Algunos sistemas cuentan con elementos fusibles o ampollas de cristal en los rociadores, otros cuentan con rociadores abiertos con una válvula de control del caudal en la fuente; mientras que otros usan una combinación de rociadores cerrados y sistemas de control remoto de del caudal de agua.

8.3.3.5.2 Los rociadores cerrados con elementos fusibles se activan cuando la temperatura del rociador excede la temperatura de tarado de elemento fusible y el cierre que impedía el paso del agua es separado del rociador. Cada rociador cerrado tiene un RTI (Índice de tiempo de Respuesta) asociado. Este valor se relaciona con la velocidad a la cual se activa cuando está expuesto a temperaturas por encima de la de tarado. Los rociadores con un RTI bajo deberían reaccionar más rápido que los que tienen un valor más alto. El rango de temperaturas de los rociadores varía entre 57ºC y 260ºC (135ºF a 500ºF). Los rociadores de activación más rápida deberían ser rociadores de baja temperatura con un bajo RTI.

8.3.3.6 Control y Supervisión de Sistemas.

8.3.3.6.1 En los sistemas, se supervisa el movimiento del agua para alertar a las partes interesadas sobre la operación del sistema. Las válvulas que controlan el suministro de agua del sistema pueden ser supervisadas para permitir a las partes interesadas saber si el sistema funciona en su totalidad o si una parte del sistema está fuera de servicio. Esta supervisión se logra normalmente por medio de la conexión al sistema de detección de incendios. En muchos casos sólo existen medios eléctricos o mecánicos de hacer sonar una alarma local cuando el agua fluye por el sistema.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

8.3.3.6.2 Como se indica de la sección 8.3.3.5 a la 8.3.3.6.1, los sistemas de pre-acción y diluvio dependen de otros medios de detección, tanto automáticos como manuales, para controlar la descarga de agua por las boquillas. Los medios de detección deberían coincidir con las características del riesgo que protegido y de las necesidades asociadas a su funcionamiento o uso.

8.3.4 Análisis.

8.3.4.1 Análisis de Códigos.

8.3.4.1.1* Mientras que los códigos que han de ser cumplidos en las distintas jurisdicciones pueden variar unos de otros, la base normativa para sistemas de supresión de fuego basados en el agua en la mayoría de lugares es la NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. Existen otros códigos disponibles para la instalación de sistemas de rociadores en viviendas unifamiliares, adosados, casas prefabricadas y edficios residenciales hasta 4 plantas en altura. Otros códigos contienen directrices sobre temas columnas secas y sistemas de mangueras, sistemas de agua pulverizada, sistemas de espuma, y otros temas. Los requisitos de estos códigos pueden ser adoptados tal y como son, o pueden ser adaptados con modificaciones por otros códigos de diseño como el Código Internacional de la Construcción, o con variaciones introducidas por funcionarios locales. Siempre que se lleve a cabo un análisis de códigos de sistemas de supresión de fuego basados en el agua, el investigador deberá determinar los siguientes elementos antes de llevar a cabo el análisis de códigos:

(1) ¿Qué código estaba vigente cuando el edificio recibió su certificado de uso?

(2) ¿Existen enmiendas locales al código (Ver de AHJ para obtener esta información)?

(3) ¿Existen cambios con respecto al código requerido durante el diseño del edificio en base al diseño basado en prestaciones o cualquier otra justificación? En caso de afirmativo, los informes de análisis de diseño deberían estar disponibles.

(4) ¿Qué códigos de mantenimiento estaban vigentes durante el tiempo de vida del Sistema de supresión?

(5) ¿Tiene la empresa de seguros requerimientos de supresión adicionales que tuvieran un impacto en el diseño del sistema?

8.3.4.2 Análisis del Diseño.

8.3.4.2.1 El conocimiento del diseño del Sistema de supresión de incendios basado en el agua es un instrumento para determinar el impacto que ha podido tener durante el incendio. Varios conceptos importantes sobre el diseño de los sistemas de supresión de fuego basados en el agua aparecen destacados entre las secciones 8.3.1.1 y 8.3.3.6.

8.3.4.2.2 Situación. La posición de las boquillas de agua pulverizada o rociadores ejercerá un impacto importante en su capacidad de distribuir agua que puede penetrar la base del fuego. NFPA 13 *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, cuenta con recomendaciones detalladas de como colocar y situar los rociadores. En la práctica, surgen muchos problemas relacionados con el emplazamiento durante o después de la instalación que pueden afectar de manera negativa la efectividad del sistema de supresión:

(1) La instalación de luminarias bajo los ramales.

(2) Instalación de falsos techos debajo de los rociadores (obstruyendo la descarga de agua) o por encima (creando a veces espacios combustibles ocultos).

(3) Instalación de estanterias altas.

(4) Instalación de almacenamiento en racks.

(5) Reconfiguración de paredes o añadido de entreplantas.

8.3.4.3 Riesgo protegido.

8.3.4.3.1* Los sistemas de supresión basados en el agua están diseñados normalmente para proteger contra un determinado nivel de riesgo. NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, utiliza grupos de riesgo tales como "Ligero", "Ordinario", "Riesgo Extra", y "Usos Especiales." El nivel de riesgo determinará la densidad de agua que el sistema de supresión de agua debe distribuir para proteger contra dicho riesgo. (*Ver Figura 8.3.4.3.1.*)

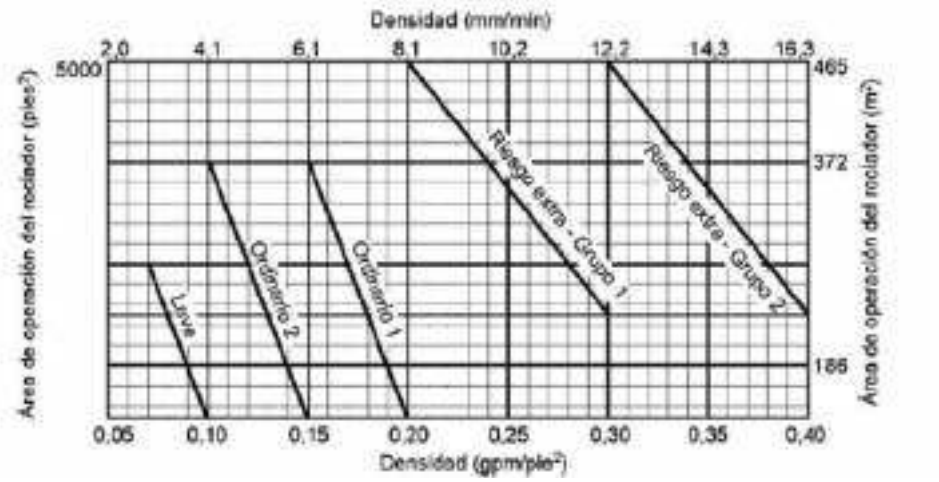


FIGURA 8.3.4.3.1 Curvas de Area/Densidad de NFPA 13.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

8.3.4.3.2 Normalmente, Los problemas con la clasificación de riesgo se dan cuando se cambia el uso de un edificio, pero no su sistema de protección. Por ejemplo, si un edificio industrial usado originalmente como panadería (riesgo ordinario) es comprado por una compañía nueva y reconvertido como centro de procesamiento de plásticos (riesgo extra), entonces el sistema de supresión de fuego existente puede necesitar ser actualizado. En caso de no producirse esta actualización, un incendio sufrido en la nueva compañía podría no ser controlado por medio del antiguo sistema.

8.3.4.3.3 Capacidad. Los sistemas de supresión basados en el agua están diseñados para distribuir una densidad predeterminada de agua sobre un área que ha sido calculada en base la clase de riesgo que se está protegiendo. Por ejemplo, un diseño puede necesitar que se descargue una densidad de 0.15 gpm/ft^2 sobre un área de aplicación de 1500 ft^2. Si en este caso el rociador que va a ser usado está certificado para un área de cobertura de 10 ft por 13 ft (130 ft^2), el sistema necesitará poder manejar la activación de más de 12 rociadores (1500/130 redondeando). También se podría añadir una capacidad adicional al sistema para el uso de mangueras que puedan ser necesarios para la supresión. La información concerniente al diseño de la capacidad del sistema puede ser útil durante la investigación por varias razones. Si se ha activado un número mayor de rociadores de lo demandado por el diseño, puede ser indicativo de que se han podido producir una serie de problemas, entre ellos:

(1) La carga de fuego era más peligrosa de lo esperado en principio durante el diseño del sistema.

(2) La tasa de crecimiento del fuego fue más rápida de lo esperado.

(3) Falta de agua disponible para el Sistema, lo que indica problemas potenciales con la manipulación de las válvulas, la falta de un sistema de mantenimiento adecuado, o una reducción en el abastecimiento de agua disponible después de la puesta en marcha del sistema.

(4) Presencia de obstrucciones (luces, estanterías, etc.) que evitaron que el agua alcanzara la base del fuego.

(5) Circunstancias inusuales, como la producción de un fuego en las claraboyas del techo, cuya caída genera la activación de un número mayor de rociadores.

8.3.4.3.4 Cobertura.

8.3.4.3.4.1 Conocer la cantidad de cobertura que el sistema de protección contra incendios ofrece al edificio, puede ayudar al investigador al analizar la cantidad de daño causado por el fuego, así como las marcas de propagación del fuego.

8.3.4.3.4.2 Cobertura Total (Completa). Donde el Sistema de protección contra incendios abarca todas las habitaciones, pasillos, áreas de almacenaje, sótanos, áticos, desvanes, espacios debajo de techos suspendidos, y cualquier otra subdivisión o espacio accesible, así como el interior de todos los armarios, ascensores, escaleras cerradas, montaplatos y conductos verticales..

8.3.4.3.4.3 Cobertura Selectiva o Parcial. Donde el Sistema de protección de incendios sólo abarca una parte de las áreas seleccionadas.

8.3.4.3.4.4 Cobertura Local. Donde un Sistema de protección contra incendios protege una localización en particular, como puede ser un elemento de equipamiento.

8.3.4.3.4.5 Análisis de la Instalación. El análisis de la instalación de los sistemas de supresión de incendios basados en el agua debe realizarse por un ingeniero o por otro profesional, que esté familiarizado con los requisitos de los códigos aplicables, así como con los cambios que puedan haberse producido durante la instalación. Normalmente es más efectivo iniciar el análisis de la instalación por la entrada del abastecimiento de agua y avanzar aguas abajo a lo largo del sistema, identificando las tuberías, válvulas, montantes, boquillas/ rociadores, y cualquier otro componente a lo largo del recorrido. Los problemas de instalación más comunes suelen incluir el uso incorrecto del tipo de rociador (p.e, colgantes instalados en posición montante) y la instalación incorrecta de válvulas.

8.3.4.3.4.6 Funcionamiento del Sistema. El funcionamiento del sistema se analiza casi de la misma manera que la instalación. Dividir el funcionamiento del sistema en subcategorías puede ser de ayuda a la hora de obtener una visión del análisis de un fuego o explosión en particular.

8.3.4.3.4.7 Pruebas y Mantenimiento. Las pruebas periódicas y el mantenimiento son importantes para el éxito del funcionamiento del sistema de supresión del fuego basado en el agua. Los códigos de construcción locales incluyen requisitos para la realización de las pruebas y el mantenimiento y debería hacer referencia a ellos durante el análisis del sistema. Los informes sobre pruebas y mantenimiento deberían ser conservados por la compañía que las ha realizado; los datos pertinentes a estas inspecciones deberían estar en las etiquetas situadas cerca de las válvulas de control del sistema

8.3.4.3.4.8 Determinación de la Causa y el Origen. Existe un número muy útil de datos relevantes para contrastar las hipótesis relativas al origen y causa de un incendio, que puede obtenerse a través del análisis de la activación o no activación del sistema de supresión del fuego basado en el agua.

8.3.4.3.4.9 Líneas de Tiempo. Muchos sistemas de supresión del fuego están conectados a un sistema de detección. Este sistema puede suministrar datos sobre el momento de la alarma a un servicio de supervisión central, o al menos al disco duro de la central de alarma local. Como mínimo, un sistema de supresión del fuego basado en el agua podría dar la alarma en el momento en que el agua empieza a fluir. En otros sistemas más complejos, pueden dar servicio a muchas zonas, lo que puede ayudar a determinar con precisión que partes del sistema suministraron agua en momentos diferentes. Otra información sobre líneas de tiempo puede estar disponible, por ejemplo, cuando se abrieron y cerraron las válvulas (finales de carrera) y otras señales de supervisión/avería del sistema Se debe hacer un esfuerzo por sincronizar cualquier dato de tiempos de la alarma del sistema con cualquier otro dato temporal, en el mismo esquema de tiempos.

8.3.4.3.4.10* Estimación del Tamaño del Fuego. Existen métodos disponibles para calcular el tamaño del incendio en base al momento de activación del primer rociador. Para los sistemas activados por medio de un elemento con índice de tiempo de respuesta (RTI) (como pueden los fusibles o las ampollas), existen

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

métodos para estimar el tamaño del fuego en el momento de activación del primer rociador.

8.3.4.3.4.11 Impacto sobre el Comportamiento Humano. La presencia de un sistema de supresión automático de incendios, en caso de ser conocida, puede afectar el comportamiento. El efecto puede ser positivo o negativo. Un efecto positivo es que el incremento del margen de seguridad suministra a los ocupantes del edificio involucrado más tiempo para responder adecuadamente a los riesgos presentes en el incidente. Un ejemplo de efecto negativo es la posible disminución de la visibilidad causada por la descarga del agente extintor, que puede dificultar la salida.

8.3.4.3.5* Modelado de Incendios. Existe una gran variedad de modelos informáticos disponibles que pueden usarse para calcular el tiempo de activación de un sistema de supresión y en algunos casos su impacto potencial sobre el desarrollo del fuego. Independientemente del modelo utilizado, se deberían utilizar criterios de ingeniería de ingeniería para establecer que tipo de modelo debería usarse para una aplicación dada.

8.4 Sistemas de Supresión del Fuego No Basados en el Agua.

8.4.1* Información General.

8.4.1.1 Objetivo de los Sistemas. Los sistemas de supresión del fuego gaseosos y químicos son sistemas de supresión especiales usados para suprimir el fuego por medios distintos del agua, para riesgos especiales, específicos, o equipos.

8.4.1.2 Componentes del Sistema. Los sistemas de supresión del fuego de gas y químicos, son sistemas pre diseñados para proteger un área específica o equipamiento, o para un riesgo específico. Los componentes del sistema estarán relacionados específicamente con el diseño del sistema y la elección del agente extintor.

8.4.1.3 Agentes Extintores.

8.4.1.3.1 Halón y sustitutos del Halón. El halón 1301 (bromotrifluorometano o CBrF3), es un gas incoloro, inoloro, eléctricamente no conductivo muy efectivo para extinguir fuegos. El halón 1301 se incluye en el Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Afectan a la Capa de Ozono, firmado el 16 de septiembre de 1987. El protocolo permite que continúe disponible la misma cantidad de agente para extinción de incendios, manteniendo el nivel de producción de 1986. Este protocolo, y las subsecuentes enmiendas al mismo, restringen la producción de este agente. Además, las jurisdicciones locales dentro de algunos países (p.e., la EPA en los EE.UU.) han endurecido las regulaciones posteriores sobre la producción, uso, manejo, y descarga de este gas.

8.4.1.3.2 Gases Inertes. El dióxido de carbono es un producto comercial normal con múltiples usos. Para aplicaciones de extinción de incendios, el dióxido de carbono presenta un número de propiedades convenientes. Es un gas no corrosivo y no dañino, y no deja residuos que limpiar después del incendio. El gas suministra su propia presión de descarga a través de tuberías y boquillas. Debido a que es un gas, penetrará y se propagará por a todas las zonas de riesgo. No es un gas conductivo eléctricamente por lo tanto puede ser usado sobre riesgos eléctricos activos. Su uso puede ser efectivo sobre prácticamente todos los materiales combustibles excepto sobre algunos metales activos e hidruros de metal, y materiales como nitrato de celulosa, que contiene oxígeno. Bajo condiciones normales, el dióxido de carbono es un gas inodoro, incoloro, con una densidad un 50% mayor que la del aire. Hay gente que insiste en que pueden detectar el olor del dióxido de carbono, esto puede deberse a las impurezas o a efectos químicos en las fosas nasales. El dióxido de carbono es fácil de licuar por compresión y enfriamiento. Por medio de un enfriamiento y expansión posterior, este puede pasar a estado sólido.

8.4.1.3.3 Agente Químico Seco. Un Agente extintor químico seco es un material en polvo finamente dividido, que ha sido tratado para repeler el agua y ser capaz de fluir y moverse libremente de manera que pueda ser descargado a través de las mangueras y tuberías utilizando un gas como agente propulsor. El polvo químico seco producido por los distintos fabricantes no suele ser idéntico en sus características, y cada fabricante diseña su propio equipo para usar específicamente con el polvo químico seco. Los principios de diseño del sistema aplicables al producto de uno de los fabricantes no son aplicables al producto de otro fabricante. Como resultado, no resulta práctico incluir detalles de diseño del sistema como parte de esta guía. Actualmente se acepta de forma general que las propiedades de extinción del fuego del polvo químico seco se debe a la interacción de sus partículas, las cuales frenan la cadena de reacciones que dan lugar a la combustión. Lo polvos químicos secos varían en su efectividad como extintores de fuegos. Los polvos químicos secos multipropósito deben su efectividad para extinguir incendios de combustibles ordinarios, como madera y papel, a la formación de recubrimientos retardantes sobre los materiales combustibles. Los polvos químicos secos utilizados en la actualidad se describen de las secciones 8.4.1.3.3.1 a 8.4.1.3.5.

8.4.1.3.3.1 Polvo Químico Seco Basado en Bicarbonato Sódico. Este agente se basa principalmente en el bicarbonato sódico (NaHCO3), y es apropiado para ser utilizado en todo tipo de incendios de líquidos inflamables o incendios de gas (Clase B), y para incendios que implican equipos eléctricos (Clase C). Es particularmente efectivo sobre fuegos de aceite de cocina común y grasas. En combinación con estos materiales, el agente químico seco basado en el bicarbonato sódico reacciona formando un tipo de jabón (saponización), que l flota sobre la superficie del líquido, como el las freidoras de aceite, que evita de manera efectiva la re ignición.. El polvo químico seco basado en el bicarbonato sódico no se recomienda para la extinción de incendios de combustibles ordinarios (Clase A), aunque puede causar un efecto de extinción transitorio sobre la extinción de las llamas en la superficie de dichos materiales.

8.4.1.3.3.2 Polvos Químicos secos basados en Sales de Potasio. Los agentes comercialmente disponibles son el bicarbonato de potasio (KHCO3), el clorato potásico (KCL), y el bicarbonato de potasio con base urea (KC2N2H3O3). Los tres agentes son apropiados para ser utilizados sobre cualquier líquido inflamable o gas (Clase B), así como sobre incendios que afecten a maquinaria eléctrica (Clase C). De manera general se reconoce que las sales de potasio son más efectivas que las sales de sodio como mecanismo químico de extinción en incendios de Clase B, excepto aquello que afecten a freidoras de aceite o cualquier otro equipamiento de cocina. . El polvo químico seco basado en sales de potasio no se recomienda para la extinción de incendios de combustibles ordinarios (Clase A), aunque puede causar un efecto de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

extinción transitorio sobre la extinción de las llamas en la superficie de dichos materiales..

8.4.1.3.3.3 Polvo Químico Seco Multipropósito (polvos ABC) . Este agente se basa en el fosfato de mono amonio y su efecto es similar al resto de polvos químicos secos en los fuegos de Clase B y Clase C. No obstante, no posee la habilidad de saponificarse y no debe ser usado sobre freidoras. A diferencia del resto de polvos químicos secos, tiene un efecto de extinción considerable sobre los materiales de Clase A. El agente, al calentarse, se descompone dando lugar a un residuo fundido que se adherirá a las superficies calientes. Sobre superficies de combustibles sólidos (Clase A), estás característica evita la presencia del oxígeno necesario para la propagación del fuego.

8.4.1.3.3.4 Polvos Químicos Secos Compatibles con Espuma. Cuando o donde se recurra o se proponga a un sistema de espuma junto con un polvo químico seco para la prevención de un riesgo, el fabricante debe ser consultado para asegurar la compatibilidad de los agentes.

8.4.1.3.4 Agentes Químicos líquidos. Una solución química incluye normalmente, aunque no está limitado, una base de carbonato de potasio, una base de acetato potásico, una solución basada en citrato de potasio, o una combinación de todos ellos; y mezclado con agua para formar una solución alcalina capaz de ser descargada a través del sistema de tuberías por medio de un gas a presión. El efecto de la solución sobre incendios de aceites de cocina normal y grasas actúa al combinarse con estos materiales para formar una espuma que flota sobre la superficie del líquido, como pueden ser las freidoras de aceite, previniendo de forma efectiva la re ignición de la grasa.

8.4.1.3.5 Espumas. Los sistemas de espuma producen una capa de espuma que se descarga sobre la superficie del combustible aislándola físicamente de las llamas, bloqueando la admisión de aire requerido para continuar el proceso de combustión, y enfriando el líquido. Los tipos de espuma se clasifican de acuerdo a su coeficiente de expansión estableciendo tres grandes categorías: baja expansión (sobre 20:1), media expansión (20:1 a 200:1), y alta expansión (200:1 a 1000:1). Los tipos de espuma disponibles incluyen las proteínicas, fluoroproteinicas, formadora de película acuosa, resistentes al alcohol, y espumas químicas.

8.4.2 Principales Componentes de los Sistemas.

8.4.2.1 Contenedores del Agente extintor. Los contenedores deberán estar diseñados y fabricados para almacenar el agente usado por el sistema. En algunas ocasiones, como los agentes gaseosos, el agente podrá ser almacenado a presión.

8.4.2.2 Sistemas de presurización. Para algunos sistemas, particularmente los sistemas de supresión de polvo químico seco se utiliza una fuente de presión asociada , generalmente un gas inerte como el dióxido de carbono o nitrógeno, para presurizar el sistema y descargar el agente extintor sobre el fuego.

8.4.2.3 Tuberías de Distribución. Las tuberías de distribución deberán ser diseñadas y construidas con material compatible con las características del agente extintor usado, el sistema de presurización, y el entorno que se pretende proteger.

8.4.2.4 Válvulas, Mangueras y accesorios. Todas las válvulas, mangueras, accesorios y el equipo asociado deben ser listados y marcados para el propósito para el que son usados.

8.4.2.5 Proporcionadores. En el caso de los sistemas de espumas, se utiliza una válvula dosificadora para mezclar el espumógeno con el agua en las proporciones especificadas. Normalmente los métodos de mezcla utilizan el efecto Venturi o presión para inyectar la cantidad apropiada de espumógeno en el sistema.

8.4.2.6 Boquillas de Distribución. Las boquillas de distribución y monitores pueden ser montados o transportables, y suelen estar diseñados para ser usados con sistemas específicos de cada fabricante.

8.4.2.7 Sistema de Actuación. Los sistemas gaseosos y de base química pueden ser activados de varias maneras. Algunos sistemas utilizan dispositivos de detección automática con sistemas de disparo eléctricos o mecánicos para poner en marcha el sistema. Estos sistemas pueden incluir sensores que son parte del sistema de detección y alarma. A menudo también existen dispositivos de actuación manual.

8.4.2.8 Supervisión y Control del Sistema. Los sistemas supervisan la circulación del agente extintor para alertar a las partes interesadas de que el sistema está funcionando. Las válvulas que controlan el suministro del agente extintor en el sistema, pueden ser controladas para permitir a las partes interesadas saber si el sistema está completamente en funcionamiento o si parte del sistema se encuentra fuera de servicio. Esta supervisión se realiza normalmente por medio de la conexión al sistema de detección de incendios. Algunos sistemas gaseosos de inundación total y algunas aplicaciones locales de sistemas gaseosos están conectados a un panel de control que, entre otras cosas, asegura que hay un tiempo de aviso previo a la descarga del agente extintor para evitar riesgos en la vida de las personas.

8.4.3 Parámetros de Funcionamiento e Instalación del Sistema.

8.4.3.1 Posición y Distancia entre las Boquillas. Las boquillas usadas para distribuir agentes extintores requieren de una instalación realizada de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante y los requisitos recogidos en los códigos y estándares aplicables. Los requisitos para la posición de las boquillas se basan en las características de las boquillas y en el riesgo que se quiera proteger. Cuanto mayor sea el riesgo, menor será la distancia de separación entre ellas.

8.4.3.2 Dimensionamiento y Disposición de las Tuberías. El diámetro y disposición de las tuberías se basa bien en las especificaciones para sistemas pre dimensionados o en los cálculos hidráulicos. En un sistema calculado hidráulicamente, el tamaño se basa en el caudal necesario y las pérdidas de carga en las tuberías de la red de distribución y las boquillas.

8.4.3.3 Cobertura y Distribución de Las Boquillas. Las boquillas tienen distinta cobertura y distribución, las cuales se basan principalmente en sus características y en la presión del sistema. Existe una gran variedad de boquillas para cubrir las distintas condiciones de cobertura y distribución tales como “inundación total” o las “aplicacion local” de los agentes extintores.

8.4.3.4 Mecanismos y Criterios de Activación. Los sistemas no basados en el uso de agua pueden ser activados a través de la ac-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

tuación de un sistema de detección de incendios independiente (p.e., detectores de humo) o un sistema de detección integrado en el sistema de supresión (p.e. sensores térmicos locales)

8.4.3.5 Supervisión y Control del Sistema. En los sistemas se supervisan la detección de incendio y la descarga del agente para alertar a las partes interesadas de que el sistema está funcionando. Las válvulas que controlan el abastecimiento del agente extintor en el sistema, pueden ser controladas para permitir a las partes interesadas saber si el sistema está completamente en funcionamiento o si parte del sistema se encuentra fuera de servicio. Esta supervisión se realiza normalmente por medio de la conexión al sistema de detección de incendios. En muchas ocasiones sólo existen alarmas eléctricas o mecánicas locales cuando se produce la descarga del agente.

8.4.4 Análisis.

8.4.4.1* Aunque los códigos aplicados en las diferentes jurisdicciones pueden variar de unas a otras, los códigos referidos a sistemas de supresión de fuego no basados en el agua de la mayoría de las jurisdicciones aparecen incorporados a la NFPA *National Fire Codes*. Los requisitos contenidos en estos códigos pueden ser adoptados tal y cómo se especifican, o pueden ser adoptados con modificaciones introducidas por los códigos de edificación como el Código Internacional de Edificación o por cualquier variante realizada en el lugar por la AHJ local. Siempre que se lleve a cabo un análisis de los códigos para sistemas de extinción no basados en agua, el investigador debería determinar lo siguiente antes de seguir con el análisis.

(1) ¿Qué código estaba vigente cuando el edificio recibió su certificado de uso?

(2) ¿Se han realizado enmiendas locales al código (ver las AHJ para más información?

(3) ¿Se realizaron variaciones al código durante el diseño del edificio basado en análisis prestacional o cualquier otra justificación? En caso afirmativo, deberían de estar presentes los informes de este análisis?

(4) ¿Qué códigos de mantenimiento se encontraban vigentes durante la vida útil del sistema de supresión?

(5) ¿Tiene la compañía de seguros requisitos adicionales para la supresión que tuvieran un impacto en el diseño del sistema?

8.4.4.2 Análisis del Diseño.

8.4.4.2.1 Conocer el diseño de los sistemas de supresión de incendios no basados en agua es útil para determinar el papel que ha desempeñado durante el incendio. Varios conceptos importantes de diseño relacionados con los sistemas de supresión de incendios no basados en el agua se destacan entre las Secciones 8.4.4.2.4 y 8.5.1.

8.4.4.2.2 Riesgos Protegidos. Los sistemas de supresión de incendios no basados en el agua se diseñan generalmente para proteger contra un nivel de riesgo específico. El grado de riesgo del que se protege puede extenderse desde un área localizada ("aplicación local") o al volumen de uno o varios compartimentos ("inundación total"). El nivel de riesgo determinará la cantidad total requerida de agente, la tasa de aplicación del agente, el intervalo de tiempo de distribución del agente, el tiempo de mantenimiento del agente, la tasa de aplicación del agente o la concentración del agente.

8.4.4.2.3 Colocación. La situación de las boquillas de descarga tendrá un gran impacto en su capacidad de descargar la cantidad de agente suficiente para penetrar hasta la base del fuego. NFPA´s *National Fire Codes* proporcionan estándares y directrices así como detalles y recomendaciones específicas para la colocación y emplazamiento de las boquillas de distribución. En la práctica, muchos de los problemas de disposición que pueden afectar negativamente en la efectividad de un sistema de supresión no basados en el agua surgen durante o después de la instalación.

8.4.4.2.4 Instalación. El análisis de los sistemas de supresión de fuego no basados en el agua deben ser dirigidos por un ingeniero y otro profesional del diseño que esté familiarizado con los requisitos de los códigos aplicables, así como con los cambios en el diseño que pudieron surgir durante la instalación.

8.4.4.2.5 Funcionamiento del Sistema. El funcionamiento del Sistema se analiza en gran manera de la misma forma que su instalación. Dividir el funcionamiento del sistema en subcategorías puede ser de ayuda a la hora de obtener una visión del análisis de un fuego o explosión en particular.

8.4.4.2.6 Pruebas y Mantenimiento. Las pruebas periódicas y el mantenimiento son importantes para el éxito del funcionamiento del sistema de supresión del fuego no basado en el agua. Los códigos de construcción locales incluyen requisitos para la realización de las pruebas y el mantenimiento y se debería hacer referencia a ellos durante el análisis del sistema. Los informes sobre pruebas y mantenimiento deberían ser conservados por la compañía que las ha realizado; los datos pertinentes a estas inspecciones deberían estar en las etiquetas situadas cerca de las válvulas de control del sistema

8.4.4.2.7 Origen y Causa. Existe un número muy útil de datos relevantes para contrastar las hipótesis relativas al origen y causa de un incendio, que puede obtenerse a través del análisis de la activación o no activación del sistema de supresión del fuego no basado en el agua.

8.4.4.2.8 Líneas de Tiempo. Muchos sistemas de supresión del fuego no basados en agua pueden activarse por medio de un sistema de detección. Este sistema puede suministrar datos sobre el momento de la alarma a un servicio de supervisión central, o al menos al disco duro de la central de alarma local. Como mínimo, un sistema de supresión del fuego no basado en el agua podría dar la alarma en el momento en que el agente empieza a fluir. Otra información sobre líneas de tiempo puede estar disponible, por ejemplo, cuando se abrieron y cerraron las válvulas (finales de carrera) y otras señales de supervisión/avería del sistema Se debe hacer un esfuerzo por sincronizar cualquier dato de tiempos de la alarma del sistema con cualquier otro dato temporal, en el mismo esquema de tiempos.

8.4.4.2.9* Estimación del Tamaño del Incendio. Existen métodos disponibles para realizar estimaciones del tamaño del incendio en el momento de activación del sistema

8.4.4.2.10 Impacto del Comportamiento Humano. La presencia de un sistema de supresión automático de incendios, en caso de ser conocida, puede afectar el comportamiento. El efecto puede

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ser positivo o negativo. Un efecto positivo es que el incremento del margen de seguridad suministra a los ocupantes del edificio involucrado más tiempo para responder adecuadamente a los riesgos presentes en el incidente. Un ejemplo de efecto negativo es la posible disminución de la visibilidad causada por la descarga del agente extintor, que puede dificultar la salida. Además, los efectos tóxicos de los agentes sobre las personas puede ser un problema asociado a la exposición de los ocupantes a los agentes de supresión no basados en el agua.

8.4.4.2.11* Modelado del Incendio. Existe una gran variedad de modelos informáticos disponibles que pueden usarse para calcular el tiempo de activación de un sistema de supresión y en algunos casos su impacto potencial sobre el desarrollo del fuego. Independientemente del modelo utilizado, se deberían utilizar criterios de ingeniería para establecer que tipo de modelo debería usarse para una aplicación dada.

8.5 Documentación de los Sistemas de Protección Contra Incendios.

8.5.1 Documentación del Diseño. El investigador debería obtener la documentación de diseño relacionada con un sistema de protección contra incendios en particular o un componente de interés. El número de documentos de diseño y la localización de dichos documentos puede variar dependiendo del tipo de sistema o componente. Los documentos de diseño suelen ser modificados desde el momento en que el proyecto es concebido hasta que es construido. Se debe obtener el mayor número posible versiones de los documentos. Los documentos de diseño pueden estar en posesión del diseñador, el fabricante, la agencia certificadora, la empresa instaladora, el propietario del edificio, los ocupantes, o la AHJ.

8.5.2 Historial de Permisos. Si el diseño o instalación del sistema o componente requiere un permiso del AHJ, el permiso original en posesión de la AHJ debe ser examinada por el investigador, y copiado en caso de ser necesario. El expediente del permiso puede contener bocetos del diseño, modificaciones solicitadas por el AHJ, notificaciones de deficiencias y e informes de inspección. En caso de no haberse obtenido un permiso demandado por el AHJ, esto deberá ser anotado.

8.5.3 Facturas y Contratos. Se deberán obtener los borradores de contratos, contratos finales, revisiones de contratos, y las facturas por servicios y materiales. Estos documentos pueden estar en posesión de las partes del contrato, el vendedor del producto, el prestador del servicio, o el instalador.

8.5.4 Documentación de la Instalación. Para finalizar un Proyecto, los planos "as built" pueden ser entregados al propietario del edificio. Dependiendo del sistema, el suministro de las planos "as built" puede ser un requisito del estándar, código, o la AHJ. Es importante comparar los planos "as built" con los planos de la instalación real ya que pueden no coincidir. Las discrepancias entre los planos "as built" y los planos de la instalación real, deben ser anotadas.

8.5.5 Documentos de Inspección y Mantenimiento. Algunos sistemas de protección contra incendio requieren de inspecciones y un mantenimiento periódicos. Los códigos, estándares y la AHJ, pueden requerir la realización y documentación de inspecciones y de un mantenimiento periódico de los sistemas. Los documentos de inspecciones y mantenimiento pueden encontrarse en posesión del propietario del edificio, la entidad responsable del mismo, a entidad que proporcionó el servicio o realizó la inspección del sistema o la AHJ.

8.5.6 Documentación del Producto. Se deberá obtener la información del producto generado por el fabricante del sistema o componente. La documentación puede estar en posesión del propietario del sistema, el distribuidor del producto, el vendedor, o directamente puede ser proporcionada por el fabricante. La documentación de los productos suele estar disponible en la página web del fabricante. La documentación del producto puede haber cambiado desde que el producto fue comprado o instalado hasta el momento en que se realiza la investigación. Aunque la información original se encuentre disponible, el investigador deberá obtener la documentación actual del producto para determinar si el fabricante ha realizado cambios significativos en el producto. Dichos cambios pueden incluir modificaciones de diseño que puedan afectar a la investigación, o advertencias que no aparecían en la documentación original. Algunos productos, para cumplir con los requisitos de la AHJ, deben ser listados por una agencia de certificación como Underwriters Laboratories (UL). Las agencias de certificación mantendrán expedientes de las pruebas realizadas sobre el producto y de la inspección de las instalaciones de producción.

8.5.7 Historial de Alarma o Activación. Los sistemas de alarma pueden ser supervisados, enviando información (además de la información de activación de la alarma), a una estación central de supervisión. La empresa de supervisión de la alarma debe ser alertada lo antes posible para preservar todos los datos recogidos en su sistema. Algunos paneles de alarma mantienen la información, que no es transmitida a la estación central. Los datos contenidos en el panel pueden perderse si se produce un corte de energía eléctrica en el panel. El sistema de alarma puede contar con baterías de reserva, pero cuando la batería pierda su carga, los datos se perderán. Se deberá considerar la ayuda de un experto en alarmas cualificado, antes de que se produzca la pérdida de datos o se manipule o retire el panel.

8.6 Problemas de Expoliación. Se deberá tener mucho cuidado a la hora de conservar todos los documentos puestos en manos del investigador, particularmente los documentos que sean originales. Aunque sólo se tenga acceso a la copia de un documento, este puede convertirse en la mejor prueba de dicho documento, compartiendo el mismo peso probatorio que el original. Los planos pueden ser de gran tamaño y aparecer doblados para caber en maletines, carpetas o archivadores. Se deberá tener cuidado a la hora de conservar los documentos en papel, utilizando el mínimo de carpetas, las cuales deben ser almacenadas en contenedores apropiados en un entorno seguro. Los documentos entregados al investigador deberán ser inventariados, se entregará un recibo a quien los haya entregado, y en caso de ser necesario, se establecerá una cadena de custodia para el documento. Los paneles de alarma no deben ser manipulados por personas sin cualificación, ya que la pérdida de datos en dichos paneles puede ser irreparable. La pérdida o alteración de un elemento puede tener consecuencias importantes en la investigación y en cualquier litigio que pueda sobrevenir.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Capítulo 9 Electricidad e Incendio

9.1* Introducción. Este capítulo se dedica al análisis de los equipos y sistemas eléctricos. Se orienta fundamentalmente en aquellos edificios con sistemas eléctricos monofásicos, de 120/240-volt. Estos voltajes son característicos en edificios de uso residencial y comercial. Este capítulo trata también los principios básicos de la física relacionados con la electricidad y el fuego.

9.1.1 Antes de comenzar un análisis de los equipos eléctricos específicos, se parte de la base de que la persona responsable de determinar la causa del fuego ya tendrá definida el área o punto de origen. Los equipos eléctricos como fuente de ignición se deben estudiar en pie de igualdad con otras fuentes, y no como la primera o la última. La presencia de equipos o cables eléctricos en el lugar de un incendio o cerca de él no indica necesariamente que el fuego se produjo por causa eléctrica; a menudo, el fuego puede destruir el aislamiento o producir cambios en el aspecto de los cables o equipos, que pueden inducir a hipótesis falsas si no se evalúan con todo cuidado.

9.1.2 Los cables y equipos eléctricos bien utilizados y protegidos por fusibles o disyuntores debidamente dimensionados y que funcionen bien, normalmente no presentan riesgo de incendio. Sin embargo, pueden ser una fuente de ignición si cerca de ellos existen materiales fácilmente combustibles cuando se instalan o utilizan de modo inadecuado. Si algún aspecto en el cableado eléctrico no está conforme a la NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional (National Electrical Code®)*, éste podría o no estar relacionado con la causa de un incendio.

9.2 Electricidad Básica.

9.2.1 Generalidades. El objeto de esta sección es presentar los conceptos y terminología básicos de la electricidad de manera breve y sencilla, para contribuir a su mejor comprensión.

9.2.2 Comparación entre Electricidad e Hidráulica. El agua que pasa por una tubería tiene cierta semejanza con la corriente eléctrica que pasa por un sistema. Por eso podemos comparar en un sentido limitado un sistema hidráulico con uno eléctrico, para comprenderlo mejor.

9.2.2.1 Elementos de los Sistemas Hidráulicos y Eléctricos. La tabla 9.2.2.1(a) compara algunos elementos de un sistema hidráulico con los correspondientes de uno eléctrico. La Tabla 9.2.2.1 (b) compara determinadas unidades y cantidades hidráulicas con las análogas eléctricas.

Tabla 9.2.2.1(a) Comparación entre los elementos de un sistema hidráulico y uno eléctrico.

Elementos del Sistema Hidráulico	Elementos del Sistema Eléctrico
Bomba de presión constante	Generador DC, por ejemplo una batería
Tubería	Cable
Turbina de agua	Motor DC
Manómetro	Voltímetro DC
Caudalímetro	Amperímetro DC
Válvula de corte	Interruptor

Tabla 9.2.2.1 (b) Unidades y Cantidades Hidráulicas con las Análogas Eléctricas.

Cantidades Hidráulicas	Unidades Hidráulicas	Cantidades Eléctricas	Unidades Eléctricas
Presión	Libras por pulgada al cuadrado (psi)	Potencial (voltaje)	Voltios
Diferencia de presión	Libras por pulgada al cuadrado (psi)	Diferencia de Potencial (voltaje)	Voltios
Pérdida de Presión	Libras por pulgada al cuadrado (psi)	Caída de Voltaje	Voltios
Caudal	Galones por minuto (gpm)	Corriente = flujo de carga	Amperios = culombios por segundo
Fricción/ resistencia al flujo	Libras por pulgada al cuadrado (psi)	Resistencia	Ohmios
Diámetro de tubería (interior)	Pulgadas	Diámetro de cableado eléctrico	AWG
Agua	Galones	Carga	Culombios

Nota: Conversión al SI, 1 psi = 6.89 kPa.

9.2.2.2 Comparación entre Presión Hidráulica y Voltaje.

9.2.2.2.1 En un sistema hidráulico se utiliza una bomba para crear una diferencia de presión necesaria para que el agua discurra por las tuberías. Los medidores de presión se conectan en un punto del sistema hidráulico. Esto puede llevar al error de que la presión no es un fenómeno diferencial. En realidad, todas las presiones son diferenciales. Los manómetros registran la diferencia de presión entre el punto de medida y la presión atmosférica. Es importante saber que es la diferencia de presión entre un extremo de la tubería (o componente) y el otro, lo que fuerza al líquido a circular. Esta diferencia puede determinarse con las lecturas de dos manómetros o utilizando un medidor diferencia equipado con dos sensores de presión. La presión hidráulica suele medirse en kilopascales (kPa) o libras por pulgada al cuadrado (psi).

9.2.2.2.2 En un sistema eléctrico, la batería o el generador de corriente alterna (dc) crean una diferencia de potencial o voltaje que provoca que la corriente circule por un cable o por componentes eléctricos. Los voltímetros registran la diferencia de potencial entre dos puntos. Todos los voltajes son diferenciales. La unidad de medida de diferencia de potencial o voltaje es, normalmente, el voltio.

9.2.2.3 Comparación entre Flujo de Agua y Corriente. En un sistema hidráulico, lo que fluye es el agua. En un sistema eléctrico son los electrones, y ese flujo se llama corriente eléctrica. La cantidad de agua que pasa por el sistema se expresa en litros por minuto (l/min) y se puede medir con un caudalímetro. La cantidad de corriente eléctrica que pasa se expresa en amperios (A) y se puede medir con un amperímetro. La corriente eléctrica puede ser continua (c.c.), como la que proporciona una batería, o alterna (c.a.), como la que suministra la compañía eléctrica.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

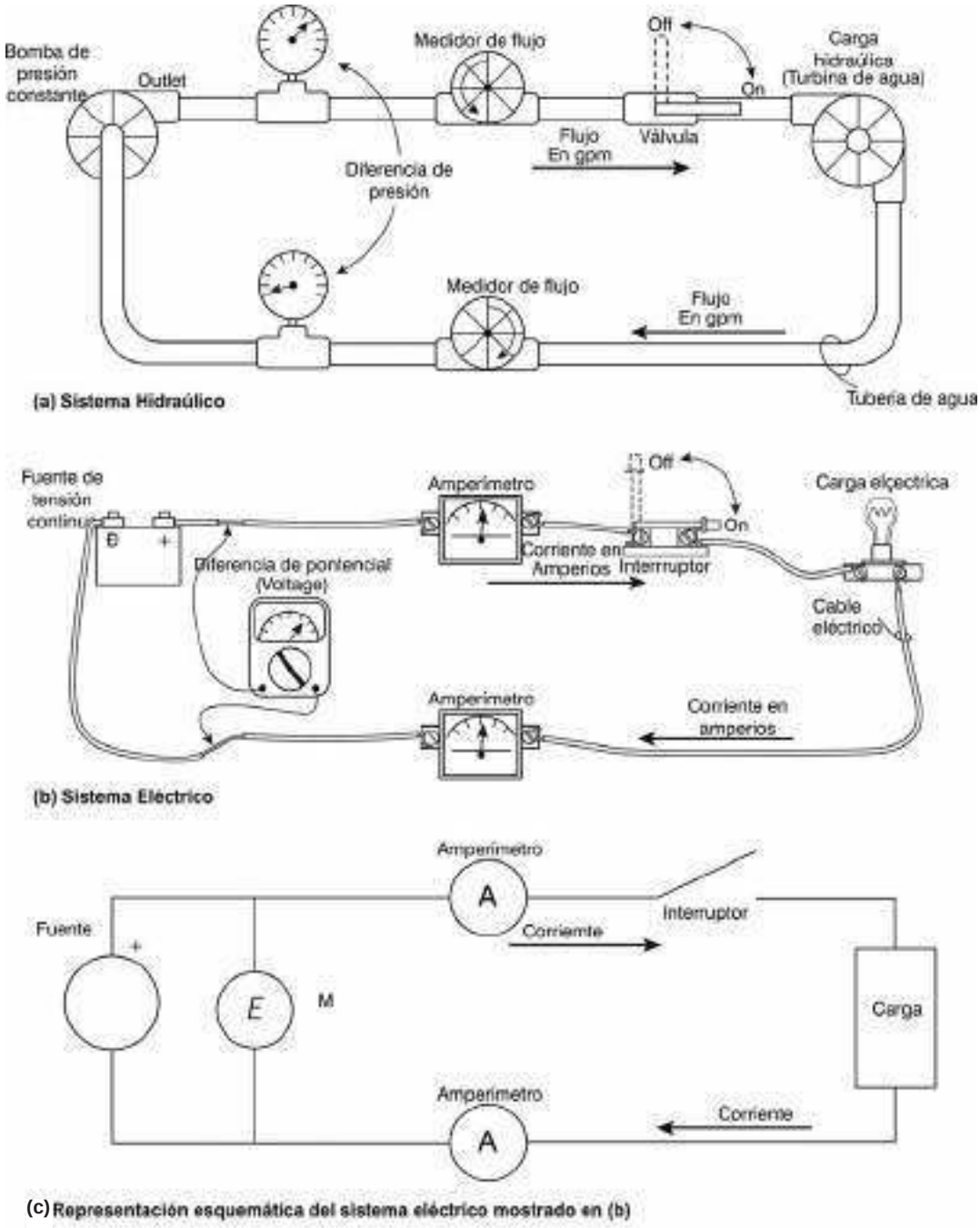


FIGURA 9.2.2.6 Circuito Hidráulico, Circuito Análogo Eléctrico, y Esquema del Mismo Circuito Eléctrico.

9.2.2.4 Corriente Directa y Corriente Alterna. La corriente continua pasa sólo en una dirección, como el agua que circula por un sistema. La corriente alterna «sube y baja» a una determinada frecuencia. En Estados Unidos se utiliza una frecuencia de 60 hertzios (Hz) o sea, 60 ciclos por segundo. En la mayoría de las aplicaciones de las que hablaremos en este texto, podemos imaginar los circuitos de c.a. como si fueran circuitos de c.c. Una clara excepción son los transformadores y muchos motores eléctricos, que no funcionan con corriente continua. Además, los circuitos trifásicos y monofásicos que no son principalmente resistivos, no pueden analizarse del mismo modo que los circuitos de corriente continua o circuitos monofásicos normales de corriente alterna.

9.2.2.5 Comparación entre Tuberías de Agua y Conductores. Las tuberías son el medio por el que se transmite el agua. En un sistema eléctrico, ese medio lo constituyen los conductores, sobre todo los cables.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

9.2.2.6 Comparación entre Sistemas Hidráulicos Cerrados y Circuitos Eléctricos. En un sistema hidráulico cerrado (diferente al sistema contra incendios, en el que el agua se pierde por un extremo), el agua circula en bucle, volviendo a la bomba desde donde es enviada otra vez al circuito. Si una válvula se cierra, se para la circulación del agua en todo el sistema. Cuando la válvula se abre, se reanuda la circulación. Un sistema eléctrico es también un circuito cerrado, porque la corriente debe circular en bucle completando el circuito. Si se enciende el interruptor, se cierra el circuito y la corriente pasa. Si se apaga el interruptor, el circuito se abre y la corriente se interrumpe en todo él. Ver Figura 9.2.2.6.

9.2.2.7 Comparación entre Pérdidas por Fricción Hidráulica y Resistencia Eléctrica.

9.2.2.7.1 Las pérdidas por rozamiento en las tuberías producen caídas de presión. El rozamiento eléctrico en los cables y otros elementos del circuito, es decir la resistencia, produce también caídas de la presión eléctrica o «caídas de tensión». Para expresar la resistencia como caída de tensión, se aplica la Ley de Ohm *(véase 9.2.5)*.

9.2.2.7.2 Cuando pasa electricidad por un material conductor como un cable, una tubería o un trozo de metal, se genera calor. La cantidad de calor depende de la resistencia del material por el que pasa la corriente y de la cantidad de comente. Algunos equipos eléctricos, como las estufas están proyectadas para que una resistencia adecuada convierta la electricidad en calor.

9.2.2.8 Comparación entre Tamaño de Tubería y de Cable. El caudal de agua en una tubería, a una presión dada, depende del tamaño de dicha tubería. A una presión determinada, una tubería más grande permitirá que pasen más litros de agua por minuto que una pequeña. Del mismo modo, un cable de mayor sección permitirá que circule más corriente que por uno más reducido. En Estados Unidos, la sección de los cables viene dada en número AWG (American Wire Gauge). Cuanto mayor sea el número AWG, menor es el diámetro del cable. Por ejemplo, los cables telefónicos y de otros circuitos de señales, por los que pasa poca corriente, son de número AWG 22. En los circuitos de las viviendas se usan cables de más sección, como los AWG 14, 12 y 10. Cuanto mayor sea el diámetro de un cable (y por tanto, su sección), menor es el número AWG y menor es su resistencia. Esto implica que un cable de cobre AWG 12 permite pasar más corriente que otro de número AWG 14 (*Ver Figura 9.2.2.8*.)

9.2.3 Capacidad. La capacidad de un conductor es la corriente que puede circular por él con seguridad, es decir, sin un calentamiento excesivo del aislante. Esto depende de la temperatura ambiente a la que está trabajando el conductor, así como otros factores, tales como si el conductor está en un conducto portacables con otros conductores de corrientes similares, solo, o al aire libre, y otros. Por ejemplo en la Tabla 3.10.16 del NFPA 70, *National Electrical Code®*, se indica que la capacidad de un cable de cobre n.° AWG 8 con aislante TW (termoplástico resistente a la humedad) es de 40 amperios. Esta clasificación se basa en una temperatura ambiente de 30ºC (86ºF) y en que se hayan instalado en un conducto o portacables al aire libre con no más de tres conductores. Cualquier cambio – como más conductores en un portacables, mayor temperatura ambiente, o aislamiento alrededor del conductor – que reduzcan la pérdida de calor al ambiente, hará decrecer la capacidad. Este mismo tamaño de conductor se clasifica a 50 amperios con aislamiento THWN (termoplástico resistente a la humedad y el calor); el aislamiento THWN tiene un rango de temperatura de 75ºC (167ºF), a diferencia del aislamiento TW, 60ºC (140ºF). El rango de temperatura del aislamiento es la temperatura máxima que puede soportar el conductor durante un largo período de tiempo sin sufrir elevada degradación, en cualquier punto de su longitud.

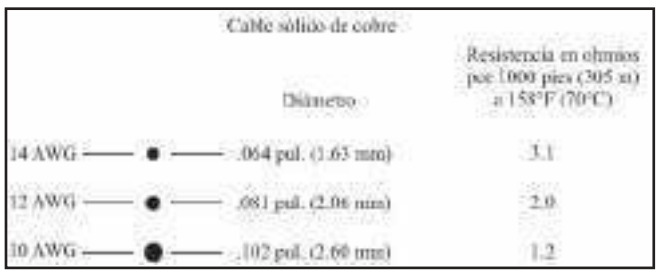


FIGURA 9.2.2.8 Cables. Tamaños AWG (American Wire Gauge), diámetros de la sección y resistencia de los cables más corrientemente utilizados en los edificios.

9.2.3.1 Los valores de capacidad de un conductor dependen del calentamiento del conductor causado por la corriente eléctrica, la temperatura ambiente en la que opera el conductor, el rango de temperatura de aislamiento, y la cantidad de calor disipado del conductor hacia sus alrededores. La corriente que pasa a través de un conductor de aluminio genera más calor que la misma corriente pasando a través de conductores de cobre del mismo diámetro, ya que la capacidad del conductor de aluminio es menor que para un conductor de cobre del mismo tamaño. Además, la capacidad de un conductor se reduce cuando se opera a elevada temperatura o cuando se recubre con un material que proporcione aislamiento térmico. A la inversa, la capacidad real de un conductor individual al aire o en un conducto será mayor que el dado en las tablas. La capacidad real utilizado puede ser una consideración importante en la evaluación de la causa del fallo eléctrico.

9.2.3.2 Se incluye un factor de seguridad en los valores de capacidad. Con la simple demostración de que se haya superado la capacidad, no queda demostrado que un incendio tenga una fuente eléctrica de ignición.

9.2.4 Conductividad de Conductores. Algunos materiales de los que están hechos los cables conducen mejor la corriente, es decir, con menor resistencia, que otros. La plata es mejor conductora que el cobre, el cobre mejor que el aluminio, el aluminio mejor que el acero, etc. Esto significa que un cable de cobre nº AWG 12 ofrece menos resistencia que uno de aluminio nº AWG 12. Con un mismo tamaño AWG e igual corriente, se generará menos calor en un conductor de cobre que en uno de aluminio.

9.2.5 Ley de Ohm. El siguiente tratamiento sólo puede aplicarse con precisión a los circuitos de corriente continua (corriente directa). Para el análisis de circuitos de corriente alterna (ac) se emplean ecuaciones similares pero más complejas. La ley de Ohm establece que el voltaje de un circuito (*Ver Figura 9.2.5*) es igual a la intensidad de la corriente multiplicada por la resistencia:

$$E = I \times R$$

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Donde:
E = voltaje
I = intensidad
R = resistencia

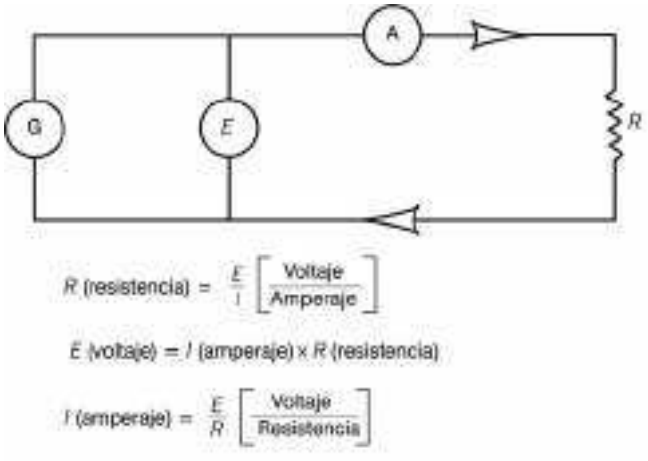


FIGURA 9.2.5 Ley de Ohm en un Circuito Simple.

9.2.5.1 El voltaje (E) se mide en voltios, la intensidad (I) en amperios y la resistencia (R) en ohmios.

9.2.5.2 Mediante esta sencilla ley, si se conocen la intensidad o el amperaje y la resistencia, se puede calcular el voltaje. Reordenando los términos, si sabemos el voltaje y la resistencia podemos calcular la intensidad:

$$\text{corriente} = \frac{\text{voltaje}}{\text{resistencia}} \quad \text{ó amperios} = \frac{\text{voltios}}{\text{omhnios}}$$

9.2.5.3 Igualmente, conocidos la corriente y el voltaje, se puede calcular la resistencia:

$$\text{resistencia} = \frac{\text{voltaje}}{\text{corriente}} \quad \text{ó omhnios} = \frac{\text{voltios}}{\text{amperios}}$$

9.2.5.4 Para determinar la resistencia se puede usar un voltímetro y un amperímetro. Un óhmetro (una opción de medida de un multímetro) puede usarse para determinar la resistencia si se minimiza la resistencia de contacto. Si se puede medir la resistencia y el voltaje, se podrá calcular el amperaje.

9.2.6 Energía Eléctrica. Cuando los electrones se mueven (corriente eléctrica) a través de una resistencia, consumen energía eléctrica. Esa energía puede aparecer en distintas formas, como la luz de una bombilla o el calor de un conductor.

9.2.6.1 La velocidad a la cual se utiliza la energía se denomina potencia. La cantidad de potencia se expresa en vatios (W). Una bombilla de 100 W produce más luz y calor que una de 60 W. (*Ver Figura 9.2.6.1.*)

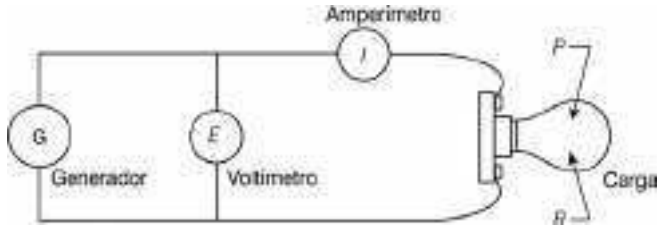


FIGURA 9.2.6.1 La potencia en vatios (*P*) consumida por una bombilla, es el producto del cuadrado de la intensidad (*I*) por la resistencia (*R*) de la bombilla.

9.2.6.2 La energía puede expresarse de muchos modos diferentes. Para equipos eléctricos, la energía suele medirse en vatios por segundo o en vatios por hora. Un vatio por segundo es igual a 1 julio, y un vatio por hora es igual a 3600 julios (3.413 unidades térmicas británicas).

9.2.7 Rueda de la Ley de Ohm. La potencia en los sistemas eléctricos *(P)* se mide en vatios. Las resistencias de aparatos como secadores de pelo o bombillas se miden en vatios. La energía se calcula usando la Rueda de la Ley de Ohm tal y como se muestra en la Figura 9.2.7. La relación entre energía, intensidad, voltaje y resistencia es muy importante para el investigador, dada la necesidad de conocer en amperaje que circuló en cada caso. En la Figura 9.2.7 se puede ver un resumen de las relaciones entre estos consultar el resumen de esta relación. Si, por ejemplo, se encuentran varios aparatos conectados por el mismo alargador o varios accesorios conectados al mismo circuito, el investigador podrá calcular el consumo de corriente para determinar si se sobrepasó la capacidad del conductor. En caso de que la se excediese la capacidad, podría ser beneficioso para el investigador recurrir a la ayuda de un experto en electricidad, para determinar si esta situación fue un factor que influyó en la secuencia de ignición.

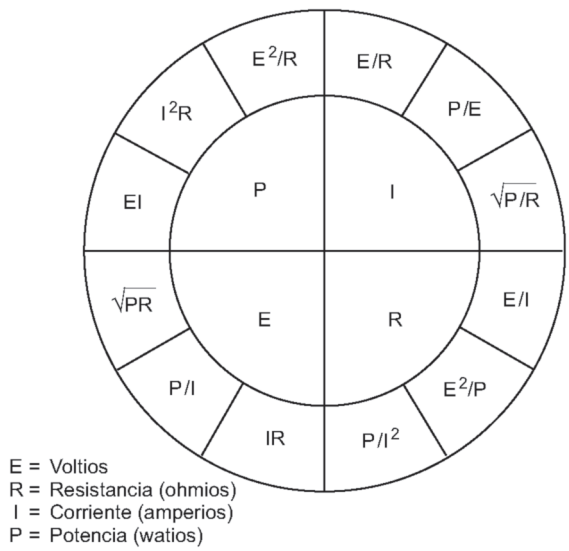


FIGURE 9.2.7 Rueda de Ohm para Circuitos con Resistencia.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

9.2.7.1 Los cálculos del siguiente ejemplo aportan únicamente resultados aproximados, puesto que se han simplificado para evitar la complejidad que requieren los circuitos de corriente alterna (ac). Por ejemplo, un secador de pelo diseñado para funcionar a 120 voltios tiene una potencia de 1500 vatios:

$$\text{corriente } (I) = \frac{\text{potencia } (P)}{\text{voltaje } (E)} = \frac{1500 \text{ vatios}}{120 \text{ voltios}} = 12.5 \text{ amperios}$$

$$\text{resistencia } (R) = \frac{\text{voltaje}^2 \ (E^2)}{\text{potencia } (P)} = \frac{120^2 \text{ voltios}}{1500 \text{ vatios}} = 9.6 \text{ omhnios}$$

9.2.7.2 Para comprobar los resultados, hacer los siguientes cálculos:

$$\text{voltios } (E) = I \times R = 12.5 \times 9.6 = 120 \text{ V}$$

$$\text{vatios } (I)^2 \times R = (12.5)^2 \times 9.6 = 1500 \text{ W}$$

9.2.8 Aplicación de la Ley de Ohm. El siguiente ejemplo mostrará cómo encontrar el amperaje total, asumiendo que la protección del circuito y el calentador están enchufados y transportando corriente. Un calentador eléctrico portátil y cazo eléctrico están enchufados a una alargadera n° AWG 18. El calentador es de 1.500 W y el cazo de 900 W. De las anteriores ecuaciones hemos visto que la intensidad es igual a la potencia dividida por el voltaje.

$$\text{amperios } (I) = \frac{\text{vatios } (P)}{\text{voltaje } (E)} \text{ ó } \frac{1500}{120}$$

$$= 12.5 \text{ para el calentador}$$

$$\text{amperios } (I) = \frac{\text{vatios } (P)}{\text{voltaje } (E)} \text{ ó } \frac{900}{120}$$

$$= 7.5 \text{ para el cazo}$$

9.2.8.1 El amperaje total de un circuito es la suma de los amperajes de todos los aparatos enchufados al mismo. El amperaje total de un circuito con tres enchufes es el amperaje total de todos los aparatos enchufados a ellos. Del mismo modo, el amperaje total de una alargadera es la suma del amperaje de todos los aparatos enchufados a la misma.

9.2.8.2 En este ejemplo (véase figura 9.2.8.2), los amperajes calculados son de 12,5 A y 7,5 A, de modo que el amperaje total de la alargadera cuando funcionaban los dos aparatos es de 12,5 + 7,5 = 20,0 amperios. Las tablas de amperaje permitido [de NFPA 70, *National Electrical Code*®, Tabla 400-5(a)], dan que la corriente máxima de una alargadera nº 18 AWG debería ser de 10 amperios. Por tanto, por la alargadera pasaba más corriente de la recomendada. La cuestión es determinar si esa sobrecorriente causó una sobrecarga, es decir, si duró lo suficiente para causar una sobrecarga que diera lugar a un calentamiento peligroso. En una situación como la de la figura 9.2.8.2, donde parece que existió sobrecarga, es necesario demostrar que esas condiciones crearán un aumento de temperatura suficiente para causar la ignición. Una sobrecarga no es una prueba absoluta de causa de incendio. Si se hubiera producido la sobrecarga, ese cordón se podría considerar como la fuente de calor, sobre todo si estaba encerrado u oculto, por ejemplo bajo una alfombra o entre un colchón y un somier, lo que habría impedido la disipación de calor.

9.2.8.1 El amperaje total de un circuito es la suma de los amperajes de todos los aparatos enchufados al mismo. El amperaje total de un circuito con tres enchufes es el amperaje total de todos los aparatos enchufados a ellos. Del mismo modo, el amperaje total de una alargadera es la suma del amperaje de todos los aparatos enchufados a la misma.

9.2.8.2 En este ejemplo (véase figura 9.2.8.2), los amperajes calculados son de 12,5 A y 7,5 A, de modo que el amperaje total de la alargadera cuando funcionaban los dos aparatos es de 12,5 + 7,5 = 20,0 amperios. Las tablas de amperaje permitido [de NFPA 70, *National Electrical Code*®, Tabla 400-5(a)], dan que la corriente máxima de una alargadera nº 18 AWG debería ser de 10 amperios. Por tanto, por la alargadera pasaba más corriente de la recomendada. La cuestión es determinar si esa sobrecorriente causó una sobrecarga, es decir, si duró lo suficiente para causar una sobrecarga que diera lugar a un calentamiento peligroso. En una situación como la de la figura 9.2.8.2, donde parece que existió sobrecarga, es necesario demostrar que esas condiciones crearán un aumento de temperatura suficiente para causar la ignición. Una sobrecarga no es una prueba absoluta de causa de incendio. Si se hubiera producido la sobrecarga, ese cordón se podría considerar como la fuente de calor, sobre todo si estaba encerrado u oculto, por ejemplo bajo una alfombra o entre un colchón y un somier, lo que habría impedido la disipación de calor.

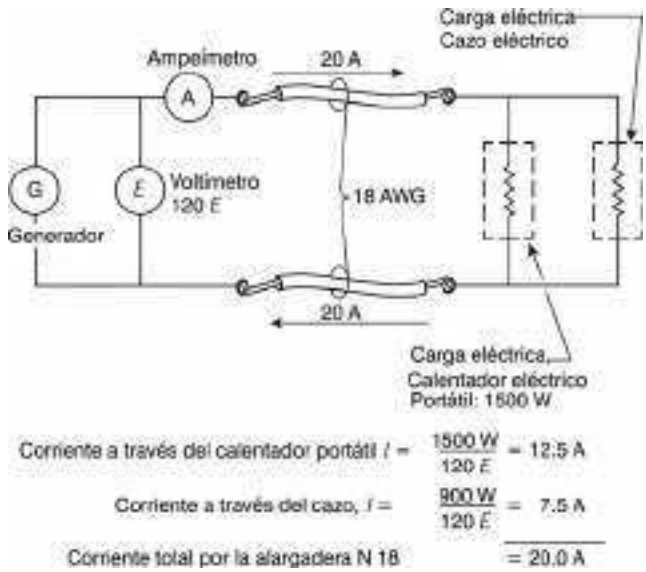


FIGURA 9.2.8.2 Cálculo de la Corriente Total.

9.2.8.3 Una situación parecida se produce cuando existe un cortocircuito entre dos conductores. Por definición, un cortocircuito es una conexión de resistencia relativamente baja. Como hemos

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

visto en la Ley de Ohm, cuando disminuye la resistencia aumenta la corriente. Aunque un cortocircuito no produce grandes sobrecorrientes, los dispositivos de protección del circuito evitan normalmente que esa corriente pase durante un tiempo suficiente para producir el recalentamiento.

9.3 Instalaciones Eléctricas en los Edificios.

9.3.1* Generalidades. Esta sección da una descripción del servicio eléctrico en su entrada y recorrido a través de un edificio. Se pretende ayudar al investigador en el reconocimiento de los diferentes dispositivos y conocimiento general de cuáles son sus funciones. Nos centraremos en la instalación eléctrica monofásica de 120/240 V, con información limitada sobre servicios trifásicos y de alta tensión. Esta sección no proporciona información detallada de las normas, la cual debería obtenerse de los documentos apropiados.

9.3.2 Servicio eléctrico.

9.3.2.1 Instalaciones monofásicas. La mayoría de edificios residenciales y pequeños locales comerciales se alimentan desde un transformador, que es un dispositivo que hace bajar o subir el voltaje al nivel que se requiera. La alimentación se realiza mediante tres conductores, con una acometida aérea desde un poste o enterrada. Los dos conductores aislados, conocidos como acometida, transportan corriente alterna (que cambia de fase 120 veces segundo en instalaciones de 60 Hz), de tal manera que la corriente circula de un lado a otro en el mismo instante , pero en direcciones opuestas (desfase de 180º) Esta corriente alterna se llama "monofásica." El tercer conductor está conectado a tierra y sirve de neutro, y puede no estar aislado. El voltaje entre el conductor con tensión y el neutro es 120 V, como se muestra en la Figura 9.3.2.1(a). El voltaje entre los dos conductores con tensión es 240 V. La entrada de los conductores se realiza por medio de cables trenzados de gran sección, encargados de transportar grandes intensidades de manera segura. Como ilustra la Figura 9.3.2.1(b), dichos cables pueden colgar separados, o los dos conductores con tensión pueden estar cubiertos y situados alrededor del neutro, lo que se conoce como acometida "triplex."

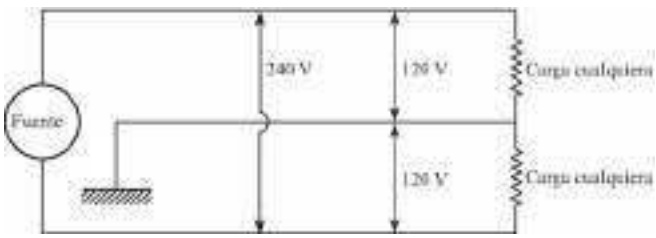


FIGURA 9.3.2.1(a) Relación de Voltajes en Servicio de 120/240 V.

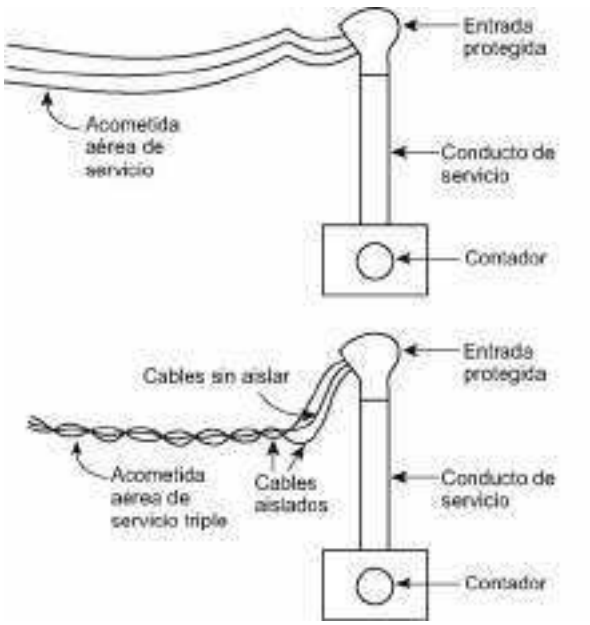


FIGURA 9.3.2.1(b) Servicio aéreo.

9.3.2.1.1 Si los cables provienen de un transformador localizado en un poste, se denomina "acometida de servicio". Si vienen desde un transformador en o bajo el suelo, estarán enterrados y se llamará "servicio lateral". (*Ver Figura 9.3.2.1.1.*)

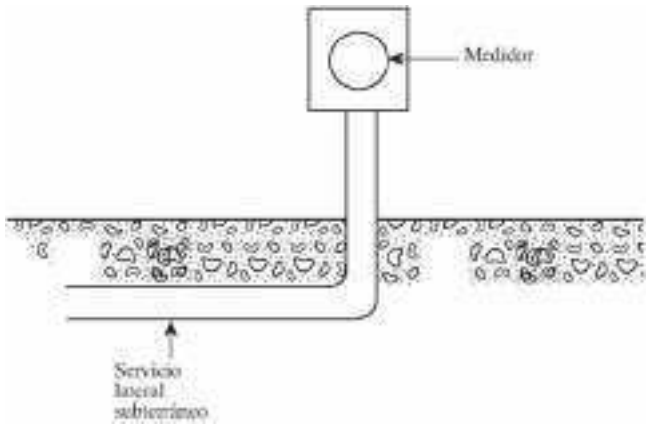


FIGURA 9.3.2.1.1 Servicio subterráneo.

9.3.2.1.2 Los términos *activo, neutro, y tierra,* se utilizarán normalmente en este documento para conductores instalados. Los términos adecuados para ellos son *no conectados a tierra, conectados a tierra, y toma a tierra,* respectivamente.

9.3.2.2 Servicio Trifásico. Los edificios industriales y grandes centros comerciales, grandes residencias de varias familias, y otros edificios de gran tamaño, normalmente tienen suministro eléctrico trifásico. El servicio trifásico consiste en tres corrientes alternantes que van y vienen en diferentes instantes (fuera de fase una con otra). Habrá tres conductores de corriente y normalmente un cuarto, que es el neutro y con potencial de tierra. El voltaje entre los conductores de corriente es, normalmente, de 480, 240 ó 208 voltios. El voltaje entre los conductores y la tierra depende del sistema de cableado y puede ser de 277, 208 ó 120 voltios. El sistema de cuatro conductores 480/277 voltios es un servicio normal para edificios industriales y grandes centros comerciales. En estos edificios, los sistemas de iluminación modernos operan normalmente a 277 voltios. En edificios muy grandes, puede haber más de un

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

servicio eléctrico de entrada. En muchos edificios industriales, el servicio de entrada de voltaje puede ser muy alto (por ejemplo, 4000 V). Después, los transformadores dentro del edificio reducen el voltaje para su utilización, incluyendo 120 V para luces y enchufes.

9.3.3 Cajetín y contador. Los cables de la acometida de servicio entran en una entrada protegida contra las condiciones climáticas, diseñada para evitar que entre agua en el sistema, y luego baja por un conducto de servicio hasta un contador. Se tiene un medidor de vatios por hora en el contador del cajetín y conecta los cables de servicio de modo que la electricidad pueda circular en toda la estructura. En las estructuras más modernas, el contador se coloca normalmente en el exterior. Desde el cajetín del contador, los cables van a los equipos de servicio en la estructura, como se muestra en la figura 9.3.3. En instalaciones mayores, los cables de entrada pueden conectarse directamente al equipamiento de servicio sin pasar por el contador. En tal caso, el contador se controla desde los transformadores de corriente que rodean cada entrada de cable y perciben el caudal de corriente.

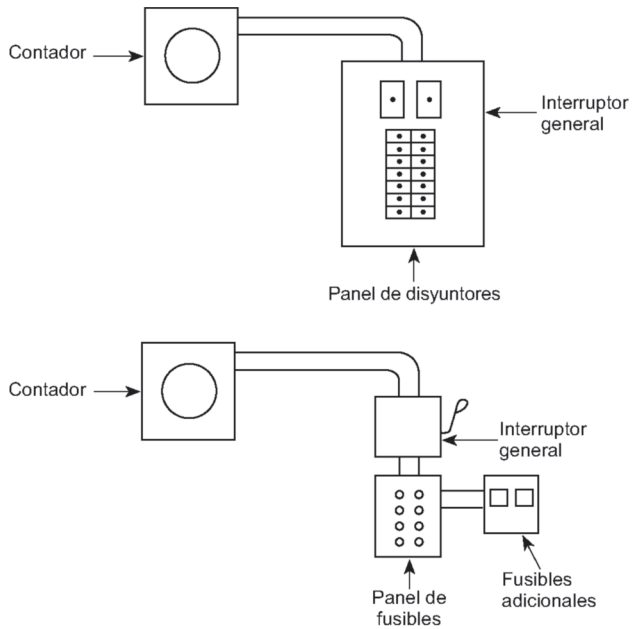


FIGURA 9.3.3 Acometida y Equipo de Servicio.

9.3.4 Significado. La acometida de servicio puede ser significativa en la investigación de incendios porque el daño al aislamiento de los conductores puede resultar en una avería continuada de alto poder (por cortocircuitos o fallos de conexión a tierra) que pueden prender la mayoría de los combustibles. Entre el transformador y la protección principal en la estructura, normalmente no hay protección de los cables contra sobrecorrientes, con lo que puede originarse una avería y continuar después de iniciada. Una vez que se produce la avería, causando un fuego o resultando de un fuego, las averías que siguen pueden dañar toda o parte de la acometida de servicio.

9.4 Equipos de Servicio. Desde el cajetín del contador, los cables van a los equipos de servicio, con un interruptor general y fusibles o desconectores del circuito (*Ver figura 9.3.3.*). El equipo de servicio debe localizarse cerca del lugar donde los cables penetran en la estructura. El equipo de servicio tiene tres funciones: proporcionar medios de desconectar la corriente a todo el sistema eléctrico, dar protección contra averías eléctricas, y dividir la distribución de fuerza en varios circuitos ramificados. Un interruptor general o los cortadores de corriente principales son los desconectores principales que pueden desconectar toda la electricidad del edificio. La electricidad se distribuye a través de los circuitos ramificados al resto del edificio, desde la caja de fusibles o desconectores de circuitos.

9.5 Toma a Tierra.

9.5.1 Generalidades. Toda la instalación eléctrica debe estar conectada a tierra con el equipo de servicio. La conexión a tierra consiste en hacer una conexión eléctrica sólida entre el sistema eléctrico y la tierra. La toma a tierra se consigue por la conexión equipotencial del desconector o panel de fusible con una tubería metálica de agua fría si la tubería se extiende al menos 3 metros (10 pies) dentro del suelo en el exterior. En ausencia de conducción metálica adecuada de agua fría, se debe utilizar un electrodo

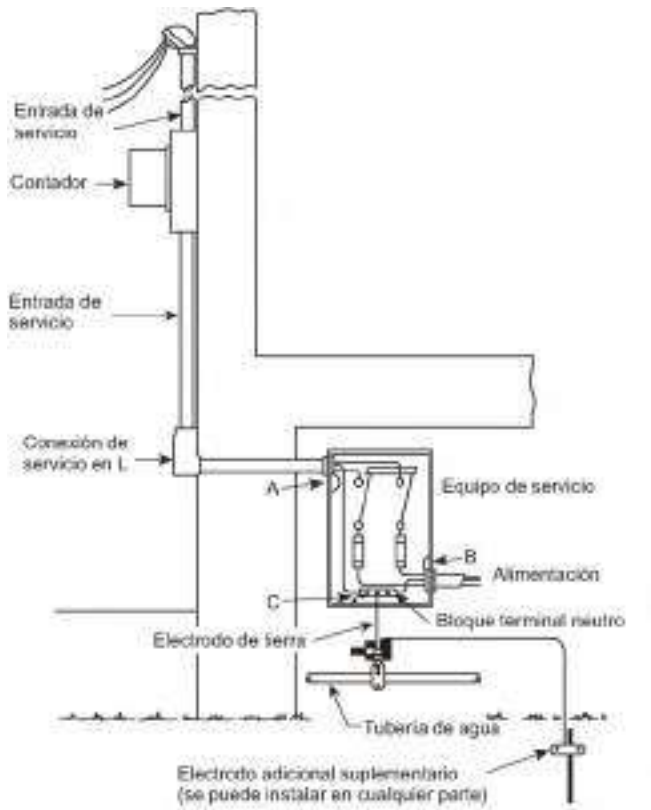


FIGURA 9.5.1.1 Conexión a tierra típica de una pequeña instalación. A, B y C son conexiones de tierra que proporcionan un camino a tierra.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de toma a tierra. El electrodo de tierra puede ser un tubo de conducción o barra de acero galvanizado, o una vara de cobre de al menos 2.4 metros (8 pies) de longitud enterrada por debajo de donde llega la humedad.

9.5.1.1 En todas las instalaciones, el equipo de servicio debe conectarse a tierra con la conducción de agua fría. La toma a tierra es la conexión de los elementos del equipamiento con buenos conductores para mantener el cuerpo de los equipos al mismo voltaje, el cual esencialmente es cero si se conecta con el terreno. La conexión de la acometida de servicio a tierra se consigue con un conductor de cobre o aluminio desde el bloque de tierra en la caja de fusibles o desconectores, a una abrazadera que está sujeta firmemente a la conducción de agua fría o al electrodo de toma a tierra. Hay un ejemplo en la figura 9.5.1.1. El objeto de conectar a tierra un sistema eléctrico es asegurarse de que cualquier alojamiento u objeto metálico expuesto en el sistema o conectado a él no se cargue eléctricamente. Si un conductor no conectado a tierra (conductor activo) contacta con un objeto a tierra, la sobrecarga resultante de fallo de tierra abrirá la protección.

9.5.1.2 A Todas las partes del sistema deben conectarse a tierra, incluyendo armarios, conducciones, aparellajes, conexiones y cajas de enchufes, interruptores, receptáculos, y cualquier objeto conductivo conectado o enchufado al sistema. Esto se consigue normalmente con un conductor a tierra que acompaña a los conductores del circuito, aunque puede obtenerse la conexión a tierra con un conducto metálico. Los conductos metálicos flexibles sólo pueden utilizarse para conexión a tierra si su longitud no supera los 1.8 metros (6 pies).

9.5.2 Neutro Flotante (Neutro Abierto). Una instalación eléctrica con un conductor neutro abierto no tendrá un punto fijo de voltaje cero (tierra) entre las dos fases. Todavía habrá 240 V entre las dos fases, pero en vez de fijarse a 120 V el voltaje de cada fase a tierra, puede variar a cualquier otro valor que se suma a los 240 V (*Ver Figura 9.5.2.*). Todas las líneas a los circuitos neutros se verán afectadas. Los voltajes presentes en las fases dependerán de las cargas existentes en ambas en cualquier momento. Por ejemplo, los voltajes podrían estar entre 60 y 180, como se muestra en la figura 9.5.2. El voltaje mayor puede sobrecalentar o quemar algún equipo y el voltaje menor puede dañar algún equipo electrónico. Los ocupantes podrían haber visto bombillas incandescentes que se encontraban demasiado brillantes o demasiado desvanecidas, o equipos que de algún modo se sobrecalentaron o averiaron. La situación de conductor neutro flotante o abierto no depende de la propia conexión a tierra. La desconexión de los electrodos de puesta a tierra no provoca un neutro abierto. Sólo una rotura del conductor neutro puede conducir a dicha situación.

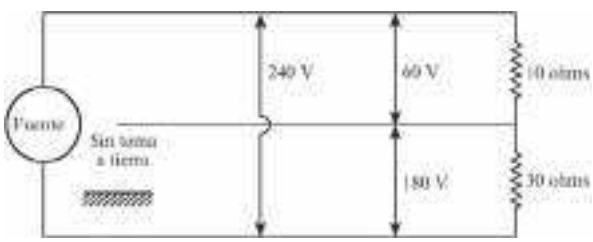


FIGURA 9.5.2 Ejemplo de relación de voltajes en servicios de 120/240 V con neutro no enterrado.

9.6 Protección contra Subidas de Intensidad.

9.6.1 Generalidades. Los fusibles y los disyuntores proporcionan protección contra cortocircuitos eléctricos, fallos de toma a tierra, y cargas de corriente que podrían ser perjudiciales (es decir, sobrecargas). En general, este dispositivo contra sobrecorrientes deben instalarse donde cada conductor ramificado no conectado a tierra (fase) se conecta al suministro eléctrico, y el dispositivo debe funcionar automáticamente.

9.6.1.1 Los dispositivos contra sobrecorrientes se conectan a regletas que se montan sobre o dentro de la pared. Se muestran ejemplos en la Figura 9.6.1.1(a), Figura 9.6.1.1(b), Figura 9.6.1.1(c), y Figura 9.6.1.1(d).

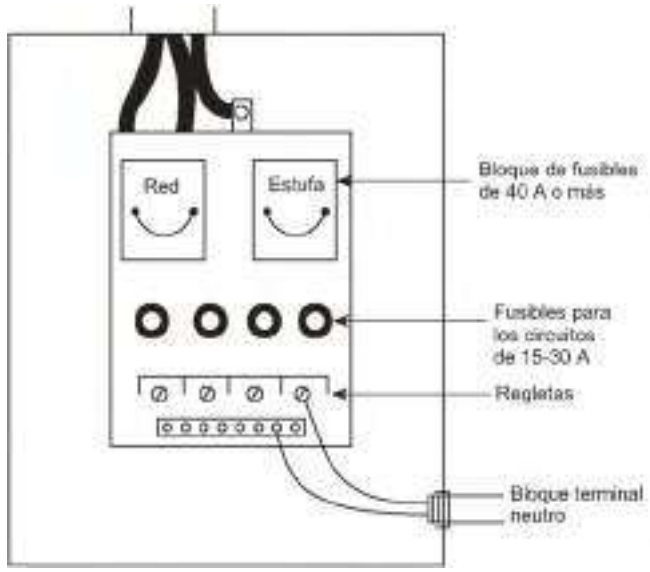


FIGURA 9.6.1.1(a) Panel de fusibles.

9.6.1.2 Los dispositivos de protección tienen dos rangos de corriente, el rango de corriente normal y el rango de interrupción de corriente. El rango de corriente normal es el nivel de corriente por encima del cual el dispositivo se abrirá, como 15, 20 ó 50 A. El rango de interrupción es el nivel de corriente que el dispositivo puede interrumpir con seguridad. Un valor típico para disyuntores es 10,000 A.

9.6.2 Fusibles.

9.6.2.1 Funcionamiento. Los fusibles son básicamente dispositivos no mecánicos con un elemento fusible en un pequeño cerramiento. El elemento fusible está hecho con un metal conductor o tira con suficiente resistencia de modo que se calentará hasta fundirse a un nivel elegido de corriente. Los fusibles no tienen esencialmente acción mecánica; operan sólo por las propiedades físicas y eléctricas del elemento fusible. Algunos fusibles pueden contener muelle para ayudar en la separación del elemento fusible cuando se funde. Los elementos fusibles dobles contienen un elemento que opera más efectivamente con sobrecargas y el otro elemento opera más eficazmente con cortocircuitos. Los fusibles normales son de uso único, pero algunos fusibles grandes tienen elementos reemplazables.

9.6.2.1.1 Hay dos tipos de fusibles: el tipo rosca que se atornilla en una base, y el tipo cartucho que se ajusta en un soporte. Se

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

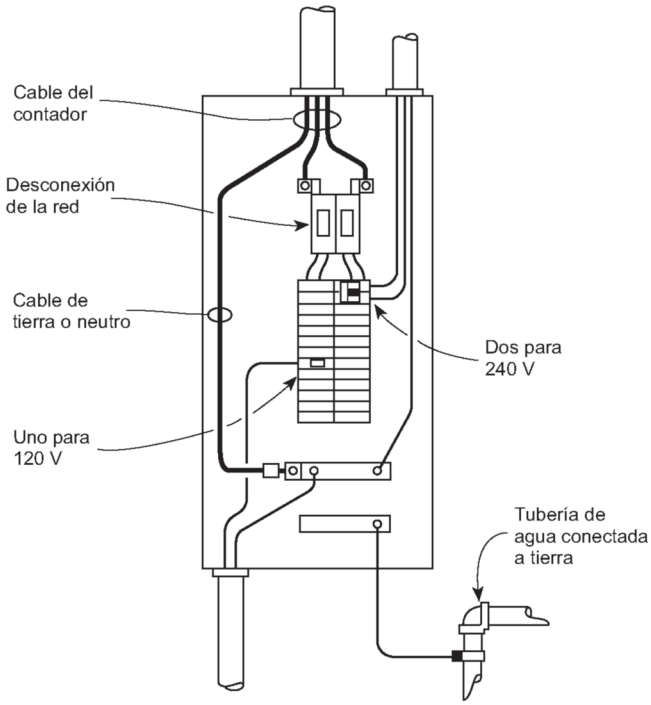


FIGURA 9.6.1.1(b) Instalación habitual de un panel de disyuntores.

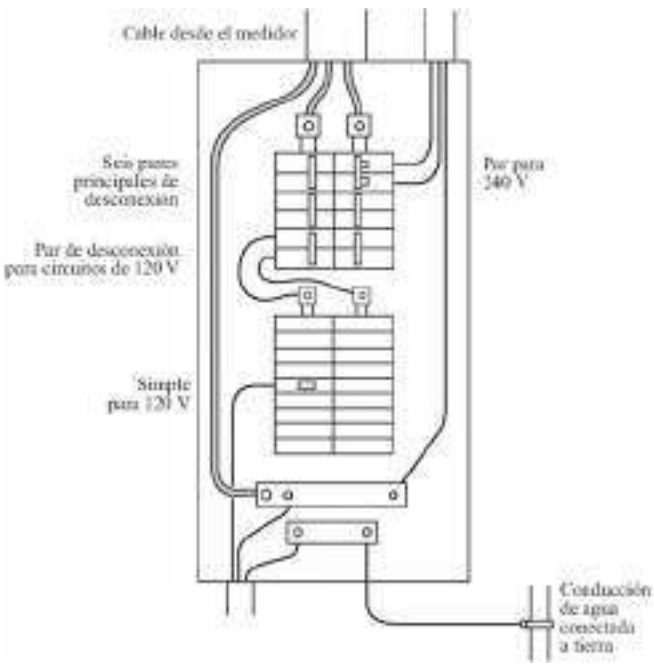


FIGURA 9.6.1.1(c) Instalación habitual de un panel de disyuntores.

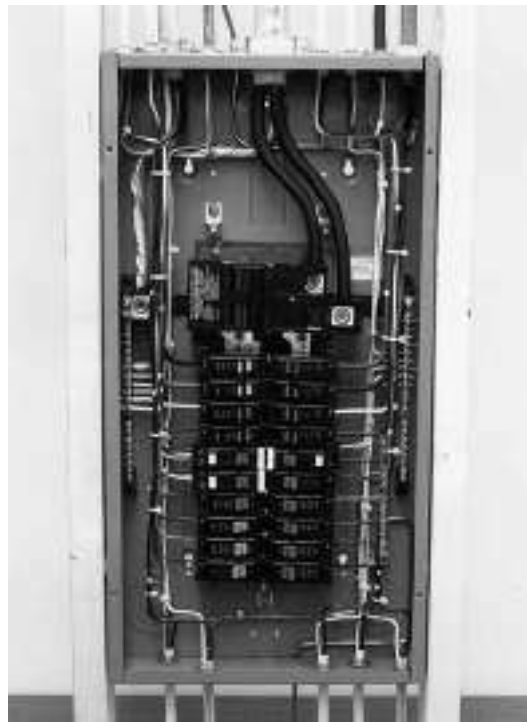


FIGURA 9.6.1.1(d) Panel de disyuntores.



FIGURA 9.6.2.1.1(a) Fusible típico Edison desechable, de un elemento, sólo para sustitución.

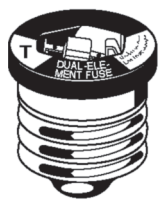


FIGURA 9.6.2.1.1(b) Otro fusible típico Edison desechable, de dos elementos, sólo para sustitución.

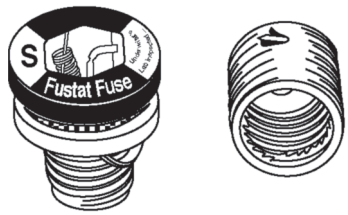


FIGURA 9.6.2.1.1(c) Fusible desechable de tipo S y adaptador. Es aceptable el fusible de este tipo con retardo, pero no obligatorio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

muestran en la Figura 9.6.2.1.1(a), Figura 9.6.2.1.1(b), y Figura 9.6.2.1.1(c). Los fusibles no son rearmables.

9.6.2.1.2 Los fusibles se instalan en un cuadro formado por regletas, anillos de conexión, soportes de fusibles, y estructuras de apoyo. Las instalaciones en viviendas serán normalmente será una combinación de fusibles tipo rosca para circuitos de intensidad igual o inferior a 30 A, y fusibles tipo cartucho en soportes móviles para aquellos destinados a intensidades superiores a 30 A. Los valores de interrupción de fusibles sin tiempo de retardo son del orden de 100,000 A.

9.6.2.2 Fusibles de rosca. Se han utilizado fusibles tipo rosca para circuitos diseñados para 30 A o menos. Los fusibles tienen bases Edison de modo que todos los amperajes se adaptarán a la misma base. Los fusibles de 30 amperios pueden colocarse donde sólo se ha diseñado para fusibles de 15 A. Por ese incremento en los fusibles y la facilidad con la que se pueden puentear los fusibles (por ejemplo, con una moneda de penique), no se permiten en instalaciones nuevas. Tales fusibles están disponibles todavía para reemplazar fusibles quemados en instalaciones existentes.

9.6.2.3 Fusibles Tipo S.

9.6.2.3.1 En un esfuerzo de minimizar instalación inadecuada de fusibles, se desarrollaron fusibles tipo S. Están diseñados para que sea difícil manipularlos o puentearlos. También se presentan con adaptadores que permiten instalarlos en portafusibles de tipo Edison. Si un adaptador está bien instalado, no es fácil quitarlo sin estropear el portafusibles. Los adaptadores están diseñados para que no se puedan usar fusibles de tipo Edison en el portafusibles, para evitar utilizar un fusible de más amperaje en un adaptador pensado para otro de menos amperaje y para hacer más difícil el puenteo del fusible.

9.6.2.3.2 La NFPA 70, *Código eléctrico nacional (National Electrical Code)*, especifica que los portafusibles para fusibles de rosca de 30 A o menos no deberán utilizarse a menos que se diseñen para usar fusibles de tipo S o se fabriquen para aceptar un fusible tipo S con el uso de un adaptador.

9.6.2.4 Fusibles con dispositivo de retardo. Si un fusible es tipo S o tiene una base Edison, los fusibles con dispositivo de retardo, tanto los de tipo S como los Edison, permiten subidas instantáneas de corriente, como por ejemplo corrientes de cierre de los motores, sin saltar. Aunque estas subidas instantáneas de corriente pueden ser hasta seis veces mayores que la corriente normal del motor, no son perjudiciales porque duran muy poco tiempo. Eso permite utilizar fusibles con dispositivo de retardo de menor amperaje, que protegen más que otros sin retardo de mayor amperaje. El segundo tendría que haberse sobredimensionado para permitir tales subidas. En el caso de que se produzca un cortocircuito o un fallo de tierra que dé lugar a una subida de corriente, los fusibles de retardo funcionan y dejan libre el circuito con la misma rapidez que los sin retardo. Los fusibles de retardo pueden diseñarse con elementos dobles o por modificación de los elementos del fusible.

9.6.2.5 Fusibles de Cartucho. Se utilizan fusibles de cartucho en los circuitos pensados para más de 30 A. Como se muestra en la figura 9.6.2.5(a) y 9.6.2.5(b), consisten en un cilindro contenedor del elemento fusible y tapas u hojas en cada extremo para hacer contacto eléctrico en su portafusible. Los fusibles de cartucho pue-

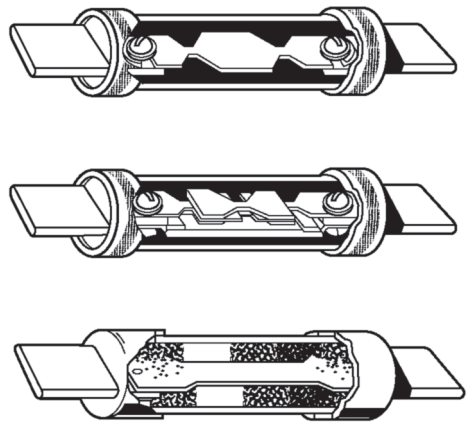


FIGURA 9.6.2.5 (a) Tres tipos de fusibles de cartucho. Arriba, un fusible normal removible con disparo por caída de voltaje; en el centro, fusible removible con período de retardo; abajo, fusible de un solo uso.

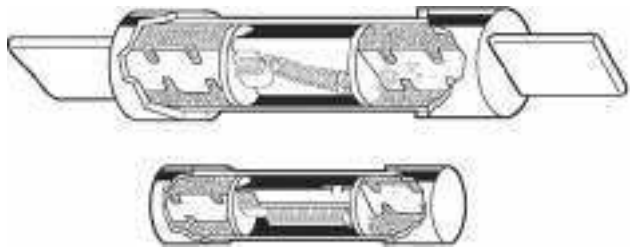


FIGURA 9.6.2.5 (b) Fusibles de cartucho con doble elemento, tipos hoja y tapa de contacto.



FIGURA 9.6.3.1(a)) Disyuntor residencial de 15 amperios en posición cerrada (ON).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

den hacerse para acción inmediata o con tiempo de retardo. También se presentan en tipos de uso simple o de elementos reemplazables. Los fusibles de cartucho pueden encontrarse en paneles de fusibles de instalaciones residenciales para altas cargas de corriente, tales como calentadores de agua y estufas, y en la desconexión principal. Los fusibles grandes de clasificación 100 A o mayor son más comunes en instalaciones comerciales o industriales.

9.6.3 Circuitos Disyuntores.

9.6.3.1 Funcionamiento. Un disyuntor es un interruptor que se abre automáticamente en caso de sobretensión, o manualmente empujando una palanca. Por lo general, aunque no siempre, su corriente se muestra en la parte visible de la palanca. Los disyuntores están diseñados para que su mecanismo interno se dispare cuando la corriente sea excesiva, incluso aunque la palanca se mantenga en posición ON. Las posiciones de conexión ON y desconexión OFF, aparecen en ese mecanismo o en la tapa [*Ver Figura 9.6.3.1(a)* y F*igura 9.6.3.1 (b)*.]. En la mayoría de los disyuntores, la posición de disparo se localiza en el centro, aunque en algunos se desplaza a la posición OFF. [*Ver Figura 9.6.3.1(c)*]. Por lo general, un disyuntor en servicio no se puede desconectar manualmente. Sin embargo, si se ha corregido el defecto, puede rearmarse desplazando la palanca a la posición OFF y posteriormente a la posición ON. Un valor característico de interrupción en los disyuntores es de 10,000 A.

9.6.3.1.1 La mayoría de los disyuntores residenciales son de tipo magnetotérmico. El elemento térmico, generalmente un bimetal, protege contra sobrecargas mientras que el magnético protege contra cortocircuitos y fallos de tierra de baja resistencia, momento en el que el fallo conlleva muy alta corriente. Los disyuntores son mecanismos mecánicos que requiere movimiento de sus componentes para operar. Es posible que fallen y no se abran, especialmente si no se han utilizado durante largo tiempo, ya se manualmente o por sobre corriente, y también si han estado localizados en una atmósfera corrosiva.



FIGURE 9.6.3.1(b) Disyuntor residencial de 15 amperios en posición abierta (OFF).



FIGURA 9.6.3.1(c) Disyuntor residencial de 15 amperios en posición abierta (disparado).

9.6.3.1.2 Las carcasas de los disyuntores se suelen hacer de plástico fenólico moldeado, que no se funde y no contribuye a la combustión, pero que puede destruirse por el impacto del fuego. Los disyuntores en paneles de control se conectan directamente a las regletas alimentadas desde el desconector principal. Una placa protectora sobre la fila de disyuntores sólo muestra sus partes superiores, de modo que no quedan expuestas partes energizadas del panel o del cableado.

9.6.3.2 Disyuntores principales.

9.6.3.2.1 En los sistemas trifásicos utilizados en la mayoría de los hogares modernos, el desconector principal en un cuadro, es un par de disyuntores de amperaje suficientemente elevado para soportar la carga total de la instalación, normalmente entre 100 y 200 amperios en el caso de uso residencial. Los tiradores o palancas de los disyuntores (uno en cada fase) se conectan juntos o se modelan como una sola unidad de forma que sólo se requiere un movimiento para desconectar ambas fases. Además, si una fase tiene un fallo que dispara su disyuntor, la conexión hará que se desconecte el otro disyuntor. El servicio trifásico utiliza tres disyuntores principales en un solo cuerpo o con los tiradores unidos, y tres regletas para alimentar a los disyuntores. Las viviendas más antiguas y las de poco tamaño, como las de segunda residencia, pueden tener un sistema bifásico con un solo circuito disyuntor.

9.6.3.2.2 Se utilizan muchos tipos de paneles de control con regletas distribuidoras [*Ver Figura 9.6.1.1(c)*] Normalmente tienen 6 disyuntores de dos polos, o pares de disyuntores conectados juntos para hacer circuitos de 240 Voltios. Todos ellos deben estar desconectados para desconectar toda la potencia a la instalación. Uno de los pares de disyuntores sirve como principal para la regleta principal que alimenta los circuitos de 120 voltios. No se permiten los paneles de control con regletas distribuidoras en instalaciones nuevas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

9.6.3.3 Disyuntores de circuitos en ramales.

9.6.3.3.1 Los disyuntores de circuitos para circuitos rama individuales se clasifican para la carga máxima prevista de corriente (amperaje). Los circuitos de 120 voltios se alimentarán desde un disyuntor principal, puesto que los circuitos de 240 voltios se alimentarán desde un disyuntor de doble polo, o un par de disyuntores de amperaje igual con los tiradores unidos. La iluminación general y los circuitos de receptáculos sera de 15 a 20 amperios. Los equipos electrónicos mayores tales como estufas y calentadores de agua tendrán disyuntores de 30, 40 ó 50 amperios. Algunos equipos pequeños permanentes podrían tener circuitos específicos con disyuntores de 15 ó 20 amperios.

9.6.3.3.2 Los servicios trifásicos utilizan tres regletas para alimentar los disyuntores. Los motores y otros equipos que utilizan fuerza trifásica se alimentarán con tres disyuntores de circuitos rama de igual amperaje con los tiradores unidos.

9.6.3.4 Interruptor de Circuito para Fallos de Tierra (GFCI). En las instalaciones más modernas se requiere un interruptor GFCI para algunos circuitos específicos, como son los que sirven a baños, cocinas y recintos exteriores. Estos interruptores GFCI suelen tener un botón en el que se indica «pulsar para prueba». Se trata de un disyuntor para fallos de tierra que se dispara cuando se produce cualquier fallo pequeño, del orden de 5 miliamperios, para proteger mejor a las personas frente a descargas eléctricas con cualquier amperaje en el circuito. Además, funciona con sobrecorrientes como un disyuntor normal. Estos circuitos están pensados para baños, patios, cocinas, u otras localizaciones donde una persona pudiera estar eléctricamente conectada a tierra, utilizando equipos eléctricos, o cerca de ellos.

9.6.3.5 Interruptor de Circuito para Fallos de Arco (AFCI). Los interruptores AFCI están diseñados para la protección contra los incendios causados por fallos de arco en los sistemas eléctricos de viviendas. Los circuitos de los interruptores AFCI vigilan la corriente de forma continua. Emplean conexiones especiales para discriminar entre condiciones de arco normales y condiciones no deseadas. Una vez que se detecta una situación de arco no deseada, el circuito de control AFCI abre los contactos internos, liberando así la energía y reduciendo la posibilidad de un incendio. Estos interruptores no deberían dispararse en las condiciones de arco normales que se producen cuando se abre un interruptor o se desconecta un enchufe. La NFPA 70, *National Electrical Code, "Código Eléctrico Nacional*" exige que los circuitos de los dormitorios se protejan con interruptores AFCI.

9.6.4 Cuadros de Disyuntores.

9.6.4.1 Los cuadros de los disyuntores suelen emplear materiales plásticos para un aislamiento entre las partes energizadas y entre los conductores, el recinto metálico y la tapa del cuadro. Los cables y las cajas de disyuntores suelen también aislarse con materiales plásticos. Estos productos pueden fundirse o descomponerse por la acción del calor, que puede proceder de focos internos del cuadro o de fuentes externas, como sería un incendio en las proximidades. Si aislante plástico se descompone, deteriora, o funde uno o varios conductores con carga pueden tocar una superficie conectada a tierra, produciendo un fallo por arco o una sobrecorriente. El arco puede fundir los orificios de la caja del disyuntor, partir o fundir los cables y destruir parte de los componentes del interior del cuadro. El arco puede ser considerable debido a la falta de protección contra sobrecorriente . La existencia de daños por arco eléctrico dentro de un cuadro de disyuntores, no significa que el propio cuadro haya sido el foco de ignición del incendio.

9.6.4.2 Un cuadro de disyuntores, después de estar expuesto a un incendio, suele ser frágil y debería recuperarse y protegerse con cuidado si se estima necesario un examen adicional del mismo o de sus contenidos. Siempre que sea posible, no debería desmontarse el cuadro en el lugar del incendio, sino ser analizado bajo condiciones de laboratorio. Toda parte pequeña o residuo debería preservarse con el cuadro. No deberían actuarse o moverse las palancas de los disyuntores hasta haber efectuado un examen apropiado, Si se cree necesario un examen adicional del cuadro o de sus contenidos, debería comprobarse si existen daños por arco en el cableado del circuito y de alimentación.

9.6.4.3 Si es posible inspeccionar las conexiones interiores del cuadro, debería incluirse un análisis de daños por arco, incluyendo aquellos entre el cableado de alimentación o servicio, las conexiones entre los disyuntores y las regletas y las conexiones entre los cables del circuito en rama y los disyuntores. Debería determinarse, si es posible, el origen de todo fallo por arco. Normalmente, los fallos por arco iniciales se localizan e identifican en el lado de carga de los disyuntores del circuito. Localizar el fallo por arco inicial puede ayudar a determinar su causa. El examen de los conductores del circuito abastecidos por el cuadro de disyuntores, puede determinar si se ha producido un arco corriente abajo y fuera del cuadro. Comparando la ubicación de los arcos en los conductores del circuito externo con los ocurridos dentro del cuadro de disyuntores puede revelar la secuencia de estos, indicando así si el arco del interior del cuadro fue la fuente de ignición o fue el resultado de los daños térmicos por el incendio en el sistema eléctrico del edificio,

9.7 Circuitos en Rama. Los circuitos individuales que alimentan a la iluminación, a los receptáculos, y a varios equipos eléctricos fijos son los circuitos rama. Cada uno de ellos debería contar con su protección contra sobre corrientes. Consiste en un conductor sin toma a tierra (conductor activo) conectado a un dispositivo de protección y un conductor con toma a tierra (conductor neutro) conectado al bloque conectado a tierra en el armario. Estos conductores transportan la corriente que se está utilizando en el circuito. Además, debería haber un conductor con toma a tierra (es decir, el terreno). Normalmente no conduce ninguna corriente pero está ahí para permitir que el fallo de corriente vaya a tierra, con lo cual se abre la protección. Algunas instalaciones podrían tener la toma de tierra a través de un conducto metálico, y otras instalaciones muy antiguas podrían no tener ningún conductor conectado a tierra. La falta de diferentes medios de toma a tierra no tiene efecto en la operación de los dispositivos alimentados por ese circuito.

9.7.1 Conductores. Los conductores de las instalaciones eléctricas son normalmente de cobre o aluminio, porque son económicos y buenos conductores de la electricidad.

9.7.2 Tamaños de los Conductores. Los tamaños de los conductores se miden en la American Wire Gauge (AWG). Cuanto mayor sea el número AWG, más pequeño será el conductor. Los conductores de los circuitos en rama para la iluminación y pequeños aparatos eléctricos

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

son normalmente de cobre sólido, número 14 AWG para circuitos de 15 amperios y número 12 AWG para circuitos de 20 amperios. Los circuitos de mayor amperaje tendrán mayores conductores tales como números 10 u 8 AWG, como se lista en la Tabla 9.7.2. Los conductores del número 6 AWG o mayores tendrán múltiples filamentos para dar una adecuada flexibilidad.

9.7.2.1 Se ha utilizado cableado de ramales de aluminio, con lo que se podría encontrar en algunas instalaciones. Dado el problema del calentamiento en las conexiones, no se utiliza aluminio en los circuitos rama sin conectores aprobados, aunque se utilizan cables de aluminio tales como 3/0 y 4/0 para el ramal de acometida y entrada de servicio.

9.7.2.2 El tamaño de conductor utilizado en un circuito se elige de forma que permita conducir la corriente con seguridad, teniendo en cuenta algunos factores como el tipo de aislamiento de los cables y si estos están apantallados. Posteriormente, se selecciona un disyuntor de tamaño adecuado para proteger estos cables. El conductor no debe ser menor que el tamaño permitido, aunque puede ser mayor. La razón principal para la regulación del tamaño, es prevenir que el conductor se caliente y llegue a dañar su aislamiento. Puesto que los conductores poseen una determinada resistencia, al pasar por ellos la corriente se generará calor. Los conductores pequeños tienen más resistencia que los conductores grandes, por lo que se calientan más. Las tablas de NFPA 70, "*Código Eléctrico Nacional*", *National Electrical Code*, muestran qué cantidad de corriente se permite en conductores de diversos tamaños, con varios tipos de aislamiento.

Tabla 9.7.2 Capacidad y utilización de circuitos secundarios.

Tamaño del Cable (AWG)			
Cobre	**Aluminio Revestido de Cobre y Aluminio**	**Capacidad (A)**	**Utilización**
14	12	15	Conductores de circuito secundario que alimentan a instalaciones distintas a las cocinas.
12	10	20–25	Pequeño circuito para aparatos con enchufes para neveras, tostadores, freidoras eléctricas, cafeteras y similares.
10	8	30	Grandes aparatos como hornos y secadoras.
8	6	40	
6	4	55	

9.7.3 Conductores de Cobre.

9.7.3.1 Para fabricar conductores se utiliza el elemento químico cobre en forma pura. El cobre se calienta y se introduce en trefiladoras cada vez más finas hasta lograr un cable de la sección deseada. En este cobre no hay ninguna estructura cristalina identificable. La presencia de impurezas o aleaciones harían disminuir su conductividad eléctrica. El cobre puro funde a 1.082 °C (1.980 °F).

9.7.3.2 Los conductores de cobre se oxidan en un incendio si pierden su aislamiento. Su superficie se ennegrece debido al óxido cúprico. En algunos casos, si el conductor se encontraba en condiciones de reducción química, como la combustión sin llama antes de enfriarse, su superficie puede quedar limpia de óxido o recubierta de una capa rojiza de óxido cuproso.

9.7.4* Conductores de Aluminio.

9.7.4.1 Aluminio Puro. Los cables o conductores de aluminio están hechos de aluminio en estado puro. El aluminio puro se funde a 660 °C (1.220 °F). En su superficie se forma una película de óxido de aluminio, que no se mezcla con el aluminio puro que queda debajo. Por tanto, no reduce su temperatura de fusión y el aluminio tiende a fundirse todo a lo largo del conductor, sin que quede una parte central sin fundir, como sucede con el cobre. El aluminio fundido atraviesa la capa de óxido y se enfría, dando formas extrañas cuando se solidifica. Estas formas incluyen gotas puntiagudas, y glóbulos en forma de lágrima redondeada. El aluminio tiene menor conductividad que el cobre. Por lo tanto, para la misma capacidad en un circuito, un conductor de aluminio debe ser de tamaño AWG dos veces mayor que un conductor de cobre. Por ejemplo, el AWG nº10 de aluminio es equivalente en capacidad al AWG nº12 de cobre.

9.7.4.2 Conductores recubiertos de cobre. Se han utilizado conductores de aluminio recubiertos de cobre, aunque no son corrientes. Dado que son conductores de aluminio con sólo una capa superficial de cobre, sus características de fusión son similares a las de los conductores de aluminio.

9.7.5 Aislantes.

9.7.5.1 Generalidades. El aislamiento de los conductores evita que la corriente derive por rutas no deseadas y que se den voltajes peligrosos en lugares donde podría ser un riesgo para las personas. El aislamiento puede ser prácticamente de cualquier material que se pueda aplicar sobre el cable, que no conduzca la electricidad y que conserve sus propiedades durante largo tiempo aunque esté sometido a altas temperaturas. Se puede ver un resumen de los tipos de aislamiento en la Tabla 310-13 de NFPA 70, *National Electrical Code*. Si los cables sin aislar y las partes cargadas se mantienen separadas, el aire sirve de aislante. A altos voltajes, la contaminación del aire por el polvo, la polución, o los productos de combustión, pueden anular los efectos aislantes del aire, resultando un arco.

9.7.5.1.1 El tipo de aislante en conductores individuales se marca con un código, junto con el rango de temperatura, el fabricante, y otras informaciones. Los cables forrados con elementos no metálicos tienen las identificaciones impresas en el forro. En la tabla 310.13 de NFPA 70 se muestra el código del material aislante.

9.7.5.1.2 El aislante en los conductores individuales se hace en varios colores, algunos de los cuales indican usos específicos. Un conductor de toma a tierra debe ser verde (o verde con una banda amarilla), o señalizado en conformidad con la NFPA 70, *National Electrical Code*. Un conductor conectado a tierra (neutro) puede ser blanco o gris claro. Un conductor no conectado a tierra (fase)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pude ser de cualquier color excepto verde, blanco, o gris. En los circuitos de 120 voltios, normalmente es negro. En los circuitos de 240 voltios con cable no metálico, las dos fases activas son normalmente negra y roja. Allí donde se conduzcan conductores individuales a través del conducto portacables, los colores pueden ser de una amplia variedad, específicamente si más de un circuito está en el conducto portacables.

9.7.5.2 Cloruro de polivinilo (PVC). El cloruro de polivinilo (PVC) es el aislante termoplástico más utilizado en los cables. Se debe mezclar con plastificantes para darle flexibilidad. También se le añaden pigmentos y otros modificadores. El PVC no se oxida con el tiempo, pero puede perder poco a poco los plastificantes y ponerse duro y frágil. En un incendio, se carboniza y libera gases corrosivos como cloruro de hidrógeno. El cloruro de hidrógeno puede combinarse con la humedad del ambiente y formar ácido clorhídrico. El cloruro de hidrógeno o el ácido clorhídrico, cuando están confinados, pueden ocasionar una corrosión localizada de los metales y ésta puede producirse en el interior de los equipos eléctricos.

9.7.5.3 Goma. La goma fue el material aislante más corriente hasta los años 50. La goma aislante contiene pigmentos y varios modificantes y anti-oxidantes. Con el tiempo, se puede oxidar y hacerse más frágil, sobre todo si está caliente durante largos períodos de tiempo. La goma en estas condiciones tiene poca resistencia y se puede romper y dejar el conductor a la vista si se dobla o raspa. Los aislantes de goma se carbonizan cuando están expuestos al fuego o a muy altas temperaturas. Si la goma se quema del todo, deja cenizas.

9.7.5.4 Otros Materiales. También se utilizan como aislantes el polietileno y otras poliolefinas afines, sobre todo en cables más grandes de los que se utilizan en las casas. Alrededor de otros aislantes (sobre todo PVC) se pueden poner forros de nylon que aumenten su estabilidad térmica. Los aislantes de silicona y de poliefinas fluoradas (por ejemplo, Teflón®) se utilizan en conductores que se supone se instalarán donde persisten elevadas temperaturas, especialmente en equipos eléctricos.

9.8 Enchufes y Dispositivos.

9.8.1 Interruptores. Los interruptores se instalan para conectar o desconectar la corriente en la parte de los circuitos que suministran electricidad a los equipos y luces instalados. Muchas veces, uno o más enchufes se alimentan desde un interruptor de modo que una lámpara de mesa puede conectarse o desconectarse. El conductor activo (negro) llega a ambas terminales del enchufe mientras que el conductor neutro (blanco) va a la luz o al dispositivo que se controla. Por seguridad, siempre debería ponerse el interruptor en el recorrido del conductor negro, aunque el interruptor funcionará correctamente si se pone en el recorrido del conductor blanco. Los interruptores pueden tener terminales roscados o de empalme.

9.8.2 Enchufes. Los enchufes para circuitos de 15 y 20 amperios, ilustrados en las figuras 9.8.2(a) y 9.8.2 (b), suelen ser dobles. Los enchufes para equipos eléctricos mayores (30 amperios o más) son simples. Actualmente, los enchufes deben ser polarizados, incluidos los que tienen toma a tierra, aunque todavía hay muchos enchufes no polarizados sin toma a tierra en instalaciones antiguas. El tipo con toma de tierra tiene un tercer agujero para poder enchufar clavijas de equipos eléctricos con una patilla de tierra. En los enchufes polarizados, la ranura del neutro es más larga que la

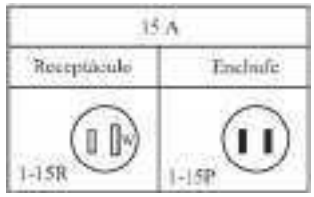


FIGURA 9.8.2(a) Enchufe sin toma de tierra.

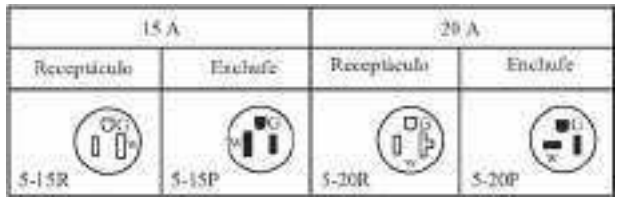


FIGURA 9.8.2(b) Enchufe con toma de tierra.

ranura de fase. Se puede insertar un enchufe macho de dos patillas con una patilla neutra ancha (enchufe polarizado) en un enchufe hembra sólo con la patilla ancha en la ranura ancha, no de modo contrario. Todos los enchufes macho y hembra con toma a tierra están inherentemente polarizados.

9.8.2.1 En los aseos u otras áreas donde hay problema de seguridad para las personas, los enchufes pueden tener incluido un interruptor de circuito de toma a tierra (*Ver 9.6.3.4.*).

9.8.2.2 Los enchufes pueden tener terminales roscados o de empalme, a veces los dos. El conductor activo (normalmente con aislamiento negro) debería conectarse a la rosca de cobre, y el conductor neutro (aislamiento blanco) a la rosca metálica sin color. En los enchufes del tipo con toma a tierra, hay una rosca con un terminal verde para la conexión a tierra del cableado.

9.8.3 Otros Enchufes, Dispositivos, o Equipos. Los dispositivos fijos de iluminación se conectan a cajas eléctricas en la pared o en el techo, según sea lo apropiado, con un interruptor de pared en su parte individual del circuito. Se pueden montar termostatos en las paredes para controlar unidades de calefacción instaladas de modo permanente.

9.8.3.1 En las instalaciones industriales y comerciales, gran parte del equipamiento eléctrico está conectado permanentemente al cableado principal. Dada la gran cantidad de corriente que conduce, gran parte de los equipos pueden conectarse y desconectarse con contactores más que directamente con interruptores.

9.8.3.2 En las instalaciones donde se puedan producir atmósferas explosivas, se deben utilizar enchufes y dispositivos antideflagrantes. Las cajas de enchufes, los dispositivos y los equipos conectados se diseñan de modo que incluso si entra en el sistema una concentración explosiva de gases, una ignición interna no liberará un frente de llama que pueda prender la atmósfera del entorno.

9.9 Ignición por Energía Eléctrica.

9.9.1 Generalidades. Para que se produzca ignición por una fuente eléctrica, tiene que ocurrir lo siguiente:

(1) El cableado eléctrico, equipamiento, o los componentes, deben tener energía eléctrica, ya sea por el cableado de en-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

trada al edificio, un sistema de emergencia, una batería, o cualquier otra fuente.

(2) La fuente eléctrica debe haber producido suficiente calor y temperatura para prender un material combustible cercano en el punto de origen.

9.9.1.1 Una ignición producida por energía eléctrica implica una transmisión suficiente de calor producida por el paso de una corriente a un combustible (es decir, es una fuente posible de ignición) que se encuentra próximo. La cantidad necesaria de calor para que esto ocurra puede generarse de varias maneras, como un cortocircuito, un arco producido por una derivación a tierra, un exceso de corriente en el cableado o el equipo, sobrecalentamiento de resistencias, o por causas normales como bombillas, calentadores, o equipos de cocina. Para que se de este tipo de ignición, es necesario que la transferencia de calor desde la fuente eléctrica se mantenga lo suficiente para que el combustible adyacente alcance su temperatura de ignición, siempre que la cantidad de aire presente permita la combustión.

9.9.1.2 La presencia de energía de ignición suficiente no es suficiente para asegurar la ignición. Hay que tener en cuenta la distribución y conservación de ese calor. Por ejemplo, una manta eléctrica extendida en una cama puede disipar continuamente 180 vatios sin peligro. Si la misma manta se enrolla, ese calor se concentra en un espacio más pequeño. La mayoría del calor quedará retenido por las capas exteriores de la manta, lo que hará que se eleve su temperatura interior y lleve a posible ignición. En contraste con los 180 vatios de una manta eléctrica típica, los pocos vatios de una bombilla pueden hacer que se ponga incandescente, con temperaturas del filamento superiores a los 2.204 °C (4.000 °F).

9.9.1.3 Al considerar la posibilidad de ignición eléctrica, la temperatura y duración del calor deben ser suficientes para que empiecen a arder los primeros combustibles. Hay que evaluar el tipo y geometría del combustible para estar seguro de que había calor suficiente para generar vapores combustibles y para que la fuente de calor estuviese suficientemente caliente para que ardieran los vapores. Si no se puede determinar la razón por la que el componente eléctrico causó la ignición, hay que investigar otras causas.

9.9.1.4 Antes de determinar con propiedad que un incendio ha sido provocado por la electricidad, debe identificarse la fuente de calor eléctrica. El calor generado debe ser suficiente para provocar la ignición del primer combustible afectado. Debe identificarse, así mismo, el mecanismo de transferencia de calor o el recorrido seguido desde la fuente de calor hasta el primer combustible inflamado.

9.9.2 Calentamiento por Resistencia.

9.9.2.1 Generalidades.

9.9.2.1.1 Cuando la corriente eléctrica pasa por un material conductor, produce algún calor. Consultar en 9.2.2.7.2 la relación entre intensidad, voltaje, resistencia y potencia (calentamiento). Si están bien diseñados y cumplen las normas, las instalaciones y sistemas eléctricos tienen una resistencia tan baja que permite que las partes y conexiones por las que pasa la corriente no se calienten. Algunas partes específicas, como el filamento de una bombilla o un elemento de calefacción, están diseñadas precisamente para que se calienten mucho. Sin embargo, cuando se diseñan y fabrican adecuadamente, y si se usan de acuerdo con las instrucciones, estas partes calientes no causarán incendios.

9.9.2.1.2 El uso de conductores de cobre o aluminio de tamaño suficiente (AWG 12 de cobre para 20 amperios, por ejemplo) en las instalaciones eléctricas hace que su resistencia sea baja. En condiciones normales, todo el calor que se genere se podrá disipar fácilmente al aire que rodea a los conductores. Cuando los conductores están aislados térmicamente y operan en corriente normales, puede haber energía suficiente para causar un fallo o ignición.

9.9.2.2 Dispositivos Productores de Calor. Si se usan mal o cuando tienen algún defecto, los aparatos corrientes de calefacción pueden causar incendios. Por ejemplo, combustibles muy cerca de una bombilla o calentador o fallo del mando de temperatura de una cafetera o una freidora cuyo control de temperatura falla o se desactiva (*véase la sección 26.6*).

9.9.2.3 Conexiones Defectuosas. Si en un circuito hay una conexión mal hecha, como un tornillo flojo en un terminal, esa mayor resistencia hace que el contacto se caliente, lo que produce una interfase de óxido. El óxido conduce la corriente y permite que el circuito funcione, pero su resistencia es mucho mayor que la del metal. Entonces ese punto empieza a calentarse y puede llegar a ponerse al rojo. Si hay combustibles suficientemente cerca, pueden arder. Generalmente, la conexión estará en una caja o equipo, y la probabilidad de ignición quedará muy reducida. El vatiaje en conexiones bien desarrolladas contra calor en el cableado puede ser de 30 a 40 vatios con corrientes de 15 a 20 amperios. Las conexiones de calor de menor vatiaje se han descrito tan bajas como a 1 amperio.

9.9.3 Subidas de intensidad y de tensión. La subida de intensidad es el estado en el que por un conductor pasa más corriente de la permitida en condiciones de seguridad. La magnitud y duración de la subida de intensidad determina si se produce una posible fuente de ignición. Por ejemplo, una subida de intensidad a 25 amperios, en un conductor de cobre AWG 14, no debe plantear peligro excepto en circunstancias en las que no se pueda disipar el calor, por ejemplo en cables aislados o en manojos. Una subida de 120 amperios en un conductor AWG 14 hace que se pueda poner al rojo y provocar la ignición de los combustibles que haya alrededor.

9.9.3.1 Si una subida de corriente se mantiene mucho tiempo (sobrecarga), puede hacer que el conductor llegue a su temperatura de fusión. Cuando el conductor se funde y se rompe, se produce un breve arco de cierre. La fusión abre el circuito y evita que se siga calentando el cable.

9.9.3.2 Para que se produzca una subida grande de intensidad, debe producirse un fallo que puentee las cargas normales (cortocircuito) o el circuito debe estar sometido a muchas cargas. Para que se produzca una subida de corriente que dure (sobrecarga), el dispositivo de protección (fusible o disyuntor) debe no funcionar, estar defectuoso, o tener un fallo de diseño o instalación. No es normal la ignición por sobrecarga en circuitos con conductores de tamaño adecuado, ya que la mayoría de las veces el dispositivo protector se abrirá impidiendo que el cable se caliente hasta llegar a las condiciones de ignición. Si se instalan conductores más

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pequeños entre la carga y el dispositivo de protección, como por ejemplo un cordón de extensión, pueden calentarse y superar su límite de temperatura, sin que se dispare el dispositivo protector. Véase por ejemplo el apartado 9.2.8.3.

9.9.4 Arcos Eléctricos.

9.9.4.1 Generalidades. Un arco es una descarga electroluminosa de alta temperatura entre dos cables que no se tocan. Las temperaturas del arco pueden llegar a varios miles de grados, según sea la intensidad, la caída de tensión y el metal del que estén hechos los cables. Para que se produzca un arco, incluso aunque la distancia entre los cables sea muy pequeña, tiene que haber como mínimo una diferencia de tensión de 350 voltios. En los sistemas de 120/240 voltios considerados aquí, los arcos no se forman espontáneamente en circunstancias normales (véase sección 9.12.). A pesar de las altísimas temperaturas que se forman en un arco, éstos no son una fuente de ignición idónea para muchos combustibles. En la mayoría de los casos los arcos son tan breves y localizados que no prenden en combustible sólidos, como vigas de madera. Los combustibles con una gran relación superficie/peso, como la guata de algodón o el papel tisú, y los gases y vapores combustibles, pueden arder al contacto con un arco eléctrico.

9.9.4.2 Arcos de Alto Voltaje.

9.9.4.2.1 En los sistemas de 120/240 voltios se pueden producir altas tensiones por contacto accidental entre el sistema de distribución de la compañía eléctrica y el de las instalaciones. Si se trata de una descarga momentánea o de una subida de tensión mantenida, se puede producir un arco en un aparato en el que la separación de los cables no presenta peligro a 240 voltios pero sí a varios miles. Si en el recorrido del arco hay materiales que pueden arder fácilmente, se puede declarar un incendio.

9.9.4.2.2 Los rayos pueden producir enormes subidas de tensión en las instalaciones eléctricas. Como las corrientes y tensiones producidas por un rayo son muy altas, se pueden producir arcos en varios sitios, causando daños mecánicos y provocando la ignición de diversos tipos de combustibles (*véase 9.12.8*.).

9.9.4.3 Electricidad Estática. La electricidad estática es una carga estacionaria que se acumula en algunos objetos. Al pasar sobre una moqueta en una atmósfera seca, se producen cargas estáticas que dan lugar a arcos al descargarse. Otros tipos de roces también causan electricidad estática, por ejemplo al quitarse la ropa, en las cintas transportadoras o en líquidos en movimiento (*Véase Sección 9.12.*)

9.9.4.4 Arcos de Cierre. Los arcos de cierre son pequeñas descargas que se producen cuando se abre un circuito eléctrico, por ejemplo al apagar una luz o al desenchufar un aparato. Generalmente el arco no se ve en el interruptor, pero sí al tirar de un enchufe. Los motores con escobillas producen arcos casi continuamente entre las mismas y el conmutador. En un circuito de 120/240 V, un arco de cierre es instantáneo y se apaga rápidamente. Estos arcos son tan breves y de baja potencia que sólo causarán la ignición de gases o vapores combustibles o de polvos.

9.9.4.4.1 En la soldadura por arco, primero hay que tocar la barra de aportación para que empiece a pasar la corriente eléctrica. Después se separa la barra del metal a soldar a una pequeña distancia, lo que produce un arco de cierre. Si esa distancia no es muy grande, el arco se mantiene. Un arco de soldadura tiene potencia suficiente para quemar casi cualquier combustible que haya alrededor. Sin embargo, para que se mantenga el arco en un equipo de soldar se requieren características especiales que no se dan en la mayoría de los sistemas de 120/240 V.

9.9.4.4.2 Otro tipo de arco de cierre se produce en los fallos de tierra o en los cortocircuitos. La subida de intensidad funde los metales en el punto de contacto y, a medida que se separan, se produce un arco entre ellos, que se enfría inmediatamente, pero su energía puede hacer que salgan disparadas partículas de metal fundido (chispas) (*véase sección 9.9.5*.).

9.9.4.5* Arcos por un Recorrido Carbonizado. Pueden producirse arcos entre dos conductores separados por un aislante sólido cuando éste se carboniza. Las dos causas principales por las que puede producirse la carbonización, son por flujo de corriente eléctrica o por medios térmicos que no implican electricidad. Si la carbonización se debe al flujo de corriente eléctrica, el fenómeno es conocido normalmente como *descarga en aislantes* (arc tracking). Los mecanismos no eléctricos que producen carbonización implican, normalmente, algún tipo de calentamiento procedente de equipos generadores de calor o del propio incendio.

9.9.4.5.1 Descargas en Aislantes (Arc Tracking). Pueden producirse arcos en superficies de materiales no conductores que estén contaminadas con sales, polvos conductores o líquidos. Se cree que las pequeñas fugas de corriente a través de esos contaminantes causan la degradación del material de base produciendo la descarga, el carbonizado o la ignición de los materiales combustibles que haya en el entorno. Este fenómeno puede ser un problema no sólo a altas tensiones, sino también en circuitos de c.a. de 120/240 V. Los aislamientos de PVC son susceptibles de sufrir este tipo de arco y estudios recientes indican que son propensos a una única forma de fallo: humedad autoinducida. Cuando los aislantes de PVC que contienen las frecuentemente utilizadas fibras de carbonato cálcico, se calientan hasta una temperatura igual o superior a 110ºC, se producen reacciones químicas de degradación que hacen que la humedad del aire se condense sobre la superficie, pudiendo iniciar así un proceso de fallo por *descarga en aislantes.*

9.9.4.5.2 La corriente eléctrica circulará a través del agua o humedad sólo cuando éstas contengan contaminantes tales como suciedad, polvos, sales, o depósitos minerales. Esta corriente



FIGURA 9.9.4.5.1 Marca de arco inducido por una tensión de 15kV y humedad.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

puede favorecer cambios electromecánicos que lleven al arco eléctrico. La mayoría de las veces, la corriente fugada a través de un recorrido húmedo contaminado puede generar suficiente calor para que se seque, con lo que circulará poca o ninguna corriente y cesará el calentamiento. Si la humedad se reabastece continuamente de forma que se mantiene la corriente, pueden formarse depósitos de metales o productos de corrosión a lo largo del recorrido eléctrico. Ese efecto es más acusado en las situaciones de corriente directa o continua. Un arco más energético a través de los depósitos podría causar un incendio bajo condiciones específicas. Es necesario un estudio más profundo para definir con más claridad las condiciones necesarias para causas un incendio.

9.9.5 Chispas. Las chispas son partículas luminosas que se forman cuando un arco funde el metal y dispersa partículas alrededor. El término *chispa* se utiliza normalmente para descargas de alta tensión, como las de las bujías de un motor. A efectos de la investigación de los incendios eléctricos, el término *chispas* se limita a las partículas lanzadas por los arcos, mientras que se llama arco a la descarga eléctrica luminosa a través de un espacio vacío.

9.9.5.1 Los cortocircuitos y los fallos de tierra en corrientes de alta intensidad, como cuando un cable sin poner a tierra (por ejemplo, conductor activo) toca el de tierra o el neutro, producen descargas violentas. Como en el cortocircuito puede haber muy poca resistencia, el fallo de corriente puede ser de centenares o miles de amperios. La energía que se disipa en el punto de contacto es suficiente para fundir los metales que hay en él, creando un vacío y un arco visible y dando lugar a chispas. En la mayoría de los casos, los mecanismos de protección se abren (desconectando el circuito) en una fracción de segundo, evitando que se repita el hecho.

9.9.5.2 Cuando los arcos se producen sólo entre cobre y acero, las chispas de metal fundido se empiezan a enfriar inmediatamente cuando van por el aire. Sin embargo, si hay aluminio involucrado en el fallo, las partículas pueden arder por el aire y seguir muy calientes hasta que se queman del todo o se enfrían al caer sobre algún material. Por tanto, las chispas de aluminio arden y pueden prender en combustibles que no prenden con las de cobre o acero. Sin embargo, las chispas de los arcos son una fuente de ignición ineficaz y sólo pueden prender en combustibles muy finos y en condiciones favorables. Además de la temperatura, el tamaño de las partículas determina la cantidad total de calor y su capacidad para prender en combustibles. Por ejemplo, las chispas que saltan de un arco de soldadura pueden prender varios combustibles porque son de tamaño relativamente grande y, por tanto, contienen gran cantidad de calor. El arco en cables de entrada puede producir más y mayores chispas que lo arcos producidos en los circuitos rama.

9.9.6 Fallos de Alta Resistencia. Dependiendo de la naturaleza del fallo y del alcance de los daños del fuego, puede ser difícil encontrar pruebas de un fallo de alta resistencia después del incendio. Son ejemplos de fallo de alta resistencia un conductor con corriente que entra en contacto con un objeto conectado a tierra defectuosamente, o una mala conexión entre las clavijas de una toma de corriente y el enchufe. En el apartado 9.10.4 se recogen ejemplos de pruebas de fallos de alta resistencia que pueden encontrarse después de un incendio.

9.10 Interpretación de los Daños en los Sistemas Eléctricos.

9.10.1 Generalidades. La actividad eléctrica que puede causar incendios puede producir daños característicos que se pueden reconocer después. La prueba de esta actividad eléctrica puede ser útil para localizar el área de origen. Los daños se pueden producir en los cables, contactos, terminales, cajetines u otros componentes. Sin embargo, durante un incendio se pueden producir muchos daños por hechos no eléctricos. En esta sección se ofrecen orientaciones para tratar de establecer si el daño observado es la causa del incendio o el resultado del mismo. Estas orientaciones no son absolutas y muchas veces las pruebas físicas no permiten llegar a una conclusión definitiva.



FIGURA 9.10.2 Un conductor de cobre sólido con una muesca debida a un cortocircuito.

9.10.2* Arcos por Cortocircuito y Fallo de Tierra. Cuando un cable por el que circula corriente toca un cable de tierra o un objeto metálico en contacto con tierra y con resistencia próxima a cero, se produce una descarga por arco y una fusión en el punto de contacto. Esto puede deberse a un reblandecimiento del aislamiento por el calor del fuego o a una falta de protección del aislamiento al pasar junto a un filo metálico o al introducirlo en una caja. La elevada corriente que pasa puede fundir los metales en los puntos de contacto de los objetos implicados, produciendo una rotura y un arco. Por ejemplo, un cable de cobre macizo aparece como si se le hubiera hecho una marca con una lima redonda, como se muestra en la figura 9.10.2. La marca puede o no atravesar el cable, de modo que, cuando el cable se toca, se puede romper con facilidad. Al microscopio se ve que la superficie de esa marca está fundida. A veces aparece también una gota de cobre poroso en la marca o muesca.

9.10.2.1 Los arcos funden los metales sólo en el punto de contacto inicial. Las superficies adyacentes pueden no haberse fundido, a no ser que lo hagan por el incendio u otras causas posteriores. Si se funden después, puede ser difícil identificar dónde se produjo el cortocircuito o el fallo de tierra inicial. Si los cables estaban aislados antes del fallo, y si se sospecha que el fallo es la causa del fuego, será necesario determinar si falló el aislamiento o si se quitó y entonces entraron en contacto los cables. Si el cable u otro objeto metálico no tenia aislamiento en el momento del fallo, puede haber gotas de metal en las superficies adyacentes no fundidas.

9.10.2.2 Los conductores trenzados, como los de las bombillas y cordones de los aparatos eléctricos, presentan efectos de cortocircuitos y fallos de tierra menos consistentes que los de los conductores macizos. Un conductor trenzado puede presentar marcas sólo en alguno de los hilos o hilos fundidos, o en todos los hilos pueden estar fusionados con trenzados juntos, o en trenzas solas fundidas. [*Ver Figura 9.10.2.2*]

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURE 9.10.2.2 Cable de cobre trenzado de una bombilla afectado por un cortocircuito.

9.10.3* Arcos a Través de un Carbonizado Debido a Mecanismos Térmicos. El aislante de los cables expuesto a un fuego directo o calor radiante se carbonizará antes de fundirse. Esa parte carbonizada es suficientemente conductora como para permitir que se produzcan a través de ella arcos esporádicos. Estos pueden dejar puntos fundidos en la superficie o fundir el conductor, según la duración y repetición del arco. Generalmente se producirán arcos en varios puntos, que pueden destruir varios centímetros del conductor, fundiéndolos o dañando varios trozos pequeños.

9.10.3.1 Los estudios sobre producción de arcos por carbonización de cables con tensión (alterna), con envoltura no metálica (Cables tipo NM); expuestos a una fuente radiante de calor ofrecen las siguientes conclusiones:

(1) La apariencia física general de las perlas de un arco, es consistente para un amplio rango de flujos de calor. [*Ver Figura 9.10.3.1(a) y Figura 9.10.3.1(b)*] Todas las perlas de arco resultantes de esta transferencia de masa fueron identificadas de forma visual como producidas por un arco en base a las características enumeradas en 9.11.1.

(2) La falta de oxígeno presente en las situaciones de "flashover" no evitará la formación de perlas de arco ni influirá en el tiempo requerido para crearlas. La apariencia física de las perlas de arco formadas en ambientes con o sin oxígeno fueron similares y se identificaron visualmente como producidas por un arco según las características enumeradas en 9.11.1.[*Ver Figura 9.10.3.1(a), Figura 9.10.3.1(b), y Figura 9.10.3.1(c)]*

(3) Las pruebas realizadas en cables NM forrados de tela, los cuales no utilizan aislamiento de PVC, dan lugar a perlas de arco similares en apariencia a las producidas en pruebas con cables NM con aislamiento de PVC. Sin embargo, en algunas pruebas no pudo observarse perlas de arco visibles a pesar dispararse la protección contra sobre intensidad.

(4) La aparición de arcos por carbonización de cables se produce con tensiones tan bajas como 30 V (eficaces). El tiempo para que aparezca conductividad, se creen las perlas de arco, y se active la protección contra sobre intensidades, dentro de un intervalo de tiempos de interés para la investigación (p.e, minutos vs horas), suele ocurrir con voltajes que exceden los 60 V (eficaces).

9.10.3.2 No llegará corriente a los conductores alejados de la fuente de energía ni al punto en el que los conductores se funden. Estos conductores probablemente quedarán entre los escombros, con todo o parte de su aislamiento destruido. Si el dispositivo de protección no funciona, el resto de los cables entre el punto donde se ha producido el arco y la fuente de alimentación pueden seguir activos, favoreciendo que se produzcan nuevos arcos a través de la parte carbonizada. Los primeros arcos se producen en la parte más alejada de la fuente de alimentación. Para localizar el primer arco es por tanto necesario observar los conductores en toda su longitud. Esto indicará el primer punto del circuito que quedó afectado por el fuego y puede ser útil para la determinación del área de origen. En los ramales, se pueden ver agujeros de varios centímetros en el conducto o en los paneles metálicos en los que se produjo el arco con el conductor.

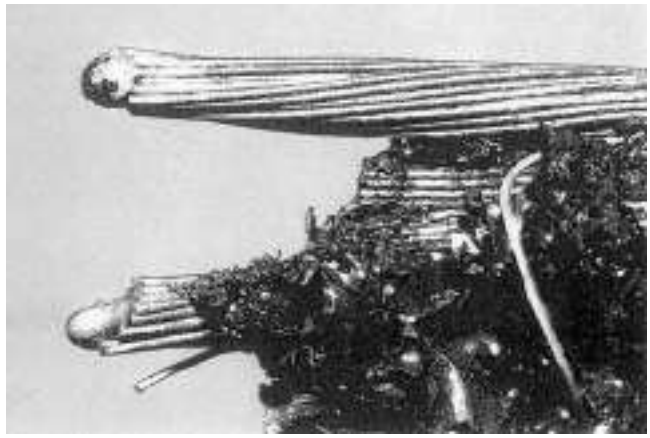


FIGURA 9.10.3.1(a) Cables de cobre fundidos por arco en el aislamiento carbonizado.



FIGURA 9.10.3.1 (b) Cable de cobre fundido por arco en el aislamiento carbonizado con una gota grande que funde juntos los dos conductores.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 9.10.3.1(c) Cables de cobre trenzados fundidos por el arco a través del aislamiento carbonizado con las trenzas rematadas en gotas.

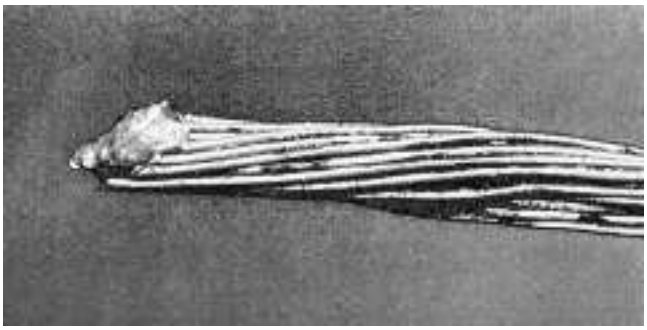


FIGURA 9.10.3.1 (d) Daño por arco en un aislamiento carbonizado de un cable AWG 18

9.10.3.3 Si el fallo se produce en los conductores de la entrada de servicio, varios centímetros de cable pueden fundirse parcialmente o destruirse por los arcos repetidos, ya que la protección contra subidas de intensidad se encuentra en el lado principal del transformador. En el conducto se puede ver un agujero alargado o una serie de agujeros que afectan a varios centímetros.

9.10.3.4* Arcos que Afectan a Conductores No Aislados. Algunos conductores, como las regletas o barras de distribución, no están aislados en toda su superficie, pero se mantienen alejadas de otros conductores o paneles metálicos mediante el uso de aislantes plásticos o cerámicos, y se encuentran próximas y paralelas unas de otras. Estos conductores pueden encontrarse en los cuadros de disyuntores y en cuadros y conmutadores de tipo comercial e industrial. Estas barras de distribución suelen diseñarse para transportar cientos o miles de amperios. Si se produce un fallo por arco entre una barra de distribución o entre esta y un cuadro de conexión a tierra, se producirán grandes daños por fusión y térmicos. Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes

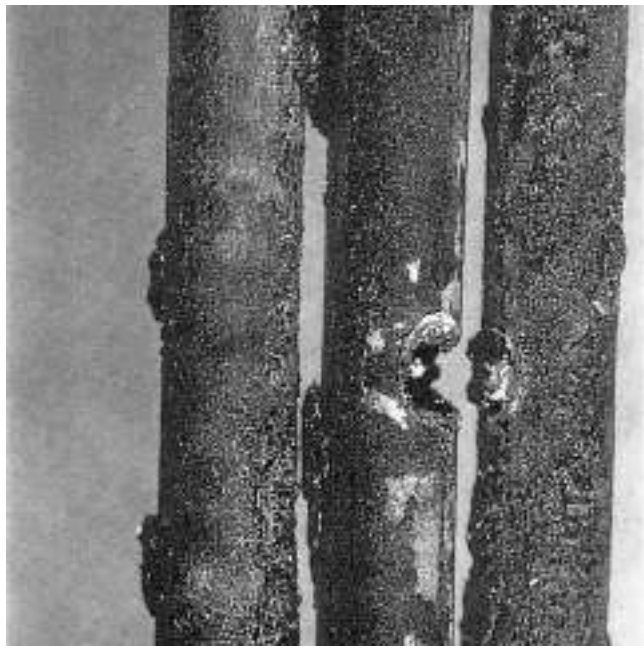


FIGURA 9.10.3.1(e) Daño puntual en un cable AWG 14 causado por un arco en un aislante carbonizado (prueba de laboratorio).



FIGURA 9.10.3.1(f) Daño a cable AWG 18 por arco en aislamiento carbonizado (prueba de laboratorio).

están diseñados para permitir grandes flujos de corriente. Si se crea un arco entre barras de distribución sin aislamiento o entre barra y cuadro de conexión a tierra, el arco se desplazará por las barras lejos de la fuente de energía. Cuando el arco alcance el final de las barras de distribución, se producirán más daños que en el punto donde se inició.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

9.10.4* Recalentamiento de las Conexiones. Los puntos de conexión son los lugares donde más probablemente se dará el sobrecalentamiento en un circuito. La causa más probable del sobrecalentamiento serán una pérdida de conexión o la presencia de óxidos resistivos en el punto de conexión. Por ejemplo, una conexión recalentada en un enchufe doble se oxidará más que el resto de conexiones en el enchufe. Los cables y los terminales pueden presentar picaduras en las superficies o pueden haber soportado una continua pérdida de masa en las que se ha producido el contacto. Esta pérdida de masa puede aparecer como metal perdido o disminución del conductor. Este efecto se ve mucho más probablemente tras un fuego cuando los conductores de cobre están conectados a las terminales de acero. Si las conexiones tienen terminales de latón o aluminio, es más probable que los metales se fundan a que se presenten picaduras. Esta fundición se puede producir por el calor producido por la resistencia o por el fuego. Las picaduras también se puede dar por aleación *(véase sección 9.10.6.3.)*. El recalentamiento de una conexión puede producir un daño térmico y carbonización en los materiales próximos. El calor puede transferirse a lo largo de los conductores unidos a la conexión, causando una carbonización o desprendimiento del aislante y esto, a su vez, provocar un arco. Los daños ocasionados por el arco pueden sobrevivir al incendio.

9.10.5* Sobrecargas. Las subidas de intensidad de suficiente magnitud y duración para causar daños o crear peligro de incendio, se llaman sobrecargas. En cualquier circunstancia, si se sospecha que un incendio ha sido producido por sobrecarga hay que examinar el dispositivo de protección. El lugar más probable en que puede ocurrir una sobrecarga es en las alargaderas o cordones de extensión. No es probable que se produzcan sobrecargas en circuitos con una protección adecuada contra sobrecorrientes.

9.10.5.1 Las sobrecargas causan el calentamiento interno del cable a todo lo largo y en toda su sección, y puede causar ahuecado. El ahuecado es el reblandecimiento y separación de un aislante termoplástico del cable, debido al calentamiento de éste. Si la sobrecarga es grave, el cable se puede calentar lo suficiente para que ardan los combustibles que estén en contacto con él, al fundirse el aislante. Las sobrecargas muy altas pueden fundir el cable. Si el cable se funde y se parte en dos, se abre el circuito y deja de producirse calor. Los otros lugares



FIGURA 9.10.4(a) Conexión sobrecalentada en un terminal de fusibles trifásico a 208 V.



FIGURA 9.10.4(c) Conexión sobrecalentada en la salida de un secador de 240 V.



FIGURA 9.10.4(b) Conexión sobrecalentada en unos disyuntores bipolares.

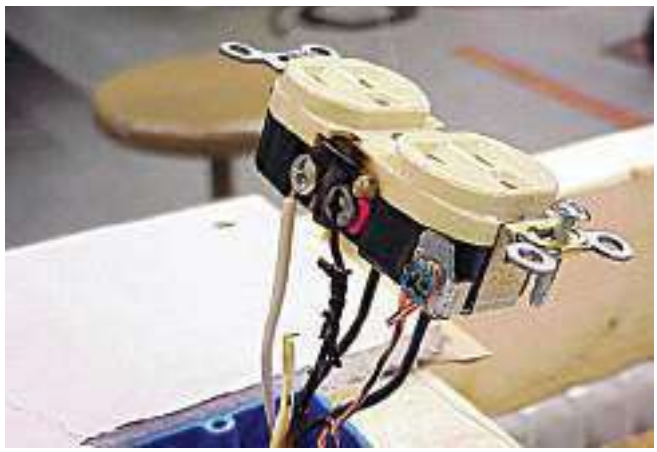


FIGURA 9.10.4(d) Conexión sobrecalentada en una toma doble de 120 V.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

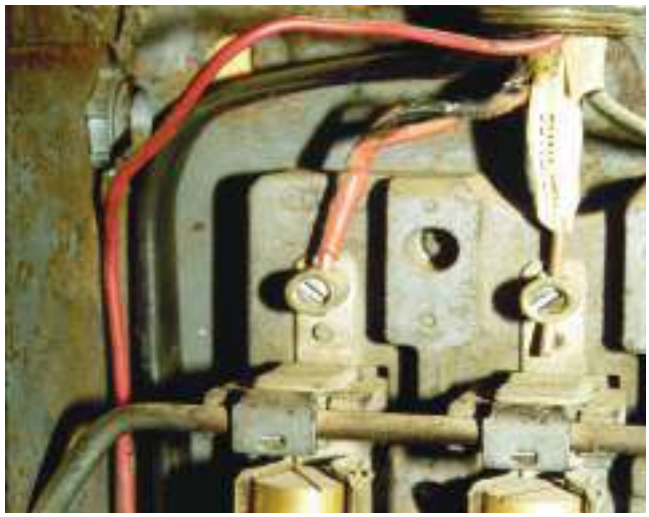


FIGURA 9.10.5 Sobrecarga de corriente en el cable de alimentación de un motor trifásico de 208 V – Cable rojo.



FIGURA 9.10.5.1(a) Cubierta de conductor de cobre de 120 V #14 AWG, conectado a un disyuntor de 50 A.

que hubieran empezado a fundirse se enfrían también. Este efecto se observa en los conductores de cobre, aluminio y Nichromo® (*véase figura 9.10.5.1*). La existencia de varias roturas es un buen indicativo de fuertes sobrecargas, aunque no necesariamente se forman por sobrecarga.



FIGURA 9.10.5.1 Conductores de aluminio afectados por sobrecargas presentan varias roturas.

9.10.5.2 La sobrecarga es más corriente en los cables de la entrada de servicio que en los de los ramales, pero generalmente es consecuencia del fuego. Los fallos en los cables de entrada producen chispas y se pueden fundir en el lugar del fallo, a no ser que los conductores estén en contacto continuo para que se produzcan las sobrecargas altas y sostenidas que dan lugar a la fusión de largas secciones de los cables.

9.10.6 Efectos no causados por la electricidad. Los cables pueden verse afectados antes o durante un incendio por otras causas que no son la electricidad, y que suelen poder distinguirse de la misma.

9.10.6.1 Color de la superficie de los conductores. Cuando el aislante de un conductor de cobre se ve afectado y se quita por cualquier medio, el calor hará que la superficie del conductor se oxide desde el color rojo oscuro al negro. Si hay ácidos, se forman colores verde o azul. El ácido más corriente proviene de la descomposición del PVC. Estos colores no tienen valor para establecer las causas del incendio, porque casi siempre son resultado del propio incendio.

9.10.6.2 Fusión por el fuego. Cuando están expuestos al fuego o ascuas incandescentes, los conductores de cobre pueden fundirse. En principio se produce un abombamiento y distorsión de su superficie (*véase figura 9.10.6.2(a)*). Las estrías que había en la superficie de fábrica del cable desaparecen. La siguiente fase es que el cobre se funde en la superficie y se forman algunas gotas. Si se sigue fundiendo, pueden producirse zonas más estrechas (cuellos y gotas) (véase figura 9.10.6.2 (b)). En estas circunstancias, la superficie del cable tiende a quedar lisa. El cobre resolidificado forma glóbulos. Los glóbulos causados por la exposición al fuego son de forma y tamaño irregular. A menudo están afilados e incluso puntiagudos. No hay línea de demarcación distintiva entre las superficies fundidas y no fundidas.

9.10.6.2.1 Los conductores trenzados que alcanzan su temperatura de fusión se vuelven más rígidos. Si se siguen calentando, el cobre puede fundirse entre los hilos, de modo que el conductor queda macizo con una superficie irregular que denota los hilos de los que está formado, como se muestra en la figura 9.10.6.2.1(a). Si se sigue calentando causará la fundición, estrechamiento, y formación de los típicos glóbulos de conductores sólidos. A veces es necesaria una lupa para observar estos efectos. Los conductores de mayor sección que se funden en un incendio pueden tener también todos los hilos fundidos por el calor o permanecer separados y más finos. En algunos casos, algunos hilos pueden presentar en su extremo un glóbulo parecido a una perla, aunque el daño producido en el cable se deba a la fusión. Las figuras 9.10.6.2.1 (b) y 9.10.6.2.1(c) muestran algunos ejemplos.



FIGURA 9.10.6.2(a) Conductores de cobre calentados por el fuego hasta su temperatura de fusión, mostrando zonas de cobre fundido, abombamiento y distorsión superficial.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

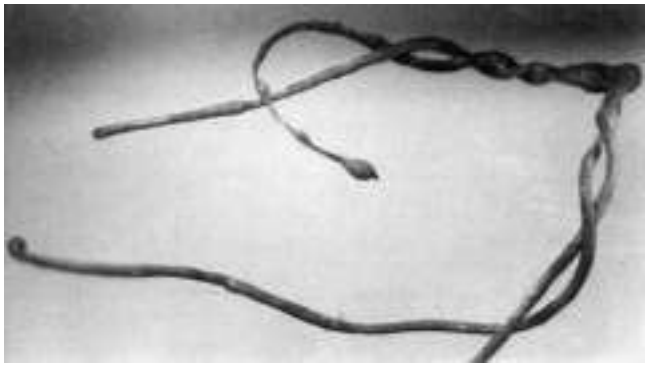


FIGURA 9.10.6.2 (b) Conductores de cobre calentados por el fuego, mostrando glóbulos.

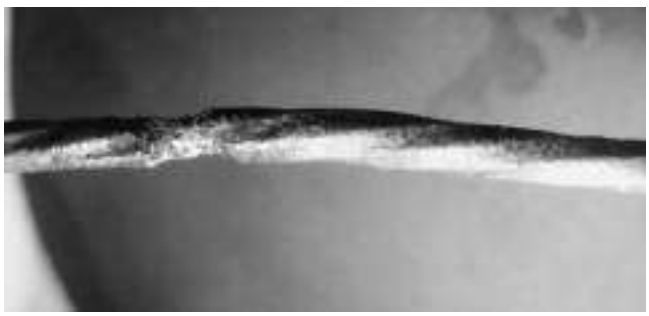


FIGURA 9.10.6.2.1(a) Conductor de cobre trenzado en el que la fusión producida por el fuego ha hecho que los hilos se fundan juntos.

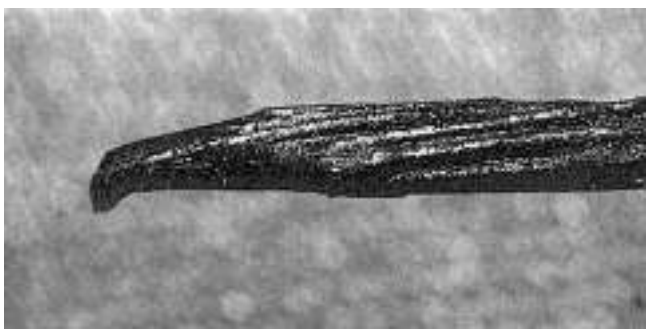


FIGURA 9.10.6.2.1(b) Cable de cobre trenzado fundido por el fuego.



FIGURA 9.10.6.2.1(c) Otro ejemplo de cable de cobre trenzado fundido por el fuego.

9.10.6.2.2 Los cables de aluminio se funden y se vuelven a solidificar en formas irregulares que no sirven para descubrir la causa del incendio, como se muestra en la figura 9.10.6.2.2. Debido a su menor temperatura relativa de fusión, los cables de aluminio se funden en casi todos los incendios, por lo que raramente pueden contribuir a descubrir su causa.

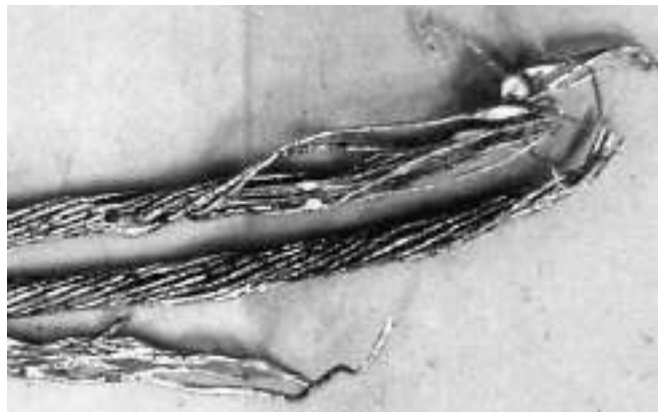


FIGURA 9.10.6.2.2 Cables de aluminio fundidos por el fuego, mostrando zonas más delgadas, zonas bulbosas y extremos puntiagudos.

9.10.6.3* Aleaciones. Si se funden en presencia de otros metales, el aluminio y el zinc pueden formar aleaciones. Si durante un incendio caen gotas de aluminio en un conductor de cobre desnudo y se enfrían, el aluminio quedará ligeramente pegado a la superficie del cobre. Si ese punto se vuelve a calentar por el fuego, el metal penetra en el óxido y forma una aleación que se funde a menor temperatura que el metal puro. Después del incendio, un punto donde se haya producido una aleación de aluminio aparece rugoso y grisáceo en su superficie o con un color plateado un poco más brillante. La aleación de cobre-aluminio es frágil y si el cable se dobla por ese punto, se puede romper. Si la aleación se funde durante el fuego, deja un hueco forrado de esa misma aleación. La presencia de aleaciones se puede confirmar mediante análisis químico.

9.10.6.3.1 Los conductores de aluminio que se funden por el calor del fuego en los terminales, causan picaduras en los mismos. No hay manera de distinguir visualmente si la picadura se ha producido por la aleación o por un recalentamiento del terminal. El zinc forma con el cobre una aleación llamada bronce, de color amarillento y no tan frágil como la de aluminio.

9.10.6.3.2 El cobre y la plata también forman aleaciones. Esto puede ocurrir a temperaturas inferiores de su punto de fusión. Las aleaciones pueden verse en contactos, interruptores eléctricos, protectores térmicos, contactores, relés, y elementos similares.

9.10.6.3.3 Los conductores de cobre, terminados en conexiones, o terminales que contienen soldadura, pueden tener áreas de aleaciones, glóbulos, extremos redondeados, o picaduras después del fuego. Estos efectos vienen causados por la interacción entre el cobre y la soldadura.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 9.10.6.4 Cable con cubierta no metálica fijado de manera incorrecta a un soporte metálico de una cercha de madera.

9.10.6.4* Daños Mecánicos. Los agujeros y las marcas que se forman en los conductores por medios mecánicos, se pueden distinguir en general de los arcos examinándolos al microscopio. Los daños mecánicos se presentan normalmente como rayas hechas por lo que los haya causado. Las marcas hechas en los conductores presentan unas deformaciones a su alrededor. Los daños y marcas mecánicas no aparecen en las superficies fundidas causadas por energía eléctrica.

9.11 Identificación de la Fusión por Arco en Conductores Eléctricos. Los conductores eléctricos fundidos pueden examinarse para determinar si el daño es prueba de arco eléctrico o fundición por el fuego.

9.11.1 Fusión causada por el arco eléctrico.

9.11.1.1 Los arcos eléctricos producen temperaturas muy altas, y calentamiento localizando a lo largo del camino que sigue el arco, capaz de fundir los conductores eléctricos en los lugares en que entra en contacto con ellos. Debido a que normalmente el arco eléctrico cubre un área pequeña durante un corto período de tiempo, el daño causado por este se encuentra localizado, con una clara demarcación entre las zonas fundidas y no fundidas. Debido a la alta temperatura que alcanza un arco eléctrico y al rápido enfriamiento del conductor, las secciones transversales pulidas de las perlas de arco sobre conductores sólidos o trenzados pueden mostrar una elevada porosidad interna. El arco puede producir partículas fundidas que pueden ser pulverizadas desde la zona del arco y acabar en zonas próximas del conductor o superficies adyacentes. A veces, para detectar rastros tan finos como puede ser la línea de demarcación entre los elementos fundidos y no fundidos de un conductor, puede ser necesario usar una lupa, limpiar con un pincel o realizar un baño de ultrasonidos. Los rastros siguientes son ejemplos comunes de daños producidos por un arco eléctrico sobre un conductor:

(1) Clara demarcación entre las zonas dañadas y no dañadas.

(2) Objetos con forma lisa y redondeada.

(3) Puntos de contacto localizados.

(4) Área dañada identificable en el conductor opuesto.

(5) Aumento local del tamaño de grano

(6) Olas de re solidificación.

(7) Trazos de líneas visibles de cobre en la parte exterior del área dañada.

(8) Depresiones redondeadas en áreas localizadas.

(9) Pequeñas perlas y terrones localizados sobre un área limitada.

(10) Alta porosidad interna de la sección del conductor

9.11.1.2 El resultado del daño por arco pueden ser muescas a ambos lados de los conductores [*ver Figura 9.10.2 y Figura 9.10.3.1 (e)*], o formas redondeadas o irregulares en los extremos de los conductores fundidos [*ver Figura 9.10.3.1(a), Figura 9.10.3.1(b), Figura 9.10.3.1(c), Figura 9.10.3.1(d), y Figura 9.10.3.1(f)*]. El arco produce a menudo chispas que se esparcen desde el punto del arco y que pueden recogerse en áreas cercanas del conductor.

9.11.2 Fusión Causada por el Fuego. A diferencia de la fusión o derretimientos causados por un arco eléctrico, cuando los conductores se funden por causa del fuego, el daño se distribuye por un área mucho más grande, sin líneas de demarcación claras entre las zonas que han sido derretidas y las que no (ver 9.10.6.2) Los conductores derretidos por el fuego pueden presentar formas globulares irregulares, o lisas, bordes cónicos y ásperos. Los rastro siguientes pueden detectarse en los conductores dañados por el fuego:

(1) Efectos graves visibles sobre los objetos.

(2) Extensas áreas dañadas, sin demarcación clara de las partes no dañadas del material

(3) Arqueo gradual del conductor (asumiendo que esto no se debe a un efecto mecánico)

(4) Se observa poca porosidad interna en la sección del conductor.

9.11.3 Fusión Eutéctica. La fusión eutéctica (aleación) implica daños producidos cuando un metal, de diferente composición, entra en contacto con el metal sobre el que se deposita. El origen de la fusión puede, o no, ser eléctrico, pero el daño producido en el metal, al depositarse el segundo metal, no implica una corriente eléctrica y no es una forma de daño de origen eléctrico. Las aleaciones son muy fáciles de localizar usando un microscopio de barrido electrónico en conjunto con una espectroscopia de rayos X (SEM/EDS), técnicas que permiten llevar acabo los análisis elementales, pero a menudo, las aleaciones pueden ser identificadas en el mismo escenario de investigación. El área dañada se encontrará directamente debajo de un objeto (e.g., aluminio, zinc, estaño, plomo), que se ha fundido y ha goteado, el área dañada puede presentar un color metálico muy diferente. Se advierte al investigador que examine de forma completa la zona afectada por la fusión eutéctica y la causa por la cual los dos metales han entrado en contacto. Las aleaciones no desaparecen al realizar limpiezas ultrasónicas.

9.11.4 Fusiones superficiales. Las fusiones superficiales son similares a las producidas de manera eutéctica, pero en este caso el metal fundido que queda depositado tiene la misma composición que el metal sobre el que se deposita

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

(e.j., cobre sobre cobre) El metal fundido puedo o no haber sido fundido debido a una causa eléctrica, pero el objeto solidificado encontrado en el lugar de depósito de la fusión, no ha surgido debido a una actividad eléctrica. Las fusiones superficiales no son comunes. Generalmente hace falta un análisis microscópico o un estudio de una sección del material depositado, para obtener una identificación positiva de este fenómeno.

9.11.5 Conductores Infradimensionados. A veces se cree que los conductores infradimensionados, como por ejemplo un AWG 14 en un circuito de 20 amperios, se pueden recalentar y causar incendios. En la capacidad de todos los conductores se incluye un amplio factor de seguridad. Aunque se supone que la capacidad máxima de un conductor AWG 14 es de 15 amperios, el calor que pueda producir el paso de una corriente de 20 amperios no es necesariamente causa de un incendio. Esa mayor temperatura puede deteriorar el aislante más rápidamente, pero no fundirlo ni causar su rotura y la aparición del cable pelado sin que haya otros factores que generen o retengan el calor. La presencia de conductores infradimensionados o con su aislante fundido, no demuestra que hayan sido la causa del incendio (véase 9.2.8).

9.11.6 Conductores Dañados o Estirados. Los conductores que tienen una menor sección por estar doblados o golpeados, suelen recalentarse excesivamente en esos puntos de menor sección. Tanto los cálculos como los experimentos han demostrado que el calor adicional que se puede producir con intensidades nominales es despreciable. Así mismo, tirar de los conductores dentro de un tubo puede deformarlos como un caramelo masticable y reducir su sección hasta un tamaño demasiado pequeño para la capacidad de la protección. Los conductores de cobre no pueden estirarse tanto sin romperse en el punto más débil. Cualquier estiramiento que se produzca antes de que se deforme el forro de plástico, no provocaría ninguna disminución significativa de la sección ni un recalentamiento excesivo.

9.11.7* Procedimiento de mapeo de arcos.

9.11.7.1 El mapeo de arcos implica una serie de procesos entre los que se incluyen la identificación del arco, como se explica en el apartado 9.11.1 Primero es necesario localizar los arcos para después documentarlos. Existen varias maneras de realizar este trabajo, pero todas ellas tratan de encontrar la manera de determinar las relaciones entre la localización de los arcos mismos, así como la relación entre la localización de los arcos y otras evidencias, como fuentes de ignición en el escenario del fuego. Dependiendo de las circunstancias, algunos escenarios de incendios sólo se puede realizar un mapeo de arcos parcial, o aplicar parcialmente el mapeo a ciertos piezas de equipo.

9.11.7.2 No se requiere la ayuda de un ingeniero eléctrico para realizar un mapeo de arcos. El mapeo de arcos se basa principalmente en el reconocimiento de marcas, las cuales son identificadas de manera habitual en otras áreas de la investigación de incendios. En algunos casos, no obstante, puede que se necesite recurrir a un ingeniero eléctrico para calcular la corriente de cortocircuito disponible , o el trazado de la actividad de los circuitos, pero esto no se requiere necesariamente para realizar un mapeo de arcos que determine el origen de los mismos. De manera similar, un experto en metalurgia podrá ayudar a determinar si las anomalías particulares de los conductores se deben a un arco eléctrico, como se discute en 9.11.7.3., procesos de confirmación de marcas de arco.

9.11.7.3 Localización de marcas de arcos.

9.11.7.3.1 Las marcas de arcos pueden encontrarse sobre los conductores, los tubos, y sobre superficies conectadas a tierra o superficies a diferente potencial. Las marcas grandes de arcos sobre tubos pueden verse en particular cuando se han visto envueltos voltajes elevados y corriente de falla asociada con la distribución eléctrica de una planta grande o un edificio comercial. La energía de estos circuitos, aunque se considera de bajo voltaje (<600 V) según la NEC, puede proporcionar la suficiente energía para dañar de manera considerable tanto el conductor como el tubo. Este hecho puede proporcionar una buena localización del lugar donde el calor afectó por primera vez al tubo, examinando el tubo conductor en busca de orificios en los cuales la energía que se disipa es suficiente para fundir el tubo. Los orificios son lo suficientemente grandes para ser vistos durante un examen completo del tubo. La presencia de orificios en los tubos es indicativa de la aparición de arcos, pero su ausencia no implica que no se hayan producido dichos arcos. Realizar la inspección de un tubo en busca de orificios no quiere decir que se esté realizando una inspección de arcos eléctricos. La presencia de orificios en algunos tubos dañados puede ser resultado de una aleación o de otro efecto externo.

9.11.7.3.2 Los conductores y tubos requieren de un examen completo para localizar las marcas de los arcos. Un examen adecuado requiere un acceso visual y táctil total a la circunferencia completa del conductor o del tubo. Además, el examen requiere claridad, por lo que se debe recurrir a luces de trabajo orientables. El método más utilizado de examen consiste en recorrer de manera suave con las manos enguantadas, la totalidad del objeto de investigación, mientras se utiliza una luz oblicua para localizar sombras resaltadas por la fuente de luz. Esta aportación permite dos medios para ayudar a encontrar las anomalías. Debido a que las marcas de los arcos pueden llegar a ser menores de 1 mm, es muy importante que el investigador tenga acceso completo a la totalidad de la circunferencia del conductor estudiado.

9.11.7.3.3 En ocasiones, la identificación positiva de una anomalía en un conductor como la marca producida por el paso de un arco eléctrico no puede realizarse in situ. En estos casos, la marca del arco puede ser identificada, localizada y tratada como si hubiese producida por un arco, hasta que pueda obtenerse más información acerca de la marca.

9.11.7.3.4 Para conductores situados en tubos, puede llegar a ser necesario extraer el conductor del tubo para realizar su examen. En este caso, las secciones del conductor deberían mantener la misma orientación que presentaban dentro del tubo. Pueden ser extendidos junto al tubo en el que se encontraban para poder realizar comparaciones entre los puntos claves del conductor y la parte del tubo que los protegía.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

9.11.7.3.4.1 Mantener la orientación del conductor respecto al tubo conductor también ayuda a la hora de documentar cualquier hallazgo. A la hora de retirar el conductor del tubo se requiere precaución, ya que este puede encontrarse adherido al tubo debido a un arco eléctrico o a la corrosión. Además, se debe tener cuidado de no romper los conductores frágiles a la hora de retirarlos. Después de retirar el conductor del tubo, se examinará a fondo como se describe en el apartado 9.11.7.3.2. La conservación del conductor se realizará utilizando grapas para asegurarlo al tubo del que fue extraído. En caso de que la ductilidad del conductor lo permita, también podrá enrollarse dentro de una bobina para su conservación.

9.11.7.3.5 Retirar el aislamiento suelto u otros materiales similares puede ser aceptable para ver el conductor. Debido a la relativa fragilidad del cobre, debería procederse con extremo cuidado a la hora de usar herramientas, como pueden ser alicates de acero. Para realizar esta tarea se puede recurrir a herramientas que no dañen el conductor, como cepillos de nylon o palillos de bambú, mediante los cuales se puede retirar el aislamiento minimizando el daño sobre el cobre.

9.11.7.3.6 Deberá plantearse el problema entre obtener información de campo del conductor para discernir los orígenes del fuego, y la necesidad de enviar dicho conductor a un ambiente propicio para proceder a un examen más completo. Esto puede hacer necesario que los conductores sean marcados antes de ser retirados, para poder ser examinados posteriormente, manteniendo la orientación y situación apropiada respecto a la escena o al circuito.

9.11.7.4 Documentación de los daños

9.11.7.4.1 Documentar los arcos eléctricos puede implicar diferentes actividades, dependiendo del propósito por el cual se realiza el mapeo de los arcos. Si el mapeo se realiza para establecer el origen de un fuego, entonces tendrá que tenerse en cuenta la localización física del arco en el edificio, y su relación con fuentes potenciales de ignición y combustibles, lo que deberá ser anotado. En otros casos, puede realizarse el mapeo para obtener una información más limitada, como determinar si el arco eléctrico tuvo lugar dentro o fuera de una pieza de equipo en particular. En ambos casos, se recomienda realizar pequeños dibujos y esquemas, así como anotaciones.

9.11.7.4.2 En la mayoría de los casos, los datos más importantes incluyen "las dos partes del arco" o "el compañero de marca". Esto implica localizar tanto la parte no puesta a tierra del conductor como la que si lo está enterrada del conductor, para demostrar el circuito completo con el fallo y las marcas que dejó. Encontrar dos marcas o más asociadas con el fallo incrementa la posibilidad de que se haya identificado una marca verdadera. Ambos "lados" del arco deberían ser fotografiados. Como en otros caso, se debería tener una visión de conjunto y primeros planos.

9.11.7.4.3 Aunque a veces no es posible debido a la destrucción y los daños producidos en los circuitos, la documentación debería incluir una identificación de los mismos según fueron encontrados. Esta tarea puede verse facilitada marcando los circuitos sobre los planos del edificio o por medio del uso sondas o cualquier otra técnica que permita localizar las marcas.

9.11.7.4.4 En caso de que una parte del conductor fuese retirada y conservada, esta debería ser documentada de igual manera que cualquier otra evidencia. Recurriendo al embalaje apropiado se tendrá mucho cuidado a la hora de evitar daños adicionales en el conductor. La limpieza de superficie de la muestra no se realizará hasta que se haya producido el examen completo de la muestra por todas las partes de la investigación.

9.11.7.4.5 El proceso de limpieza de superficies típico suele incluir el uso de detergentes ligeros y limpiadores ultrasónicos. Cuando esto suceda, las marcas de arco deberían ser documentadas antes y después de la limpieza, registrándose los cambios producidos.

9.11.7.4.6 Las marcas que no sean debidas a arcos también deberían ser documentadas. Pueden ser fotografiadas. En algunos casos puede ser útil recoger restos de muestra para documentar la observación de marcas no producidas por arcos. La fusión del cobre puede ayudar a la hora de entender la distribución de temperatura en el compartimento. Documentar las zonas de fusión de cobre puede ser útil para entender escenario en el que ha tenido lugar el fuego.

9.11.7.4.7 En los lugares en los que los conductores pueden rastrearse hasta los cuadros, debería ser registrada situación del interruptor de protección del circuito (encendido, apagado, disparado).

9.11.7.4.8 La ausencia de marcas de arcos puede ser una evidencia importante, y debería ser anotado, dejando claro que el área en particular ha sido examinada pero no se han encontrado restos de arcos. Más que las fotos generales del escenario del fuego La realización de una secuencia de fotos que indique el progreso de los trabajos de descubrimiento de capas, puede ayudar mejor a la hora de documentar estos hallazgos.

9.11.7.5 Interpretaciones, implicaciones y notas sobre el mapeo de arcos.

9.11.7.5.1 Las pruebas realizadas sobre compartimentos individuales a escala real, indican que los arcos suelen ser más frecuentes en las áreas de origen. No obstante, no parece existir una correlación directa de forma que el origen y la aparición del arco de un conductor estén en dos puntos geométricamente muy cercanos. Todavía continúan las investigaciones sobre este tema en particular.

9.11.7.5.2 Cuando son varios los arcos encontrados en un mismo circuito, y existe un arco de rotura más cercano al suministro que los demás arcos, entonces los arcos que están corriente abajo no han podido producirse más tarde que el arco de rotura.

9.11.7.5.3 En algunos casos, la retroalimentación o el contacto de conductores cargados permite la alimentación de los conductores en los lugares en los cuales los dispositivos de protección del circuito (interruptores) han operado para cortar el circuito (disparados), o encontraban en la posición de apagado.

9.11.7.5.4 En caso de no realizarse un mapeo de arcos completo en todas las áreas dañadas por el fuego (dejando partes del edificio o de los conductores sin examinar), las conclusiones extraídas del mapeo de arcos se limitarán únicamente a la zona examinada. Los lugares sin examinar pueden incluir, grapas ocultas, o en las zonas en las cuales los conductores pasaban a través pasamuros, de tal manera que la circunferencia completa no pudo ser examinada.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

9.11.7.5.5 El cableado de los edificios, en algunos lugares o países, se hace en anillo en lugar de alimentaciones "punto a punto" usado en Norte América. En dichos edificios, puede no ser posible determinar si la un arco está situado corriente arriba o corriente abajo del otro

9.11.8* Grapas en contacto con el conductor.

9.11.8.1 A veces se piensa que si las grapas que sujetan los cables se aprietan mucho, producen recalentamiento o corrientes inducidas, porque rompen el aislamiento y pueden llegar a tocar el cable. Una grapa bien instalada con su extremo achatado, no puede romper el aislante. Si se dobla, pudiera ser que su extremo atravesara el aislante y tocara el cable, en cuyo caso se produciría un cortocircuito o fallo de toma a tierra. Esa circunstancia sería evidente después del incendio, pues la grapa tendría su punta doblada y tanto en ella como en el cable habría puntos fundidos, a no ser que se destruyera por el fuego consecuente. El cortocircuito haría que el mecanismo de protección abriera el circuito y evitara mayores daños. No habrá continuidad de calor en el contacto, y el breve arco de cierre podría no incendiar el aislamiento en el conductor o la madera a la que está grapada.

9.11.8.2 Si la grapa está mal colocada de modo que una pata de la grapa penetra el aislamiento y contacta tanto un conductor con corriente y un conductor conectado a tierra, se producirá un cortocircuito o fallo de toma a tierra. Si la grapa rompe el conductor con corriente, se puede formar una conexión de calor en ese punto.

9.11.8.3 Una grapa o clavo incorrectamente colocados pueden generar una presión sobre el aislamiento del conductor. El aislamiento puede rasgarse y desprenderse y, con el tiempo, formar un contacto de alta resistencia entre el conductor y la grapa o clavo. Este tipo de contacto de alta resistencia puede provocar un incendio meses o años después de producirse el daño. Si puede identificarse positivamente la grapa o clavo que causó el daño, encontrando evidencias de una transferencia de metal entre el cable y la grapa, puede apoyarse la hipótesis de que se ha generado un recorrido eléctrico de alta resistencia. Debe indicarse que la transferencia de metal desde un conductor a una grapa o clavo, puede ser consecuencia de un fuego incipiente. Para que esta fuente de calor sea una fuente de ignición, debe haber en las proximidades materiales que entren fácilmente en ignición. Las piezas de madera u otros elementos estructurales no se consideran combustibles fácilmente inflamables.

9.11.9 Cortocircuito. A veces se piensa que un cortocircuito (baja resistencia y alta corriente) en una instalación o un ramal hace que arda el aislante de los cables y que se propague el fuego. Normalmente, el rápido arco de abertura que se puede producir antes de que salte el dispositivo protector, no puede calentar el aislante lo suficiente para que se generen gases combustibles, aunque el centro del arco pueda alcanzar varios miles de grados. Si la protección contra sobrecorriente es defectuosa o se destruye, el cortocircuito puede convertirse en sobrecarga y, como tal, convertirse en una fuente de ignición.

9.11.10 Conductor con Glóbulos. La presencia de un glóbulo o perla en el extremo de un cable no indica por sí mismos la causa del incendio.

9.12 Electricidad Estática.

9.12.1 Introducción a la Electricidad Estática.

9.12.1.1 La electricidad estática es la carga eléctrica de un material mediante el contacto físico y la separación y los efectos que causan las cargas eléctricas positivas y negativas generadas en este proceso. Esto se debe a la transferencia de electrones (cargas negativas) entre los cuerpos en contacto, quedando uno positivamente cargado al ceder electrones y el otro, que lo recibe, con la misma carga pero negativa.

9.12.1.2 Las fuentes más corrientes de electricidad estática son:

(1) Materiales pulverizados que pasan por conductos o transportadores neumáticos.
(2) El vapor, aire o gas que pasan por aberturas de tubos o tuberías, cuando el vapor está húmedo o el aire o gas contienen partículas en suspensión.
(3) Electricidad no conductiva o cintas transportadoras en movimiento.
(4) Vehículos en movimiento.
(5) Líquidos no conductores que pasan por tuberías o que rebosan, salpican o caen.
(6) Roce de ropas entre sí o contacto de los zapatos con suelos y revestimientos al andar.
(7) Tormentas que producen violentas corrientes de aire y diferencias de temperatura que dan lugar a movimientos de agua, polvo y cristales de hielo que generan rayos.
(8) Movimientos de todo tipo que suponen cambios en la posición relativa de las superficies de contacto, generalmente de líquidos o sólidos distintos.

9.12.2 Generación de Electricidad Estática.

9.12.2.1 Generalidades. La generación de electricidad estática no se puede evitar, pero eso tiene poca importancia porque la generación de cargas eléctricas puede no suponer en sí misma un riesgo de incendio o explosión. Para que se produzca la ignición debe haber una descarga o recombinación instantánea de las cargas positivas o negativas, que dé lugar a un arco eléctrico en una atmósfera combustible. Cuando hay una carga eléctrica en la superficie de un cuerpo no conductor y queda allí sujeta o imposibilitada de escapar, se llama electricidad estática. Una carga eléctrica en un cuerpo conductor que esté en contacto solo con otros no conductores, tampoco puede escapar y entonces es *estática* o inmóvil. En cualquier caso, se dice que ese cuerpo está cargado y la carga puede ser positiva (+) o negativa (-).

9.12.2.2* Liquido Inflamables. También se genera electricidad estática cuando un líquido se mueve en contacto con otros materiales, por ejemplo cuando circula por tuberías o al mezclarse, agitarse, bombearse, pulverizarse, filtrarse o agitarse. En ciertas condiciones, sobre todo con los hidrocarburos líquidos, se puede acumular electricidad estática en el líquido. Si la acumulación de carga es suficiente, se puede producir un arco eléctrico. Si se produce un arco en presencia de una mezcla aire-vapores inflamables, se puede producir su ignición.

9.12.2.2.1 El filtrado de líquidos con algunos microfíltros o filtros de arcilla, aumenta de manera notable la posibilidad de que se generen cargas estáticas. Las pruebas y la experiencia demuestran que algunos filtros de este tipo pueden generar cargas de 100 a 200 veces superiores a las generadas con otros tipos de filtro.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 9.12.2.2.2 Líquidos comunes con conductividad

Nivel de riesgo	Ejemplos	Conductividad tipica (S m- [1])
Bajo: conductividad menor de 10^{-13}	Hexano	10^{-17}
	Disulfuro de carbono	8×10^{-16}
	Benceno	5×10^{-15}
	heptano	3×10^{-14}
Alto: conductividad entre 10^{-13}y 5×10^{-11}	xileno	10^{-13}
	dioxano	10^{-13}
	tolueno	10^{-12}
	Ciclohexano	2×10^{-12}
	Estireno	10^{-11}
	Keroseno	1.5×10^{-11}
	hexametildisilazano	2.9×10^{-11}
	Jet-A	$2–3\times10^{-11}$
Bajo: conductividad mayor de 5×10^{-11}	Gasolina	10^{-10}
	Turpentina	4×10^{-10}
	Crudo de petroleo	10^{-9} to 10^{-7}
	Hidrocarburos halogenados	10^{-8}
	Alcohol metílico	10^{-7}
	Alcohol etílico	1.4×10^{-7}
	Cetonas	10^{-5}
	Agua desionizada	10^{-5}
	iso-propanol	10^{-4}
	Lluvia ácida	10^{-2}

9.12.2.2.2 La conductividad eléctrica de un líquido determina su capacidad para acumular y mantener carga eléctrica. Los líquidos con una conductividad baja no tienen la suficiente carga libre para acumular una carga eléctrica importante. Los líquidos con una conductividad alta cuentan con las suficientes cargas libres, pero la carga eléctrica no puede acumularse hasta llegar un nivel significativo. En consecuencia, los líquidos de alto riesgo serían aquellos con una conductividad intermedia (ver Tabla 9.12.2.2.2) La unidad de medida de la conductividad es el siemens por metro, abreviado S/m. Un siemens lo opuesto a un ohmio.

9.12.2.3 Cargas en la superficie de un líquido. Si se vierte, se bombea o se transfiere de cualquier otra manera, a un depósito o contenedor un líquido eléctricamente cargado, las cargas de la misma polaridad del líquido serán repelidas unas contra otras hacia la superficie exterior, no sólo la que está en contacto con las paredes del recipiente, sino la parte superior superficial adyacente al espacio de aire o vapor, si existe. Estas últimas cargas, llamadas *cargas superficiales*, pueden causar serios problemas en muchas situaciones. En la mayoría de los casos, los recipientes son metálicos y por tanto conductores de la electricidad.

9.12.2.3.1 Aunque el recipiente esté conectado a tierra, el tiempo que tardan en disiparse las cargas, llamado tiempo de disipación, puede ir de algunos segundos a varios minutos, según la conductividad del líquido y la velocidad y modo con que se transfiera al recipiente, es decir, la velocidad a la que se acumule la carga electrostática.

9.12.2.3.2 Si la diferencia de potencia entre cualquier parte de la superficie del líquido y la superficie metálica del recipiente es suficientemente alta, el aire que está por encima del líquido se puede ionizar y un arco puede descargar a la superficie del recipiente. Sin embargo, un arco de este tipo es menos probable que con alguna parte que sobresalga o con un objeto conductor que se meta en el líquido. Estos salientes u objetos se conocen como promotores de chispas (arcos). Los arcos producidos de este modo no dejan de producirse aunque el tanque esté conectado a tierra.

9.12.2.3.3 Si el depósito o recipiente no está conectado a tierra, la carga se puede transmitir también a su exterior y producir un arco con cualquier otro objeto próximo a la superficie exterior del depósito, ahora cargada.

9.12.2.4* Carga por Transferencia. La *carga por transferencia* es un término utilizado para describir un producto cargado en un depósito o recinto que anteriormente había tenido otro producto de distinta presión de vapor y punto de ebullición. Esa carga por transferencia puede producir una ignición si se echa un líquido con menor presión de vapor o mayor punto de inflamación, por ejemplo fuel-oil, en un depósito con un vapor inflamable de un cargamento anterior, como la gasolina. Las descargas estáticas producidas normalmente durante la operación de llenado pueden hacer que arda la mezcla vapor-aire que quedaba del líquido con punto de inflamación más bajo.

9.12.2.5 Trabajos de Pulverizado. La pulverización a alta presión de líquidos inflamables, como la pintura a presión, puede producir importantes cargas electrostáticas en la superficie pintada y en la boquilla de la pistola de pintar, si no está conectada a tierra.

9.12.2.5.1 Si el material que se pulveriza puede crear una atmósfera inflamable, como sucede con las pinturas con disolventes inflamables, una descarga estática puede inflamar la mezcla pintura-aire.

9.12.2.5.2 En general, los aparatos de pintura por pulverización sin aire a alta presión tienen más posibilidades de crear una acumulación peligrosa de cargas estáticas que los pulverizadores por aire comprimido a baja presión.

9.12.2.6 Gases. Si un gas en circulación resulta contaminado por óxidos metálicos, partículas debidas a descamado, polvo o por gotas de otro líquido, se pueden producir acumulaciones de electricidad estática. Una corriente de gas contaminado dirigida contra un objeto conductor, hará que ese objeto se cargue a no ser que esté conectado a tierra o unido a la tubería de descarga. Si se acumulan cargas en cantidad suficiente, se puede producir un arco que, si lo hace en presencia de una atmósfera combustible, puede producir la ignición.

9.12.2.7 Polvos y Fibras. Durante la manipulación y procesos industriales de los polvos y fibras, se pueden generar cargas estáticas. El polvo desplazado de una superficie o producido por el vertido o agitación de materiales pulverulentos, como los cereales u otros pulverizados, puede producir la acumulación de cargas estáticas en los cuerpos conductores aislados con los que entre en contacto. La energía mínima necesaria para que arda una nube de polvo es por lo general de unos 10 a 100 milijulios (mJ). Por tanto, muchos polvos pueden arder con una energía menor de la que produce las descargas estáticas de máquinas o incluso del cuerpo humano.

9.12.2.8 Descarga de Electricidad Estática desde Cuerpo Humano. Debido a las descargas de electricidad estática de las personas se han producido diversos incidentes. El cuerpo humano puede acumular electricidad estática. El voltaje es mayor en atmósferas secas que en húmedas (*ver Tabla 9.12.2.8*). Si una persona está aislada de tierra,

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 9.12.2.8 Voltajes Electrostáticos Resultantes de una Carga Triboeléctrica a Dos Niveles de Humedad Relativa

Situación	Voltajes Electrostáticos (kV)	
	HR 10–20%	HR 65–90%
Caminar por una alfombra	35	1.5
Caminar sobre un pavimento vinílico	12	0.25
Trabajar en un banco de carpintero	6	0.1
Sobres vinílicos para instrucciones en el trabajo	7	0.6
Mangueras múltiples para recogida en bancos de trabajo de carpintero	20	1.2
Silla de trabajo rellena de espuma de poliuretano	18	1.5

puede acumular una carga significativa al caminar por una superficie aislante, tocar un objeto cargado, frotar superficies vistiendo ropa no conductora, o tocar momentáneamente un objeto conectado a tierra en presencia de cargas en el ambiente. Durante la actividad normal, el cuerpo humano puede alcanzar un voltaje de 10 kV a 15 kV, y la energía de un posible arco puede ser de 20 mJ a 30 mJ. Comparando estos valores con las energías mínimas de ignición (MIEs) de gases y vapores, puede observarse el riesgo que supone.

9.12.2.9 Vestuario. La ropa exterior puede acumular fuertes cargas estáticas que, al quitársela o al separar una prenda de otra, sobre todo si son de tejidos distintos, producen chispas. Algunos materiales, sobre todo los polímeros sintéticos, y en algunas circunstancias, como con poca humedad, pueden acumular electricidad estática. El uso de tejidos sintéticos y el hecho de quitarse la ropa en atmósferas combustibles pueden ser fuentes de ignición.

9.12.3* Arco Incendiario. Se dice que un arco es incendiario cuando tiene energía suficiente para prender en una mezcla combustible. Un arco no incendiario no tiene la energía suficiente para causar ignición, aunque se produzca en una atmósfera inflamable. Se entiende por atmósfera inflamable un gas, vapor o líquido inflamable o una acumulación de polvo.

9.12.3.1 Cuando la energía almacenada es suficiente y la distancia entre los cuerpos cargados es pequeña, la energía almacenada se libera, produciendo un arco. Esa energía almacenada y liberada por el arco está relacionada con la capacidad del cuerpo cargado y la diferencia de potencial, según esta fórmula:

$$E_S = \frac{CV^2}{2}$$

donde:

E_S = energía en julios (J)

C = capacidad en faradios (F)

V = voltaje en voltios (V)

9.12.3.2 La energía de un arco estático suele ser del orden de milésimas de Julio (milijulios, o mJ).

9.12.3.3 Arcos Entre Conductores. Los arcos procedentes de conductores en carga no enterrados, incluyendo el cuerpo humano, son los responsables de la mayoría de los incendios y explosiones iniciados por energía estática. Normalmente, los arcos son descargas de alta capacidad que se producen en el hueco existente entre dos cuerpos conductores cargados, generalmente metálicos. La energía de un arco está muy concentrada, tanto en el espacio como en el tiempo.

9.12.3.3.1 La capacidad de un arco para provocar ignición depende fundamentalmente de su energía, la cual será una fracción de la energía total almacenada en e l sistema.

9.12.3.3.2 Para poder dar lugar a una ignición, la energía desprendida en la descarga debe ser, como mínimo, igual a la energía de ignición mínima (MIE) del objeto inflamable. Otros factores, tales como la forma de los electrodos cargados y el tipo de descarga, influyen en la descarga por electricidad estática y en su probabilidad de causar una ignición.

9.12.3.4 Descargas entre Conductores y Aislantes. Con frecuencia se producen arcos entre materiales conductores y aislantes. Por ejemplo, en aquellas situaciones en las que se manipulan materiales plásticos, aislantes, líquidos y algunos materiales en particular. La carga de estos materiales puede provocar descargas y chispas en su superficie, dependiendo de la carga acumulada y de la forma de las superficies conductoras próximas. La densidad de carga variable (tanto en magnitud como en polaridad) observada sobre las superficies aislantes, es el efecto de esas descargas propagándose por una parte de dicha superficie.

9.12.4* Energía de Ignición. La capacidad de un arco eléctrico para producir ignición depende en gran medida de su energía y de la energía mínima de ignición del combustible expuesto. La energía de un arco estático será una parte de la energía total almacenada. Parte de esa energía se gastará en calentar los electrodos. Con electrodos planos, el voltaje mínimo para que se produzca un arco a una distancia de 0,01 mm es de 350 voltios. Si aumenta la distancia, el voltaje tendrá que ser mayor. Por ejemplo, para que se produzca un chispa a 1 mm se necesitan unos 4.500 voltios.

9.12.4.1 Aunque se producen descargas de 350 voltios a distancias muy pequeñas, está demostrado en la práctica que, debido a la pérdida de calor en los electrodos, se necesita una diferencia de potencial mínima de 1.500 voltios para que un arco sea incendiario.

9.12.4.2 Los polvos y las fibras requieren una energía de 10 a 100 veces superior a la que necesitan los gases y vapores para arder por arcos estáticos. Para saber las energías mínimas de ignición de algunos materiales se puede consultar la Tabla 23.8.1

9.12.5 Control de la Acumulación de Electricidad Estática. Una carga estática se puede eliminar o puede disiparse de forma natural. La carga estática no persiste excepto en un cuerpo que esté eléctricamente aislado de su alrededor, al menos que se regenere a más velocidad que se elimina.

9.12.5.1 Humidificación. Muchos materiales corrientes que generalmente no se consideran conductores de la electricidad, como el papel, la tela, las alfombras y moquetas, la ropa y los polvos de celulosa y otros, contienen cierta cantidad de humedad en equilibrio con

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

la atmósfera que los rodea. La conductividad eléctrica de estos materiales aumenta proporcionalmente a su contenido de humedad, que depende de la humedad relativa de la atmósfera que los rodea.

9.12.5.1.1 En condiciones de alta humedad relativa (50% o más), esos materiales y su atmósfera están en equilibrio y contienen humedad suficiente para conseguir adecuada conductividad que evite una acumulación importante de electricidad estática. Si la humedad relativa baja a aproximadamente al 30% o menos, esos materiales se secan y mejora su aislamiento, de modo que es más probable que acumulen electricidad estática.

9.12.5.1.2 Otros materiales como los polvos de plástico o caucho, o las correas de transmisión de las máquinas, que no absorben vapor de agua suficiente, permanecen aislados y acumulan electricidad estática aunque la humedad relativa ambiente se aproxime al 100%

9.12.5.1.3 Sin embargo, la conductividad del aire no aumenta apreciablemente cuando disminuye la humedad.

9.12.5.2 Conexión equipotencial y toma de tierra. Una conexión equipotencial es la que conecta eléctricamente dos o más objetos conductores. La toma de tierra es el proceso de conectar eléctricamente uno o más objetos conductores al potencial de tierra y es una forma particular de conexión equipotencial.

9.12.5.2.1 Un objeto conductor se puede conectar a tierra a través de otro objeto conductor que ya esté conectado. Algunos objetos como las tuberías subterráneas o los grandes depósitos metálicos apoyados en el suelo, están intrínsecamente conectados a tierra gracias a su contacto directo.

9.12.5.2.2 La conexión equipotencial minimiza las diferencias de potencial entre los objetos, la toma de tierra minimiza esas diferencias entre el objeto y la tierra. Ejemplos de estas técnicas incluyen poner en contacto objetos metálicos fijos y se instalan conectores entre los objetos móviles y tierra.

9.12.5.2.3 Los investigadores de un incendio no deberían suponer que una instalación está bien equipotenciada o puesta a tierra por el aspecto o el contacto de los objetos en cuestión. Para ello deben realizar las correspondientes pruebas eléctricas.

9.12.5.2.4 Si se supone que la fuente de ignición ha sido un arco estático, deben encargar el examen de las conexiones equipotenciales, tomas de tierra u otros cables conductores a personal cualificado. Se recomienda seguir las instrucciones de la NFPA 77, *Recommended Practice on Static Electricity*, Prácticas Recomendadas sobre Electricidad Estática.

9.12.6 Condiciones necesarias para que se produzca la ignición por arco estático. Para que un arco estático produzca una descarga que sea fuente de ignición, deben cumplirse estas cinco condiciones:

(1) Debe existir un medio eficaz de generación de cargas estáticas.
(2) Debe existir un medio de acumular y conservar cargas de suficiente potencial eléctrico.
(3) Debe producirse una descarga electrostática de suficiente energía (*véase sección 19.3.*).
(4) Debe haber una fuente de combustible en proporción adecuada y con una energía mínima de ignición inferior a la que produzca el arco electrostático (*véase sección 19.4.*)
(5) El arco estático y la fuente combustible deben coincidir en el lugar y en el tiempo.

9.12.7 Investigación de igniciones por electricidad estática. A menudo, la investigación de posibles igniciones debidas a electricidad estática depende del descubrimiento y análisis de evidencias circunstanciales así como de la eliminación de otras fuentes de ignición, más que de la aparición de evidencias físicas de arcos que den prueba de ella.

9.12.7.1 Al investigar la electricidad estática como fuente de ignición posible, el investigador debe averiguar si se daban las cinco condiciones necesarias para la ignición.

9.12.7.2 Debe analizarse el mecanismo de generación de la electricidad estática. Ese análisis incluye la identificación de los materiales o aparatos que hayan dado lugar a esa acumulación, su conductividad eléctrica, su movimiento relativo, contacto y separación, o cualquier otro medio de intercambio de electrones.

9.12.7.3 También debe identificar si se han podido acumular cargas eléctricas de suficiente voltaje y si han podido producir un arco incendiario. Debe examinarse el estado de las conexiones, tomas de tierra y la conductividad de los materiales en los que se haya acumulado la carga o al lugar donde descarga el arco.

9.12.7.4 Debe tener en cuenta los informes meteorológicos locales, incluyendo los datos de humedad relativa, y estudiar su influencia en la posible acumulación o disipación (relajación) de la electricidad estática.

9.12.7.5 La localización de arcos producidos por electricidad estática deberían ser determinados de la manera más exacta que se pueda. Al hacer esto, raramente puede encontrarse una evidencia física de los arcos de descarga producidos, si es que estos han tenido lugar. En ocasiones, pueden encontrarse declaraciones de testigos que describen como el arco eléctrico tuvo lugar en el mismo momento en que se produjo la ignición. No obstante, el investigador debería intentar verificar cualquier testimonio de testigos a través de sus investigaciones, o por medio de evidencias físicas o circunstanciales que apoyen dichos testimonios.

9.12.7.6 El investigador debe determinar si la descarga del arco pudo haber tenido la energía suficiente para ser una fuente de ignición suficiente para el combustible inicial.

9.12.7.7 Debe establecer la diferencia de potencial y la energía del arco con relación a la distancia, para tratar de saber si era factible el arco incendiario.

9.12.7.8 También debe estudiar la posibilidad de que se produjera el arco incendiario en el mismo momento y en el mismo lugar en el que se encontraba el combustible inicial (en la mezcla y forma adecuadas).

9.12.8* Rayos.

9.12.8.1 Generalidades. El rayo es otra forma de electricidad estática, en que la carga eléctrica se acumula en las nubes y en la tierra. El movimiento de gotitas de agua, polvo y partículas de hielo producido por los violentos vientos y remolinos en una tormenta, va creando una carga electrostática en las nubes. Cuando esa carga es suficientemente potente, se produce una descarga eléctrica en forma de rayo entre las nubes cargadas y un objeto de distinto potencial. Los rayos se pueden

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

producir entre dos nubes o entre una nube y la tierra. En este caso se generan en la nube cargas de distinta polaridad, mientras que en la tierra se crean cargas inducidas por la de la nube. El resultado es como un enorme condensador que, cuando se ha acumulado una carga suficiente, produce la descarga.

9.12.8.2 Características de los Rayos. Típicamente un rayo está formado por un núcleo de plasma de 1,27 a 1,9 cm de diámetro (½ a ¾ pulgadas), rodeado por una capa de unos 10.2 cm (4 pulgadas) de aire ionizado sobrecalentado. Un rayo puede producir corrientes de 24.000 amperios, pero que pueden llegar hasta 200.000 y voltajes de hasta 15 millones de voltios.

9.12.8.3 Caídas de Rayos.

9.12.8.3.1 Los rayos suelen caer en los objetos más altos de la tierra que se encuentren en el camino de la descarga. Un rayo puede entrar en un edificio de cuatro maneras:

(1) Porque encuentre un objeto metálico, como una antena de TV, una cúpula o un aparato de aire acondicionado que sobresalgan del tejado.
(2) Porque choque directamente contra el edificio.
(3) Porque choque con un árbol u otro edificio alto en las proximidades del primero y se desplace después horizontalmente.
(4) Porque choque con los cables eléctricos cercanos al edificio y entre en él a través de los cables.

9.12.8.3.2 El rayo suele seguir un objeto conductor hasta la tierra. En diversos puntos de su recorrido se puede bifurcar, por ejemplo cuando encuentra una tubería metálica cerca de un cable, sobre todo si esa tubería se utiliza como conexión de tierra del sistema eléctrico del edificio.

9.12.8.4 Daños Producidos por los Rayos. El rayo produce daños debidos a dos propiedades características: primero, la enorme carga eléctrica potencial y energía en la caída de un rayo; y segundo el calor y temperatura extraordinariamente altos que generan sus descargas. Estos efectos pueden ser:

(A) Un árbol puede resultar arrancado por la acción explosiva del rayo y su calor evapora inmediatamente la humedad que había en el tronco del árbol, causando una explosión.

(B) Los cables de cobre que no están proyectados para soportar los miles de amperios que produce el rayo, se pueden fundir, romper o evaporar totalmente por el efecto de la sobrecorriente de la descarga del rayo. También es característico de los cables que han sufrido enormes subidas de tensión, que se rompan y desconecten en numerosos puntos en toda su longitud, debido a los enormes campos magnéticos generados por esas corrientes.

(C) Cuando el rayo cae sobre un edificio de hormigón armado, la electricidad puede transmitirse a través de las varas de acero de refuerzo del hormigón, donde encuentra menos resistencia. La enorme energía y temperatura pueden destruir el hormigón circundante, por la fuerza explosiva.

(D) Los rayos también pueden causar incendios cuando dañan los sistemas de gases combustibles. Se conocen conectores de equipos de gas combustible con sus extremos ensanchados y dañados debido a corrientes eléctricas inducidas por rayos y otras formas de descargas eléctricas. Cuando se dañan las líneas de gas puede producirse una fuga de combustible, y el mismo arco que provoca el daño en la línea, puede inflamar el gas combustible.

9.12.8.5 Redes de detección de rayos. Las redes de detección de rayos existentes pueden ayudar en el establecimiento del tiempo y lugar de caída de un rayo (en un rango de 500 metros). También hay disponibles datos históricos, incluyendo informes de cualquier caída de rayos detectada dentro de un período de tiempo específico anterior al incendio.

Capítulo 10 Sistemas de Gases Combustibles en Edificios

10.1* Introducción. En la mayoría de las estructuras de uso residencial, comercial, de almacenamiento e industrial, o próximos a ellas, existen sistemas de gases combustibles. Normalmente, estos sistemas aportan combustible para climatización ambiental, calentamiento de agua, cocina y procesos de fabricación. También pueden ser fuente de combustible en los incendios de estas estructuras. El analista o investigador de incendios debería tener un conocimiento básico de los gases combustibles y de los equipos y aparatos que los utilizan. Los estándares más importantes en esta material son el NFPA 54, *National Fuel Gas Code, Código Nacional del Gas,* 49 CFR Parte 192, "Transportation of Natural and Other Gases by Pipeline: Minimum Safety Standards," "Transporte por Tubería de Gas Natural y otros Gases: Estándares Mínimos de Seguridad" y NFPA 58, *Liquefied Petroleum Gas Code, Código del Gas Licuado del Petróleo*.

10.1.1 Efecto de los gases combustibles en las investigaciones del fuego y explosiones. Los sistemas de gases combustibles de los edificios pueden influir en la forma como estos se quemen de cuatro modos: como fuente inicial de combustible, como fuente inicial de ignición, como ambas a la vez, y como factores que influyen en la propagación del incendio. Todos ellos complican el proceso de investigación. El investigador debe saber al menos los fundamentos de los sistemas de gases combustibles, cómo trabajan, y cómo se averían.

10.1.1.1 Fuentes de combustible. Los gases combustibles que escapan de las conducciones, almacenamientos, o sistemas de utilización, pueden servir como combustibles fácilmente inflamables para fuegos y explosiones. Estos gases se denominan normalmente *gases fugados*.

10.1.1.2 Fuentes de Ignición. El rango de las temperaturas de ignición para muchos gases combustibles es aproximadamente de 384ºC a 632ºC (723ºF a 1170ºF). Las energías mínimas de ignición son tan bajas como 0.2 mJ. Por ello, son fácilmente inflamables con las fuentes de ignición más comunes.

10.1.1.2.1 Las llamas abiertas de los quemadores de gases combustibles o luces pilotos pueden servir como fuentes de ignición adecuadas de los gases combustibles y otros combustibles, particularmente gases inflamables o los vapores de líquidos inflamables y polvos.

10.1.1.2.2 La utilización de equipos de gas combustible sobrecalentado, o equipos instalados incorrectamente, o chimeneas de venteo, pueden producir la ignición de combustibles sólidos, como en lugares donde hay componentes estructurales de madera en el edificio o combustibles almacenados inadecuadamente, o no se mantienen espacios libres adecuados.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

10.1.1.3 Fuentes de combustible e ignición. En muchas ocasiones, las conducciones de gas combustible y los sistemas que lo utilizan, que incluyen quemadores y luces piloto, pueden servir tanto como fuentes de combustible como de ignición.

10.1.2 Propagación Adicional del Incendio.

10.1.2.1 Durante fuegos o explosiones, los sistemas estropeados de gases combustibles pueden proporcionar combustible adicional y cambiar o incrementar enormemente las velocidades de propagación del fuego, o propagar el fuego a zonas de la estructura que normalmente no se quemarían. Las llamas producidas en las líneas abiertas de gases combustibles (normalmente denominadas antorchas) pueden propagar el incendio y quemarse a través de los componentes de la estructura.

10.1.2.2 Las bolsas de gases combustibles que se inflaman durante el fuego, pueden crear pruebas de orígenes diferentes del fuego, de llamaradas, o de explosiones, aumentando la propagación del fuego.

10.2* Gases Combustibles. Por definición, los gases combustibles incluyen el gas natural, los gases licuados del petróleo sólo en fase vapor, las mezclas de aire-gas de gases licuados del petróleo, gases elaborados, y mezclas de estos gases, más mezclas aire-gas dentro del rango de inflamabilidad, siendo el gas combustible o el componente inflamable un producto distribuido comercialmente. Los gases combustibles encontrados más frecuentemente por el investigador del fuego y explosión serán el gas natural y el propano comercial.

10.2.1 Natural Gas.

10.2.1.1 El gas natural es un producto natural gaseoso de hidrocarburos que se recoge en la perforación de pozos en bolsas subterráneas, a menudo asociadas con petróleo crudo. Aunque los porcentajes exactos son diferentes según las áreas geográficas, y no hay estándares que especifiquen su composición, el gas natural es principalmente metano, con cantidades menores de nitrógeno, etano, propano, y con trazas de butano, pentano, hexano, dióxido de carbono y oxígeno. Los porcentajes pueden variar enormemente, habiéndose informado de mezclas con metano entre el 72 y el 95%, etano entre el 3 y el 13%, entre el 1 y el 4% de propano, y entre el 1 y el 18% de nitrógeno.

10.2.1.2 El gas natural no diluido es más ligero que el aire. Dependiendo de su composición exacta, tiene un peso específico (aire) (densidad de vapor) de 0.59 a 0.72, un límite inferior de explosividad (LEL) de 3.9 por ciento a 4.5 por ciento, y un límite superior de explosividad (UEL) de 14.5 por ciento a 15 por ciento. Una mezcla inflamable tiene una densidad de vapor de 0.96 a 0.98. Su temperatura de ignición es de 482°C a 632°C (900°F a 1170°F).

10.2.2 Propano Comercial. El propano es un derivado del refino del petróleo. Los gases licuados del petróleo pueden licuarse bajo presión moderada y temperaturas normales. Esta habilidad para condensar los gases licuados del petróleo hace que sea más sencillo almacenarlos y transportarlos que el gas natural, con lo que el propano es especialmente adecuado para áreas rurales o relativamente inaccesibles, o para su uso con equipos y aparatos portátiles. En las zonas con población, donde no hay gas natural disponible, muchas veces el propano se premezcla con aire y se conduce por tuberías a los consumidores a relativamente bajas presiones a través de los sistemas subterráneos centrales de distribución, de modo similar al del gas natural.

10.2.2.1 El propano comercial se compone de un 95% mínimo de propano y propileno, y un máximo de un 5% de otros gases. El contenido medio de propileno en el propano comercial está entre el 5 y el 10%.

10.2.2.2 El gas propano no diluido es más pesado que el aire. Tiene un peso específico (aire) (densidad de vapor) de aproximadamente 1.5 a 2.0, un límite inferior de explosividad (LEL) de 2.15 por ciento, un límite superior de explosividad (UEL) de 10.6 por ciento. Una mezcla propano – aire inflamable tiene una densidad de vapor de 1.01 a 1.10. Su temperatura de ignición es de 493°C a 604°C (920°F a 1120°F).

10.2.3 Otros Gases Combustibles. Especialmente en establecimientos comerciales, industriales o no habitados, el investigador puede encontrar otros gases combustibles, incluyendo el butano comercial, propano HD5, y gases elaborados.

10.2.3.1 Butano Comercial. El butano comercial contiene un 95% mínimo de butano y butileno, y un máximo de 5% de otros gases, estando normalmente limitado el componente butileno por debajo del 5%.

10.2.3.2 Propano HD5. El propano HD5 es un grado especial del propano para combustible de motor y otros usos que exigen especificaciones más restrictivas que el propano comercial. Tiene un 95% de propano y otros gases hasta un máximo del 5%.

10.2.3.3 Gases Elaborados. Los gases elaborados son gases combustibles producidos por el carbón, el coque, o el aceite; por procesos químicos; o por la reformulación del gas natural, de gases licuados del petróleo, o de mezclas de tales gases. Normalmente se utilizan en instalaciones industriales. El gas elaborado más corriente es el acetileno, el gas de coque de horno, y el hidrógeno.

10.2.4 Odorización. El gas natural comercial y los gases licuados del petróleo, GLP, no suelen tener un olor identificable en su estado natural. Para favorecer la detección del gas natural, suele añadírsele una mezcla de t- butil mercaptano, tiofano u otros mercaptanos. Para aumentar la detección del GLP se añade normalmente etil-mercaptano. Estos odorantes son exigidos por ley y el código 49 CFR 192.625 especifica, "Todo gas combustible en una línea de distribución debe contener un odorante natural o debe ser olorizado, a fin de que sea fácilmente detectable por una persona con un sentido del olfato normal, a una concentración en aire de un quinto de su límite inferior de explosividad". El subapartado 4.2.1 del NFPA 58, *Liquefied Petroleum Gas Code*, Código del Gas Licuado del Petróleo , establece que "Todos los gases licuados del petróleo se odorizarán antes de incorporarse a una planta a granel, mediante un agente que permita su detección por olor a una concentración no inferior a un quinto de su límite inferior de inflamabilidad". El odorante del gas natural es añadido por la compañía distribuidora, antes de incorporarlo al sistema de distribución. El gas natural de los gaseoductos de gran longitud no suele odorizarse. En el caso de los LPG's, el odorante es añadido por el suministrador antes de su entrega a las plantas de almacenamiento a granel.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

10.2.4.1 La verificación del odorante debería ser parte de cualquier investigación de explosión en la que hay involucrado (o se supone) gas combustible, y parece que los testigos no detectaron indicios de fuga de gas. Debería verificarse la presencia de una cantidad suficiente de odorante. Los *tubos de muestreo* (detectores químicos especializados) pueden utilizarse para tal fin, y para resultados más exactos en pruebas de laboratorio, se puede utilizar la cromatografía de gases.

10.2.4.2 La utilización de tubos limpios exige la identificación del odorante en el gas, y no hay un tubo limpio universal para todos los odorantes. La norma ASTDM D 5305, *Método de prueba estándar para la determinación de la presencia de etil mercaptano en vapores de gases licuados del petróleo (Standard Test Method for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor)*, es un estándar para la determinación del odorante en el propano por parte de los tubos limpios. No hay estándar similar para los odorantes del gas natural. La muestra del gas (o líquido del gas licuado del petróleo) debe recogerse de modo adecuado. La norma ASTM D 1265, *Práctica estándar para el muestreo de gases licuados del petróleo (método manual) [Standard Practice for Sampling Liquefied Petroleum (LP) Gases (Manual Method)*], trata del método apropiado para la recogida de muestras de gases licuados del petróleo. Se sugiere la utilización de bolsas de Tedlar® para las muestras de gas natural que se utilizarán para la verificación del odorante. Las muestras de gas tomadas de un tanque de propano sólo dan una fracción de la información que puede obtenerse de una muestra líquida. No todos los laboratorios pueden analizar el contenido de odorantes en los gases o en los líquidos. Antes de enviar la muestra, se debe verificar la capacidad del laboratorio para estos análisis, y estas muestras deberían analizarse tan rápido como sea posible.

10.2.4.3 En general, no es adecuado determinar el nivel efectivo de odorante en una muestra de gas natural mediante ensayo en laboratorio. Este nivel debería ensayarse en campo utilizando un equipo de detección capaz de determinar el porcentaje de gas en aire para el cual el olor resulta detectable con facilidad. Por diversas razones, algunas personas no pueden detectar estos odorantes y, bajo ciertas circunstancias, la eficacia del odorante puede reducirse hasta un punto en el que no puede detectarse. Por lo tanto, los resultados de las pruebas deberían corroborarse siempre por dos personas como mínimo.

10.3 Sistemas de Gas Natural. Una diferencia entre los sistemas de gas natural y los de propano es que el gas natural normalmente se conduce directamente a los edificios de los consumidores desde instalaciones de producción y almacenamiento centralizadas. Los sistemas de conducción que conducen el gas natural hasta el consumidor son bastante complejos, con muchos procedimientos intermedios y cambios de presión desde el almacén al uso final.

10.3.1* Tuberías de Transmisión. Las conducciones utilizadas para transportar el gas natural desde las instalaciones de producción o almacenamiento a las instalaciones locales, se denominan tuberías de transmisión. En *tuberías de transmisión* de larga distancia, las compañías de gas natural utilizan presiones hasta 1200 psi (8275 kPa).

10.3.2 Red de distribución (tubería principal). Las tuberías usadas para distribuir gas natural en los sistemas de red centralizada para zonas residenciales o empresas, reciben el nombre de red de distribución. La presión normal operativa en estas redes puede variar enormemente dependiendo de las distintas compañías de servicio de gas en las distintas regiones geográficas. La presión en las redes rara veces excede los 1000 kPa (150 psi) en los sistemas de alta presión, mientras que la presión normal suele ser de 400 kPa o menos (60 psi o menos). Las redes de distribución en el medio rural, en el cual se tiene que repartir el gas a mayor distancia entre los clientes, se requieren presiones más altas que los sistemas urbanos. Una tubería principal en un tipo de red de distribución.

10.3.3 Líneas de Servicio. Las líneas de servicio de gas natural, a veces denominadas laterales de servicio, son sistemas de conducción que conectan las principales de la compañía de gas con el cliente individual. Normalmente terminan en el regulador y la instalación de medición (contador). Las presiones máximas y mínimas enviadas a los servicios del cliente después de la regulación final de presión, se encuentran normalmente en un rango entre 1.0 kPa a 2.5 kPa (de 4 a 10 pulgadas de columna de agua).

10.3.4 Contadores.

10.3.4.1 Un contador de gas es un instrumento instalado en un sistema de gas para medir el volumen de gas que pasa por él. Dependiendo de las regulaciones locales, los contadores pueden considerarse parte de la línea de servicio de la compañía de instalación del gas, o propiedad del cliente del gas.

10.3.4.2 El NFPA 54, *National Fuel Gas Code, Código Nacional del Gas*, y el 49 CFR 192.353 requieren la instalación de medidores de gas, al menos a 0.9 m (3 pies) de las fuentes de ignición, así como su protección frente a daños físicos, temperaturas extremas, sobrepresión, presiones de retorno o vacío.

10.4 Sistemas de Gas Licuado del Petroleo (LPG). Una diferencia entre los sistemas de gas natural y los gases licuados del petróleo es el almacenamiento y el envío de los gases combustibles a las conducciones de servicio del usuario. Normalmente, el propano se envía al sistema de servicio del cliente en estado comprimido (líquido). Se distribuye al consumidor con camiones cisterna, transfiriendo el líquido a la cisterna del consumidor. En algunas áreas aisladas, donde no hay disponible un servicio de gas natural, se utilizan sistemas de conducciones subterráneas de distribución y transmisión de propano o aire-propano, parecidos a los que se explicaron en la sección 7.3., aunque generalmente a presiones menores. El propano es el gas licuado del petróleo más utilizado normalmente, pero el butano y otros gases licuados del petróleo o mezclas, se utilizan en algunos climas cálidos.

10.4.1 Recipientes de Almacenamiento de Gas Licuado del Petróleo (LPG). Los recipientes para el almacenamiento de gas licuado del petróleo pueden se cilindros, tanques, tanques portátiles o tanques de carga. Se pueden encontrar sus definiciones específicas en varios estándares legales y guías. En general, se denomina "cilindros" a los contenedores verticales con una capacidad de agua igual o inferior a 454 kg (1000 lb) regulados por las normas de DOT. Los "tanques" son normalmente más grandes y están regulados por la American Society of Mechanical Engineers (ASME) *Boiler and Pressure Vessel Code*. Durante el almacenamiento, el LPG se mantiene a presión en fase gaseosa y líquida. Por lo general, la cantidad máxima permisible de LPG es de un 42 % de la capacidad de agua del recipiente en peso, o un 80% de su capacidad volumétrica. Excepto en las aplicaciones como gasificador

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

o combustible de maquinaria, el LPG se toma normalmente de la fase gaseosa existente en el recipiente de almacenamiento.

10.4.1.1* Tanques.

10.4.1.1.1 Los sistemas residenciales y de pequeños comercios generalmente almacenan GLP en tanques ASME enterrados, con una capacidad de más de 4000 L (1000 gal). Estos tanques suelen diseñarse, en general, para una presión de trabajo máxima entre 1400 kPa y 1700 kPa (200 psi a 250 psi), y no deberían transportarse con un nivel de llenado superior al 5% de su capacidad total. En algunos diseños, los tanques se entierran para minimizar el impacto de los cambios de temperatura.

10.4.1.1.2 Los tanques ASME para alimentar vehículos de motor están montados en estos de forma permanente y están diseñados para una presión máxima de trabajo den entre 1700 kPa y 2100 kPa (250 psi a 300 psi). Los tanques pueden ir alojados dentro del vehículos (p.e, maleteros u otros compartimentos), o por fuera, (e.j., tanques de asiento). Las carretillas elevadoras, con tanques permanentemente incorporados, generalmente los llevan a la vista, situados detrás del operador.

10.4.1.1.3 Los tanques de carga son todos aquellos contenedores montados de manera permanente sobre un chasis, y se usan para transportar GLP. Los tanques de carga están sujetos a la regulación del Departamento de Transportes (DOT) y fabricados según el código ASME, y generalmente se diseñan para una presión máxima de trabajo de 1700 kPa (250 psi).

10.4.1.1.4 Los tanques móviles se usan para transportar GLP, pero no se sitúan en un chasis de forma permanente, y presentan una capacidad de unos 450 kg (1000 lb) de agua. Estos tanques están diseñados según el código ASME, para una presión máxima de trabajo de 1700 kPa (250 psi).

10.4.1.2* Cilindros. Los cilindros deben cumplir los requisitos DOT 49 CFR 173 y 49 CFR 178. Se utilizan normalmente en viviendas rurales, viviendas móviles, carretillas elevadoras, vehículos recreativos y equipos pequeños. Los cilindros pueden transportarse cargados con su máxima capacidad de LPG. Pueden ser rellenables (especificación DOT 4BA o 4BW) o no rellenables (especificación DOT 39, 2P, o 2Q). Los cilindros no rellenables suelen ser de 1 lb de capacidad de LPG o inferiores.

10.4.2 Accesorios de Contenedores. Los accesorios de contenedores son elementos conectados a las aperturas del contenedor. Entre ellos están los dispositivos de alivio de presión, conexiones para control de caudal, medidores del nivel de líquido, manómetros y tapones.

10.4.2.1 Dispositivos de Alivio de presión. Los dispositivos de alivio de presión evitan que ésta ascienda por encima de un valor máximo determinado, evitando así la ruptura de un recipiente cargado normalmente. Los recipientes de LPG están equipados con uno o más dispositivos de este tipo que, excepto bajo ciertas regulaciones DOT, están diseñados para liberar presión de vapor. Este venteo de vapor produce un enfriamiento del líquido remanente y, por lo tanto, una reducción de presión.

10.4.2.1.1 Los dispositivos de fusible se activan térmicamente para abrirse y ventilar el contenido de los contenedores. La temperatura mínima de activación es 98ºC (208ºF), hasta un máximo de 104ºC (220ºF) Esto no protege los contenedores del exceso de presión, debido una llenado deficiente. Una vez que se abren, no se pueden cerrar. Los dispositivos con fusibles no pueden ser utilizados en contenedores ASME de 540 kg (1200 lb) de capacidad o mayores.

10.4.2.1.2 Las válvulas de seguridad se activan por la presión. Mantienen la presión en el contenedor al nivel en el cual se ajustó la válvula, por lo tanto no protegen contra la ruptura del contenedor cuando la aplicación de calor debilita el contenedor hasta un punto en el cual la presión de rotura es menor que la presión de operación de la válvula. La presión de ajuste de la válvula para tanques fabricados según ASME es la presión de diseño del tanque, típicamente entre 1700 kPa y 2150 kPa (de 250 psi a 312 psi). La presión de ajuste para cilindros rellenables esta entre un 75% y el 100% de la presión de prueba para ese cilindro, normalmente entre los 2500 kPa y 3300 kPa (entre 360 psi y 480 psi).

10.4.2.2 Conexiones para Control de Caudal. Las válvulas de corte, de chequeo de caudal excesivo, de retroceso de caudal, y las válvulas internas de cerrado rápido usadas solas o combinadas se utilizan en el llenado de contenedores, remoción y conexiones compensadoras.

10.4.2.3 Dispositivos Medidores del Nivel de Líquido. Los medidores indican el nivel del propano líquido dentro del contenedor. Los tipos de medidores incluyen los fijos (tales como los de nivel máximo), y variables (flotantes o magnéticos, giratorios y de tubo deslizante).

10.4.2.3.1 Los dispositivos de nivel fijos (tubos sumergidos) se suelen utilizar para indicar si se ha alcanzado el nivel máximo de rellenado del volumen disponible en un tanque o un cilindro. No indican niveles de líquido por encima o por debajo de sus longitudes fijas.

10.4.2.3.2 Los dispositivos variables dan lecturas de los contenidos líquidos de los contenedores, principalmente tanques o cilindros grandes, de casi cualquier nivel de volumen del líquido.

10.4.2.4 Manómetros. Los manómetros conectados directamente a las aperturas del contenedor, a una válvula, o a un dispositivo conectado directamente a la apertura de un contenedor, muestran la presión del espacio de vapor del contenedor. Los manómetros no indican el nivel del líquido dentro del contenedor. Si es necesario, también se utilizan en varias zonas del sistema de conducción.

10.4.3 Regulación de la Presión.

10.4.3.1 En los almacenamientos de propano en tanques y cilindros, la presión es la presión de vapor del propano y depende de la temperatura del propano líquido. La presión manométrica del propano en estado líquido varía desde 190 kPa (28 psi) a -18ºC (0ºF) hasta 876 kPa (127 psi) a 21ºC (70ºF) y 1970 kPa (286 psi) a 54ºC (130ºF).

10.4.3.2 Para su uso en los aparatos que funcionan con gas, la presión se reduce en una o dos etapas mediante reguladores de presión hasta una presión de trabajo de 2.7 kPa a 3.5 kPa (de 11 p.c.a. a 14 p.c.a.), antes de la entrada a la red interior.

10.4.4 Vaporizadores. Cuando se necesitan grandes cantidades de propano, como en equipos industriales, o si el clima frío entorpecería la vaporización, se utilizan calentadores diseñados específicamente para calentar y vaporizar el propano.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

10.5 Componentes Comunes en los Sistemas de Gas Combustible. Los componentes de los sistemas de envío de gas combustible son similares o comunes entre los diferentes gases combustibles. Las secciones siguientes describen de modo general estos componentes que normalmente comparten.

10.5.1 Regulación de Presión (Reducción).

10.5.1.1 Generalidades. Los reguladores de presión son dispositivos colocados en un sistema de conducción de gas para reducir, controlar, y mantener la presión a continuación del dispositivo en esa parte del sistema de conducción. Pueden utilizarse solos o combinados para reducir por fases las presiones en la línea de gas.

10.5.1.1.1 Los reguladores más corrientes en el servicio del consumidor de gas natural o de propano son del tipo diafragma o palanca. En un regulador de diafragma, el caudal del gas entrante a alta presión se controla con un disco de cierre, o sello, mientras que el gas a menor presión específica se descarga por el regulador de salida. El diafragma se fabrica con un material semejante al caucho, cuyo movimiento se controla por un resorte ajustable de presión. El movimiento del diafragma controla la válvula de apertura del regulador y su sello integral.

10.5.1.1.2 El funcionamiento correcto del venteo del regulador es importante para una adecuada operación de los reguladores de diafragma. El venteo compensa la presión por encima del diafragma con la presión atmosférica, y permite que se mueva el diafragma. Si el venteo se bloquea o atasca (por ejemplo, con hielo o basura), el regulador podría funcionar inadecuadamente, o dañarse el material del diafragma semejante al caucho, impidiendo el correcto funcionamiento.

10.5.1.1.3 En las zonas propensas a sufrir inundaciones, los reguladores de presión deberían instalarse por encima del nivel previsto de inundación, o instalar las conducciones de venteo por encima de ese nivel. Las aguas de inundación con residuos de inundación, tales como barro, ramas, y basura, fácilmente pueden bloquear o atascar el venteo del regulador. Esto puede llevar a sobrepresiones en las conducciones siguientes y en los equipos a gas.

10.5.1.2 Presiones Normales de Trabajo. En la mayoría de los edificios e aparatos, la presión normal de trabajo se mide en pulgadas por columna de agua (p.c.a), las cuales se realizan por medio de un manómetro de agua. Una libra por pulgada cuadrada (psi), es igual a 27.67 p.c.a . La presión normal de entrada en la mayoría de los equipos de gas natura no industriales es de 1.0 kPa a 2,5 kPa (4 p.c.a a 10 p.c.a) La presión normal de entrada para la mayoría de los equipos de propano es de 2.7 kPa a 3.5 kPa (11 p.c.a a 14 p.c.a).

10.5.1.3 Presiones Excesivas. Aquellas presiones que exceden significativamente la de diseño para aparatos, equipos, dispositivos o sistemas de conducción, pueden causar fugas de gas, daños al equipamiento, mal funcionamiento de los quemadores de los equipos, o llamas anormalmente grandes.

10.5.2 Sistemas de Tuberías de Servicio.

10.5.2.1 Materiales para Conducciones Principales y de Servio. Las tuberías de gas combustible pueden ser hierro forjado, cobre, latón, aleación de aluminio, o plástico, siempre que los gases no sean corrosivos para estos materiales. Si se utilizan tuberías no aprobadas o materiales que no cumplen con la norma, los equipos destinados al hogar pueden sufrir fugas y liberación de gases fugados.

10.5.2.2 Tuberías Enterradas. La instalación inadecuada de sistemas de conducciones subterráneas, y el uso de materiales no aprobados pueden causar fugas de gases. La conducción subterránea debe enterrarse a suficiente profundidad y en ubicaciones apropiadas que estén protegidas contra daños físicos y la corrosión. Se puede aceptar la conducción subterránea bajo edificios, si no hay otra solución, pero debe protegerse y encerrarse en conductos aprobados, diseñados para soportar la carga de la estructura y contener cualquier fuga de gas.

10.5.3 Válvulas. Las válvulas son dispositivos utilizados para controlar el caudal del gas en cualquier sección de un sistema o en un equipo. Ejemplos de tipos de válvulas son:

(1) *Válvulas automáticas.* Son dispositivos que consisten en una válvula y un mecanismo de operación que controla el suministro de gas a un quemador durante el funcionamiento del aparato. El mecanismo de operación puede activarse por la presión del gas, medios eléctricos, o medios mecánicos.
(2) *Válvula de cierre automático de gas.* Válvula utilizada en conexión con un dispositivo de cierre automático del gas, para cerrar el suministro a un dispositivo quemador de gas combustible.
(3) *Válvula individual del quemador.* Válvula que controla el suministro de gas a cada quemador.
(4) *Válvula de control de quemador principal.* Una válvula que controla el suministro de gas a un colector principal de quemado.
(5) *Válvula de rearme manual.* Válvula de corte automático instalada en la conducción de suministro de gas y dispuesta para cortar si se da una situación insegura. El dispositivo permanece cerrado hasta que se rearma manualmente.
(6) *Válvula de alivio.* Válvula de seguridad diseñada para prevenir la ruptura de un dispositivo presurizado, por la liberación del exceso de presión.
(7) *Válvula de cierre de servicio.* Válvula utilizada para cortar el gas al sistema completo de conducción. Normalmente lo instala el suministrador de la instalación del gas entre el contador o la fuente de suministro, y el sistema de conducción del cliente.
(8) *Válvula de cierre.* Válvula utilizada para cerrar equipos o dispositivos de forma individual. Se localiza en el sistema de conducción y fácilmente accesible y operable por el cliente.

10.5.4 Quemadores de Gas. A menudo los problemas con los sistemas de gas combustible (incluyendo los incendios) están causados por el uso de orificios o quemadores inapropiados de gas natural o propano. Los quemadores de gas son dispositivos para la conducción final del gas combustible, o de una mezcla de gas y aire, que se va a quemar. Aunque los diversos tipos de quemadores de uso normal son esencialmente los mismos en el diseño general tanto para gas natural como para propano, no son intercambiables entre sí. Las diferencias físicas entre el gas natural y el propano exigen diferentes tamaños de los orificios en los quemadores.

10.5.4.1 Ignición Manual. Muchos dispositivos y equipos a gas se diseñan de tal modo que necesitan ignición manual de sus quemadores cuando se desea utilizarlos. Muchos equipos con una luz piloto fija requieren ignición manual de la luz piloto.

10.5.4.2 Luces Piloto. La ignición automática de los quemadores principales en los equipos viene frecuentemente acompañada de una llama piloto de ignición piloto. En la operación automática de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

un termostato, como en los calentadores de agua automáticos y en los equipos de calefacción central, la llama piloto de gas debe arder con un tamaño suficiente; de otro modo, no se abrirá la válvula que controla el caudal de gas al quemador principal. En muchos diseños, las luces piloto pueden prenderse automáticamente por sí mismas con la activación de arcos eléctricos cuando se necesita gas en el quemador.

10.5.4.3 Dispositivos de Encendido sin Piloto. Este tipo de sistema de ignición consiste en un medio de ignición eléctrico, un arco eléctrico, o un elemento de calentamiento por resistencia, como un tapón incandescente o una barra incandescente que directamente prende la llama del quemador cuando comienza el flujo del gas. En caso de fallo de ignición, muchos aunque no todos los sistemas se diseñan para "cerrar" el caudal del gas al quemador.

10.6 Tuberías Comunes en Edificios. Hay numerosas consideraciones o exigencias para la instalación y uso de sistemas de conducción de gas combustible en los edificios, que son comunes sin importar qué gases combustibles se están utilizando.

10.6.1 Tamaño de las Tuberías. El tamaño de la tubería utilizada se determina por las exigencias de caudal máximo de los diversos equipos y dispositivos a los que suministra.

10.6.2 Materiales de las Tuberías. Las tuberías pueden ser de hierro forjado, cobre, latón, aleación de aluminio, o plástico, siempre que los gases no sean corrosivos para los materiales utilizados. Los tubos flexibles pueden ser de cobre, aleación de aluminio o acero sin costura. Los tubos de aleación de aluminio generalmente se consideran no adecuados para uso exterior o subterráneo. Las conducciones, los tubos, y los accesorios de plástico deben utilizarse sólo en instalaciones subterráneas exteriores.

10.6.3 Juntas y Accesorios. Las juntas de las tuberías pueden ser roscadas, embridadas, o soldadas, y las conducciones férreas pueden estar soldadas, o soldadas con latón. Las juntas de los tubos pueden ser acampanadas, soldadas, o soldadas con latón. Los accesorios especiales tales como los de compresión se pueden utilizar bajo circunstancias especiales. Se pueden hacer elementos exteriores, juntas y accesorios de conducciones con plástico, con el método adhesivo apropiado o por medio de accesorios de compresión, compatible con los materiales de conducción. No deben ser roscados.

10.6.4 Instalación de Tuberías. Al instalar conducciones de gas en edificios no se debe debilitar la estructura del edificio, y sostenerlas con dispositivos adecuados (no con otras conducciones), y deben protegerse contra la congelación. Se deben poner conducciones de goteo (drip legs) en cualquier área donde se pueda recoger condensación o residuos. Cada salida de gas, incluyendo válvulas o espitas de salida, deben taparse de modo seguro siempre que no haya ningún equipo conectado.

10.6.5 Válvulas de corte principal. Se deben instalar válvulas de corte accesibles corriente arriba de cualquier regulador de servicio para facilitar el cierre total de un sistema completo de conducción.

10.6.6 Ubicaciones Prohibidas. La NFPA 54, *Código nacional de gas combustible, National Fuel Gas Code,* prohíbe la circulación de conducciones de gas en o a través de conductos de aire en circulación, sumideros cubiertos, chimeneas o venteos de gas, conductos de ventilación, montacargas, o pozos de ascensores. Los gases fugados en estas áreas prohibidas son especialmente peligrosos por las oportunidades de distribución generalizada que tiene la fuga de gas y las posibilidades incrementadas de ignición accidental.

10.6.7 Conexión Equipotencial y de Toma de Tierra. Toda parte de un sistema de conducción aérea debe contar con conexión equipotencial y conexión a tierra.

10.7 Exigencias en Dispositivos y Equipamientos Comunes. Hay numerosas consideraciones o exigencias en la instalación y uso de aparatos de gas combustible que son comunes, independientemente de los gases combustibles utilizados en los aparatos.

10.7.1 Instalación. Las exigencias básicas para la instalación de equipos domésticos, comerciales e industriales a gas combustible, y para los equipos con suministro de gas a presiones de 0.5 psi (14 pulgadas de columna de agua, 3.47 kPa) o menores, son similares.

10.7.1.1 Aparatos, Accesorios y Equipos Aprobados. La subsección 5.1.1. de la NFPA 54, *Código nacional de gas combustible (National Fuel Gas Code)*, dice que "los aparatos, accesorios y equipos que utilizan gas deben estar aprobados... aceptables para la autoridad competente".

10.7.1.2 Tipo de Gas. Los equipos que emplean gas combustible deben utilizarse con el tipo de gas específico para el que fue diseñado. Un equipo particular no puede utilizarse alternativamente con gas natural y propano sin adaptación apropiada.

10.7.1.3* Zonas de Vapores Inflamables. Los equipos de gas no deben instalarse en garajes residenciales donde es probable que haya vapores inflamables, a no ser que el diseño, operación e instalación sean tales que se elimine la probabilidad de ignición de los vapores. Por ejemplo, la NFPA 54, *Código nacional de gas combustible (National Fuel Gas Code),* exige que el equipamiento que utiliza gas y que se ha instalado en garajes, debe instalarse con los quemadores y los dispositivos de ignición a no menos de 0.5 metros (18 pulgadas) sobre el suelo. Aunque no está directamente prohibido por las normas, las instalaciones por debajo de los 0.5 metros (18 pulgadas) en otras zonas de los edificios y residencias, han resultado ser responsables de los incendios y las lesiones.

10.7.1.4 Reguladores de Presión en los Aparatos de Gas. Cuando la presión del suministro de gas al edificio es mayor que la de diseño de operación en el equipo que lo utiliza, o si cambia más allá de los límites de presión de diseño del equipo, se instala un dispositivo regulador de presión en el equipo.

10.7.1.5 Accesibilidad para Servicio. Todo el equipamiento que utiliza gas debería ubicarse de modo que sea accesible para el mantenimiento, servicio, y cierre de emergencia.

10.7.1.6 Espacio de separación con los materiales combustibles. Los equipos que utilizan gas y sus venteos deberían instalarse con suficiente espacio de separación con los materiales combustibles de modo que su operación no genere un peligro de incendio.

10.7.1.7 Conexiones Eléctricas. Todos los componentes eléctricos de los equipos que utilizan gas deben ser eléctricamente seguros y cumplir con la NFPA 70, *Código Nacional Eléctrico (National Electrical Code*).

10.7.2 Venteo y Suministro de Aire.

10.7.2.1 El venteo es la retirada de los productos de combustión así como de los humos de proceso (gases de chimenea) al aire exterior.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Aunque muchos de los gases combustibles son combustibles de combustión limpia, no se debe permitir que los productos de combustión se acumulen en concentraciones peligrosas dentro de un edificio. Por lo tanto, se exige el venteo al exterior en la mayoría de los equipos. Ejemplos de equipos que exigen venteo incluyen hornos y calentadores de agua. Muchos equipos tales como hornillos, hornos, y calentadores de pequeños espacios, se permite que venteen directamente a espacios interiores. Un sistema de venteo instalado adecuadamente debería conducir al exterior todos los productos de la combustión de gases; debería prevenir el daño por la condensación en el equipo de gas, venteo, edificio y mobiliario; y debería prevenir el sobrecalentamiento de paredes cercanas y estructuras.

10.7.2.2 Los equipos que utilizan gas exigen suministro de aire para la combustión y la ventilación. La restricción de este suministro de aire, especialmente cuando el equipo se instala en espacios confinados, puede llevar a sobrecalentamiento, incendios, o asfixia.

10.7.3 Controles del Equipo. Las categorías generales de los controles de equipos son los mismos para casi todos los equipos con gas combustible. Un fallo en estos controles puede llevar al sobrecalentamiento de los equipos o a la liberación descontrolada de gas o llama. Estos controles comunes incluyen los siguientes:

(1) Controles de temperatura
(2) Dispositivos de ignición y corte
(3) Reguladores de presión en los equipos a gas
(4) Accesorios de control del caudal de gas.

10.8* Equipamiento Común en la Utilización del Gas Combustible. Últimamente, todos los sistemas de gas combustible emplean los gases para su combustión, y su uso en estructuras se engloba en siete áreas principales de utilización doméstica, comercial o industrial, cada una de las cuales involucra la combustión de gas combustible. Los equipos comunes que utilizan gas combustible se describen en los apartados 10.8.1 a 10.8.7.

10.8.1 Calentamiento de Aire. Las calderas de aire forzado, los aerotermos, las calderas sobre el suelo, los calentadores en la pared, los calentadores radiantes, y las calderas tubulares, se utilizan para calentar el aire ambiente; los quemadores directos o indirectos se utilizan en hornos, secaderos y calentadores industriales de procesos y materiales, secadores de prendas y tejidos, tanto domésticos como industriales.

10.8.2 Calentamiento de Agua. Los quemadores de llama directa se utilizan pare el calentamiento de agua potable o de proceso industrial.

10.8.3 Cocina. Se utilizan para cocinar hornillos, estufas con quemadores en la parte superior, parrillas, y hornos de cocinado, doméstico e industrial.

10.8.4 Refrigeración y Enfriamiento. A menudo se emplean gases combustibles como fuentes de energía para sistemas de enfriamiento y refrigeración por absorción.

10.8.5 Máquinas. Normalmente los gases combustibles se utilizan como fuentes de energía para máquinas fijas y motores de vehículos a motor, y para unidades de fuerza auxiliar en vehículos de servicio, como bombas en camiones cisterna. Las máquinas fijas alimentadas con gases combustibles se utilizan normalmente como motores auxiliares o de emergencia para la generación de energía eléctrica o para bombas contra incendios.

10.8.6 Iluminación. Aunque normalmente se utilizaron para iluminación a principios del siglo XX, muchos de los sistemas de iluminación a gas combustible han sido sustituidos por electricidad. La excepción más frecuente son las lámparas de gas utilizadas para la iluminación exterior. Las aplicaciones principales de la iluminación residencial incluyen campos, patios, caminos particulares, porches, áreas de juego, y piscinas. Las aplicaciones comerciales incluyen calles, centros comerciales, campos de aviación, hoteles y restaurantes. Estos usos de gases combustibles para la iluminación incluyen llamas de gas ornamentales para efectos conmemorativos o decorativos. A menudo estos sistemas involucran líneas de combustible, que pueden no estar suficientemente enterradas o protegidas contra daños exteriores.

10.8.7 Incineradores, Lavabos y Quemadores de Gases de Extracción. Los incineradores domésticos a gas, los comerciales, los industriales, y los alimentados con borra, los lavabos y los quemadores de gases de extracción se utilizan para quemar basuras, rechazos, desperdicios, partes de animales, y residuos orgánicos, así como residuos gaseosos, líquidos o semisólidos de procesos industriales.

10.9 Investigación de Sistemas de Gases Combustibles. Una vez se ha determinado que un sistema de gas combustible ha influido en el modo en que se ha quemado un edificio, ya sea como fuente de combustible, fuente de ignición, o como ambas a la vez, o ha proporcionando propagación adicional del incendio, el sistema debe analizarse. Este análisis debería proporcionar información sobre el modo y extensión en que el sistema de gas combustible ha estado involucrado en el origen o causa del fuego o explosión.

10.9.1 La investigación de incidentes producidos por gas en edificios puede ser una tareá extremadamente complicada tanto cientifica como tecnicamente y además potecialmente peligrosa, por lo que require un conocimiento especializado, entrenamiento y experiencia. El Investigador que tenga que enfrentarse a una investigación que requiera mas recusros de los que dispone o no disponga de conocimientos suficientes, debería precintar la zona apara mantener las pruebas y tartar de obtener los recursos necesarios o buscar la persona adecuada para realizar la investigación de una forma segura y correcta.

10.9.2 Análisis de la instalación de gas. Tal análisis debería ser un examen detallado de la instalación de gas. Cada componente de la instalación debería ser evaluado para determinar si funcionó o no, y en que medida y asimismo, en que medida contribuyó al incendio o la explosion.

10.9.2.1 Mediciones y Diagramas necesarios. Las mediciones y diagramas que se requieren para realizar una nálisis adecuado de una instalación de gas han de incluir detalles del edificio involucrado; red de tuberías de suministro de gas, equipos, incluyendo materiales de las tuberías, longitudes y diámetros; así como valvulas, conectores y accesorios. Esta mediciones y diagramas deberían incluir toda la red de tuberías y demas components, desde los puntos de consumo (cocinas, calderas, calentadores, etc) hasta, la fuente del suministro (p.e., tanque, botella, o red general de abastecimiento). Se deberían de tomas datos de las diferentes presiones y caudales, roturas existents en las tuberías y situación y posición (abierta, cerrada), de válvulas y controles.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

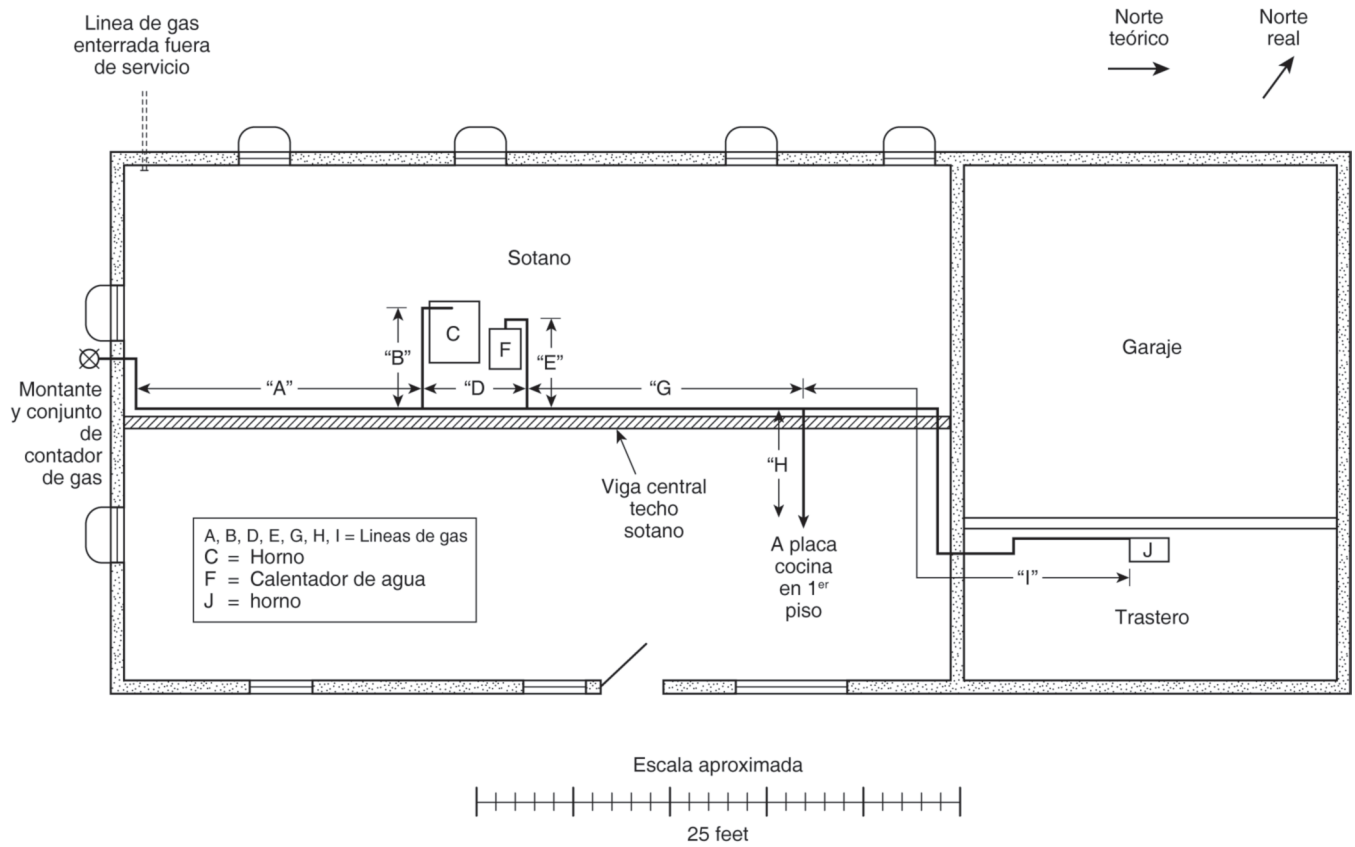


FIGURA 10.9.2.1.1(a) Ejemplo de un diagrama a escala de una red de tuberías de gas.

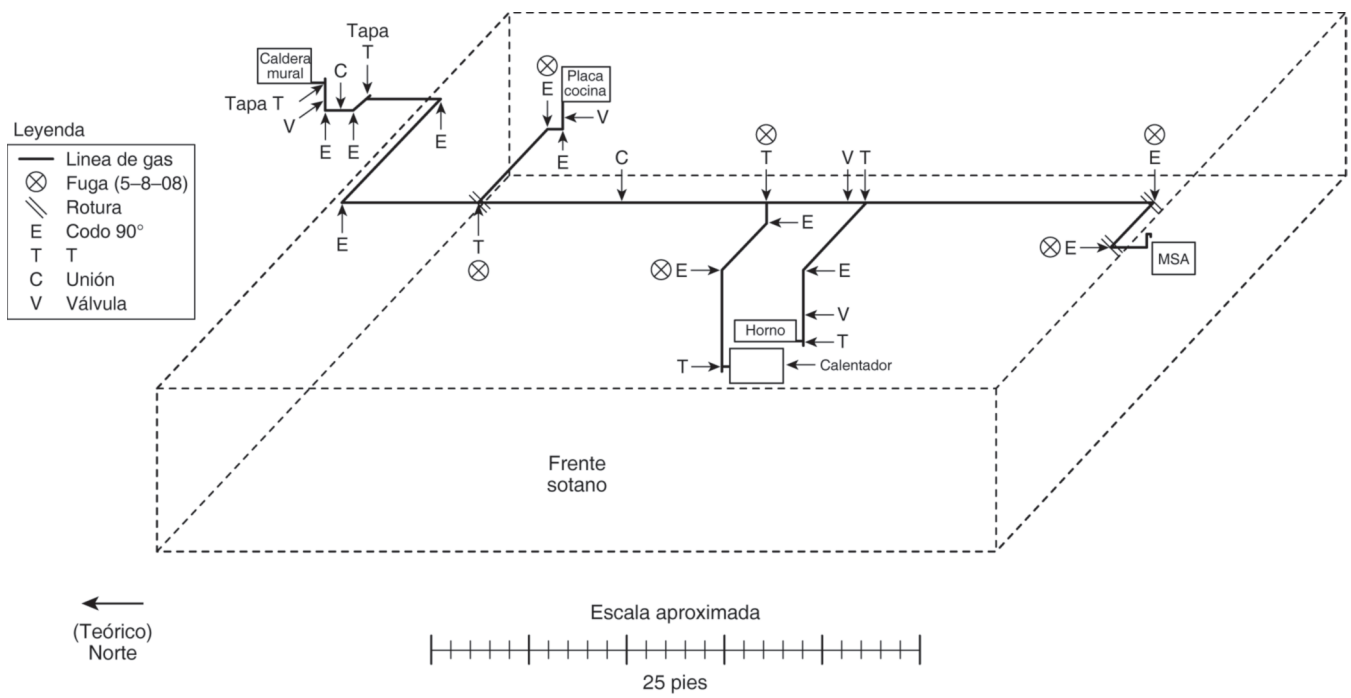


FIGURA 10.9.2.1.1(b) Ejemplo de una vista isométrica a escala de una red de tuberías de gas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

10.9.2.1.1 Los diagramas se pueden hacer en una escala adecuada o pueden ser esquemas o vistas isometrícas (*Ver Figura 10.9.2.1.1(a) y Figura 10.9.2.1.1(b)*.)

10.9.3 Cumplimiento de Códigos y Estándares.

10.9.3.1 La NFPA Códigos Nacionales sobre Incendios (*National Fire Codes*®), y otras muchas normas sobre incendios y estándares sobre la industria del gas, especifican una amplia variedad de normas de seguridad para la instalación, mantenimiento, servicio y rellenado de sistemas de gas combustible. No cumplir con uno o más de estos estándares puede ser la causa (o contribuir) de un fuego o explosión de gas combustible.

10.9.3.2 Debería evaluarse el diseño, fabricación, construcción, instalación, y utilización de varios componentes del sistema de gas combustible, para evaluar el cumplimiento con las normas y estándares apropiados. Se debería anotar cualquier relación entre un no cumplimiento con las normas y estándares aceptados, y el fuego o la explosión.

10.9.4 Fugas. Las fugas en conducciones y en equipamientos es la causa principal de fuegos y explosiones alimentados por gas. Normalmente, las fugas se producen en juntas de conducciones, en quemadores o luces piloto no encendidas, en conducciones y salidas no cubiertas, en áreas de corrosión de conducciones, o por el daño físico en las líneas de gas.

10.9.4.1 Juntas de Tuberías. Conexiones inapropiadas entre los elementos de conducción, como roscados inadecuados (vueltas insuficientes para la apretura del gas), roscados inapropiados (roscado cruzado o roscado dextrógiro mezclados con roscados levógiros), o uso inapropiado de componentes de juntas en conducción (demasiados o escasas) pueden causar fugas de gas. Las juntas de las conducciones también son los lugares en los que más comúnmente se produce la fuga como resultado de daños físicos a los sistemas de conducción de gas combustible (*Ver 10.9.4.8*).

10.9.4.2 Luces Piloto. Los modernos sistemas de luz piloto se diseñan para prevenir el caudal de gas hacia los quemadores del aparato. si las luces piloto no están ardiendo, con el uso de un termopar que perciba la llama piloto. Tales pilotos podrían permanecer abiertos si sus mecanismos automáticos de cierre fallan en el cierre del caudal de gas. El escape del gas de pilotos no encendidos no es suficientemente grande para producir un volumen mínimo de gas que alimente un fuego o una explosión significativa, excepto en espacios que tienen poca o nula ventilación. Muchos equipos modernos tienen sistemas de luces piloto que no permiten caudal de gas a no ser que el piloto esté encendido, o tienen sistemas de ignición electrónica que no necesita en modo alguno luces piloto.

10.9.4.3 Quemadores sin Luz Piloto. En algunos sistemas de equipos a gas, un quemador puede emitir gas incluso si la luz piloto no está encendida. Generalmente esto producirá gas suficiente para alimentar una explosión o un fuego incluso en habitaciones o estructuras bien ventiladas.

10.9.4.4 Tuberías y Orificios de Salida no Cubiertos. Una fuente común de grandes cantidades de gas fugado son las conducciones y orificios de salida no cubiertos. Esto sucede cuando los equipos a gas se retiran y su orificio de salida acompañante o conducción no está cubierto como exige la NFPA 54, *Norma nacional de gas combustible (National Fuel Gas Code)*. Entonces las personas, confiadamente, abren el gas desde válvulas alejadas. Esto causa grandes volúmenes de fuga.

10.9.4.5 Averías en Equipos y Controles. Las averías y fugas en equipos a gas o en los controles, tales como válvulas, reguladores, y contadores, también pueden producir gases fugados. A menudo los accesorios y las juntas de las conducciones dentro de los equipos pueden ser fuentes de fugas. Las válvulas de cierre pueden dar fugas de gases a través de materiales de empaquetadura que están diseñados para sellar los cuerpos de las válvulas desde las palancas de activación. Las válvulas pueden permitir que el gas pase a través de ellos cuando deberían estar cerrados, debido a suciedad o residuos en sus mecanismos de operación, o debido a daños físicos o trabado de los mecanismos.

10.9.4.6 Reguladores. Los fallos en los reguladores de gas suelen agruparse en una de estas tres categorías: fallos del diafragma interno, fallos en el sello de material similar al caucho que controla la entrada de gas en el regulador, o fallos de venteo. Cada una de estas categorías de fallo puede llevar al fallo del regulador en la reducción de la presión de salida a niveles aceptables o producir gases fugados.

10.9.4.7 Corrosión. Las conducciones metálicas están expuestas a la corrosión, que se informa ha sido la causa de casi el 30% de todas las fugas de gases conocidas. La corrosión puede causarse por la oxidación de conducciones de metal férrico (orín); electrólisis entre metales diferentes, metal y agua, metal y suelo, o corrientes fugadas; e incluso organismos microbiológicos. La corrosión puede aparecer por encima o por debajo del nivel del suelo y por tanto puede liberar gas fugado.

10.9.4.7.1 Ya que el tamaño de la fuga por corrosión es acumulativa mientras que continúa la corrosión, puede necesitar mucho tiempo para que se desarrolle una fuga por corrosión suficientemente grande y producir suficiente gas fugado para compensar los efectos disipantes de la ventilación o dispersión a través del suelo hacia el aire.

10.9.4.7.2 El agrietamiento por el esfuerzo corrosivo en conectores de equipos de latón flexible se ha mostrado como un factor en muchos fuegos y explosiones en residencias.

10.9.4.8* Daños Físicos. Los daños físicos a los sistemas de gas combustible pueden causar fugas. La tensión localizada en los sistemas de conducción puede mostrarse en las juntas y uniones de las conducciones. Debido a que los codos, accesorios en forma de "T" y las conexiones en las tuberías son más rígidos y fuertes que las tuberías que conectan, y ya que los finales roscados son más débiles que el resto de la tubería, el daño por esfuerzo normalmente se produce en las partes roscadas inmediatamente adyacentes a los accesorios de las tuberías.

10.9.4.8.1 Las fugas que tales tensiones crean pueden desarrollarse en juntas muy alejadas del punto de contacto físico. Por ejemplo, si un automóvil golpea un contador, la tensión de la conducción subterránea del sistema puede causar una fuga en una unión de la tubería subterránea alejada muchos metros. El movimiento en una línea de gas que se aleja de una pared puede ejercer tensión sobre el sistema de conducción de gas y causar una fuga en la junta de la conducción flexible y en la línea principal rígida de gas, o en una junta dentro de la misma línea que se aleja.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

10.9.4.8.2 A menudo, las conducciones escondidas bajo tierra y en paredes quedan dañadas por trabajos de construcción. Las tuberías se han agujereado por taladradoras, clavos, tornillos, cortadoras, y otras herramientas. Cuando los clavos o los tornillos agujerean las tuberías de gas, los agujeros de fuga resultantes pueden quedar tapados casi totalmente y permanecer así hasta que se retira o se suelta el clavo o tornillo, como por asentamiento de la estructura. Por lo tanto, las fugas por clavos y tornillos pueden no detectarse hasta mucho después del daño original.

10.9.5 Muestreo de Presión.

10.9.5.1 Generalidades.

10.9.5.1.1 Los sistemas de conducción de combustibles se diseñan para retener el gas a una presión moderada. La presencia de fugas en el sistema puede determinarse con la detección de una caída de presión dentro del sistema cerrado. Antes de que se utilice la conducción para tal prueba, cualquier parte del sistema evidentemente dañada debería aislarse y taparse. Muchas veces será necesario probar la conducción en dos o más secciones, una cada vez.

10.9.5.1.2 Cuando se aíslan partes de la conducción que se han dañado por un fuego o explosión, puede ser necesario cortar, volver a roscar, y tapar conducciones individuales. Es posible sellar totalmente las secciones dañadas de la conducción con el uso de tubos flexibles, abrazaderas, y tapas, sin necesitar volver a roscar ni tapar las líneas. Las juntas atornilladas, las uniones, los accesorios en forma de "T", o los codos, no deberían desenroscarse para aislar una sección. Hacerlo puede destruir pruebas de conexiones defectuosas ya existentes.

10.9.5.2 Prueba de Contador de Gas.

10.9.5.2.1 Si se ha decidido que se seguro utilizar el gas combustible presente en el sistema, el mismo contador puede utilizarse para detectar el caudal del gas. Tras chequear primero que el contador está trabajando adecuadamente, y que no ha sido dañado por la explosión, el fuego o el desvío, el gas se introduce de nuevo en el sistema a través del contador, y se vigila el dial para determinar si el gas está escapándose en algún lugar corriente abajo. Debería verse la aguja del contador en la parte más alta del recorrido, y seguir así ininterrumpidamente durante 30 minutos.

10.9.5.2.2 El NFPA 54, Código nacional de gas combustible *(National Fuel Gas Code*), recomienda que si no se detectan fugas con la prueba del contador de gas, se debería repetir la prueba con un pequeño quemador de gas abierto y encendido, que mostrará si el contador está trabajando adecuadamente.

10.9.5.3* Método de Caída de Presión. Un sistema de conducción de gas también se puede probar por el método de la caída de presión. En él, el sistema se presuriza con aire o con un gas inerte como el nitrógeno o el dióxido de carbono. En los sistemas que incluyen equipos que operan a presiones medidas de 3.4 kPa (½ psi) o menores, se puede llevar a cabo la prueba con el mismo gas combustible entre 2.5 y 3.5 kPa (10 y 14 pulgadas de columna de agua) durante 10 minutos. Los métodos de prueba se enumeran en NFPA 54, Código nacional de gas combustible *(National Fuel Gas Code)*,1995 y NFPA 58, Norma de gas licuado del petróleo *(Liquefied Petroleum Gas Code,)*2003.

10.9.6 Localización de Fugas. Las fugas en las conducciones de gas combustible se pueden localizar con uno o más de los métodos que se muestran desde 10.9.6.1. a 10.9.6.4.

10.9.6.1 Prueba de la Pompa de Jabón. Las fugas en juntas, accesorios y conexiones de equipos en conducciones, se pueden detectar con la aplicación de soluciones de pompa de jabón en el área que se sospecha tiene una fuga. Si el sistema está presurizado, la producción de pompas en la solución revelará la fuga. Después de la prueba, el área debería enjuagarse con agua para prevenir posibles corrosiones o agrietamientos por esfuerzos. La Figura 10.9.6.1 muestra un test de fugas con burbujas de jabón en una pieza en T de una tubería

10.9.6.2 Inspección por detector de gas. Los instrumentos de detección de gas, llamados indicadores de gas inflamable, indicadores de gas combustible, explosímetros, o "aspiradores", se pueden utilizar como dispositivos de inspección para detectar la presencia de gases combustibles fugados, gases de hidrocarburos, o vapores en la atmósfera. Muchos instrumentos también detectarán la presencia de otros gases o vapores combustibles como el amoniaco, el monóxido de carbono, y otros, por lo que el operario debería ser completamente consciente de las capacidades y limitaciones del instrumento que está utilizando.

10.9.6.2.1 En el exterior de las estructuras, se prueba la atmósfera en cualquier apertura disponible en el pavimento donde puede estar presente el gas que se ha escapado de las líneas principales y de servicio. Las pruebas deberían realizar a lo largo de las fracturas del pavimento, bordillos, aperturas de alcantarillas y bocas de hombre, válvulas y cajas envolventes, sumideros, y en agujeros barrera por encima y a lo largo del recorrido de las conducciones de gas.

10.9.6.2.2 La localización de las líneas de gas subterráneas se pueden localizar con los planos de la compañía suministradora, o con el uso de un dispositivo localizador electrónico. Estos dispositivos



FIGURA 10.9.6.1 Fuga de gas detectada mediante un test con burbujas de jabón en una pieza en T en una tubería de gas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

inducen ondas electromagnéticas en la tierra. Cualquier conducción metálica en el campo de ondas actúa como una ruta para el retorno de la corriente y es percibida por la unidad receptora del dispositivo. Entonces un tono audible o una aguja en un medidor analógico indican la presencia de una línea subterránea. Cuando se utilizan conducciones plásticas, normalmente se entierra un cable metálico localizador a lo largo de la conducción para facilitar la utilización de los dispositivos localizadores.

10.9.6.2.3 Dentro de las estructuras se pueden probar las juntas y las uniones de la conducción de gas. También deberían probarse los espacios donde se pueden recoger y embolsar los gases fugados. Debería tenerse en cuenta la densidad relativa de vapor de los gases combustibles. Si se sospecha la presencia del gas natural (más ligero que el aire), se deberían probar las áreas más elevadas de las habitaciones en las estructuras. Si se sospecha la presencia de gases licuados del petróleo (más pesados que el aire), se deberían chequear los niveles más bajos.

10.9.6.3 Agujeros por Barras. Los agujeros por barra son agujeros dirigidos en la superficie del terreno o pavimento con barrenas o barras metálicas pesadas. Este agujereado implica la realización sistemática de agujeros a intervalos regulares a lo largo y a ambos lados del camino de las líneas de gas subterráneas, y la prueba de la atmósfera subterránea con un detector de gas. Los resultados de estas pruebas se registran en un gráfico llamado gráfico de agujereado por barras. La comparación de las lecturas de los porcentajes del gas fugado de cada agujero de barra puede indicar la localización de una fuga de gas subterránea.

10.9.6.4 Inspecciones de la Vegetación. A lo largo de un período de tiempo, algunos de los componentes de los gases combustibles fugados de fugas subterráneas pueden ser dañinos para el césped, los árboles, los arbustos, y otra vegetación. Cuando los sistemas de raíces de las plantas están sujetas al gas de fugas subterráneas, las plantas pueden volverse marrones, afectarse su crecimiento, o morir. Las fugas subterráneas de larga duración, que se han filtrado por el suelo y disipado en el aire, se pueden localizar por la presencia de césped u otra vegetación muerta sobre el área de la fuga.



FIGURA 10.9.7 Ejemplo de equipos de campo para realizar ensayos de caudal (5 caudalimetros a la izaquierda) y la presión en la linea (Manometros digital a la derecha).

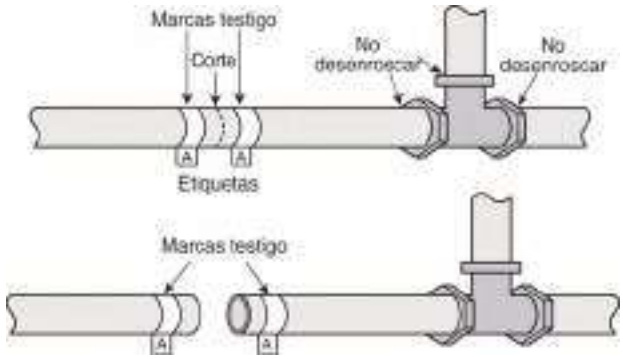


FIGURA 10.9.8 Metodo intrusivo y no destructivo de corte y marcado de tuberías de gas de forma que pueda registrar la posición de las piezas separadas

10.9.7 Ensayo de Presión y Caudal. Si los reguladores u otros equipos y componentes de servicio de gas no han quedado gravemente dañados por el fuego, se pueden probar para ver si siguen funcionando correctamente. Estos ensayos pueden realizarse con varios tipos de gases, inflammables o no inflammables, tales como aire, nitrogeno, helio o incluso el gas existente en la instalación (p.e. gas natural, propane o butano). Cuando se usan gases inflamables hay que eliminar todas las posibles fuentes de ignición. Con un equipo adecuado se pueden determinar, bien en campo bien el laboratorio, las presiones en reposo o con caudal de gas, tanto el caudal normal como el caudal en caso de fugas. En estas pruebas, los datos obtenidos con el gas de ensayo han de ajustarse a las caracteristicas del gas para el cual se diseñaron los equipos. Estos ajustes se basan en los pesos especificos de los gases. (*Ver Figura 10.9.7.*)

10.9.8 Toma de muestras de tubería de gas. Cuando se tomen muestras se deberían tomar medidad para mantener su valor como evidencia. Para aislar una sección de tubo, no se deberían desenroscar o apretar las uniones roscadas, T, o codos. Esto podría destruir pruebas sobre la posible existencia de malas conexiones previas. Se deberían colocar testigos logitudinales en cada union o sitio de corte, para poder realizar una reconstrucción de la relación especial entre las tuberías (Ver Figura 10.9.8.)

10.9.9* Migración Subterránea de Gases Combustibles.

10.9.9.1 Generalidades.

10.9.9.1.1 Es normal que los gases combustibles que han fugado de los sistemas de conducción subterránea, migren subterráneamente (muchas veces a grandes distancias), penetren en estructuras, y creen atmósferas inflamables. Tanto los gases combustibles más ligeros que el aire, como los más pesados que el aire, pueden migrar a través del suelo; seguir el exterior de las líneas subterráneas; y filtrarse en líneas de alcantarillado, en conductos subterráneos eléctricos o de teléfono, drenar enlosados, o incluso atravesar directamente suelo y paredes de los cimientos, que no son tan herméticos a los gases como el agua o las conducciones de gas. [*Ver Figura 10.9.9.1.1(a) y Figura 10.9.9.1.1(b).*]

10.9.9.1.2 Estos gases también tienden a migrar hacia arriba, filtrándose por el suelo y disipándose inocuamente en la atmósfera. Si la

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

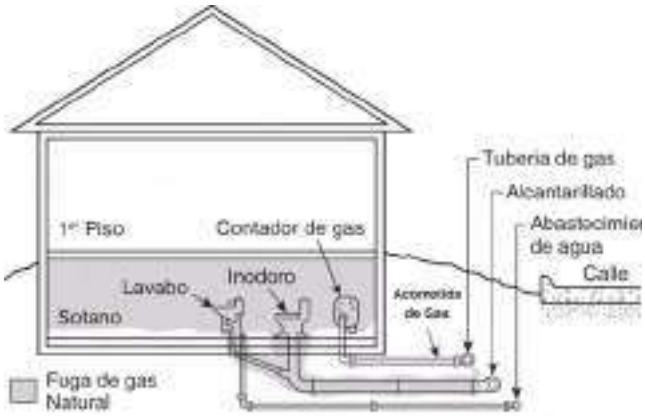


FIGURA 10.9.9.1.1(a) Desplazamiento de gas al interior de la cas a traves del saneamiento, tras una fuga en la T de conexión a la red exterior [Fuente: US Departamento de Transportes (DOT) Administración para la seguridad en el transporte por tuberías de materiales peligrosos. (PHMSA), Departamento de seguridad en tuberías de distribución (OPS).]

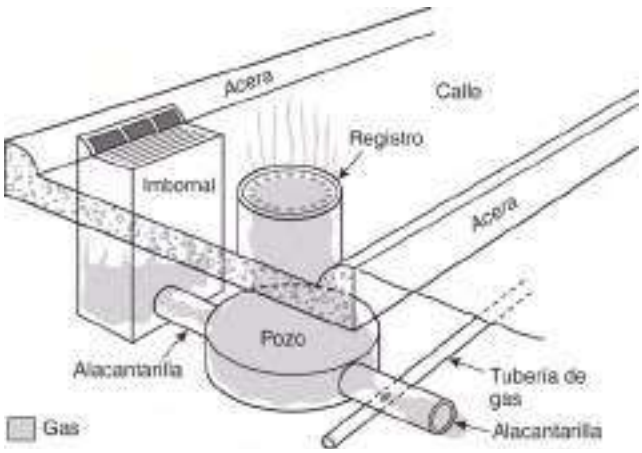


FIGURA 10.9.9.1.1(b) Ejemplo de como una fuga de gas puede entrar en la red de saneamiento. [Fuente: US Departamento de Transportes (DOT) Administración para la seguridad en el transporte por tuberías de materiales peligrosos. (PHMSA), Departamento de seguridad en tuberías de distribución (OPS).]

ruta de migración es lateral o vertical es principalmente un problema de qué ruta proporciona la menor resistencia al viaje del gas fugado, la profundidad a la que se da la fuga, la profundidad de cualquier línea lateral enterrada que pudiera seguir el gas, y la naturaleza de la superficie del terreno. Si la superficie del terreno está obstruida por la lluvia, la nieve, la tierra congelada, o el pavimento, los gases se verán forzados a moverse lateralmente. No es raro que una fuga existente desde largo tiempo atrás se haya disipado inocuamente en el aire hasta que la superficie del suelo cambió, por el aislamiento del nuevo pavimento, por fuertes lluvias o congelación, con lo que se vio forzado a migrar lateralmente y entrar en una estructura, alimentado así un fuego o una explosión.

10.9.9.2* Pérdida del Odorante del Gas. Un gas odorizado puede perder el odorante por diferentes mecanismos. Esta pérdida de odorante también se ha denominado *debilitamiento del olor*. Este es un tema complejo, y para una mejor compresión, se remite al lector a las referencias citadas en el apéndice B. Los siguientes párrafos, 10.9.7.2(A) hasta 10.9.7.2(D), resumen algunos de los aspectos más importantes de la pérdida de odorante:

(A) Pérdida de odorante debido a la migración del gas en el suelo. Los odorantes pueden perderse por suelos secos de tipo arcilloso, y no por arena, margas, o suelos con alto contenido orgánico. Ciertos componentes odorantes son mejores que otros en términos de habilidad para resistir absorción por suelos arcillosos. Una fuga grande da menor tiempo de contacto con el suelo arcilloso, y lleva a menores pérdidas por adsorción.

(B) Pérdida del compuesto aromático debido a la adsorción de odorante en tuberías y paredes del recipiente. Todos los componentes de olor son adsorbidos por las paredes del tubo o recipiente en cierta medida. Esto es particularmente cierto de nuevo tubo (de acero o plástico) y nuevos contenedores de propano .. Muchas compañías de gas natural de tratar el gas en nuevas secciones a una dosis más fuerte de olor después de la sección se ponen en servicio. Práctica Propano industria, tal como se encuentra en la National Propane Gas Association seguridad boletín T133, exige nuevos contenedores de propano para ser purgado de aire y vapor de agua antes de ponerse en servicio. Odorantes de gas puede ser adsorbido en la tubería de gas que ha estado en servicio continuo, si las tasas de flujo de gas son menores de lo normal.

(C) Pérdida de odorante por la oxidación del odorante. Los odorantes en base mercaptano pueden oxidarse por el óxido férrico (orín rojo), que se puede encontrar en conducciones nuevas y en tanques de LP nuevos o fuera de servicio.

(D) Pérdida de odorante por adsorción. La adsorción es un fenómeno que necesita la disolución del odorante en el líquido. Puede aparecer en sistemas de gas natural que tengan un problema con los condensados líquidos en sus líneas de distribución. El líquido disponible más normal en el ambiente es el agua. Todos los odorantes tienen baja solubilidad en el agua.

Capítulo 11 Comportamiento Humano Frente al Incendio

11.1* Introducción. El inicio, desarrollo y consecuencias de muchos incendios y explosiones están relacionados directa o indirectamente con las acciones y omisiones de las personas vinculadas con la escena del incidente. Por ello, el análisis del comportamiento humano en relación al incendio formará parte, normalmente, de la investigación.

11.1.1 Este capítulo trata sobre los descubrimientos asociados con los factores que contribuyen a tal comportamiento: cómo reaccionan las personas ante las emergencias por incendio, tanto individualmente como en grupo; factores relacionados con el comienzo del fuego; factores relacionados con la propagación y desarrollo del incendio; factores relacionados con la seguridad de las personas; y factores relacionados con la seguridad contra incendios.

11.1.2 Esta información se basa en investigaciones desarrolladas por especialistas en el análisis de las escenas del incendio y el comportamiento humano. El análisis del comportamiento humano no es un sustituto de una investigación desarrollada adecuada y

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

completamente. Aunque el análisis del comportamiento humano proporcionará una visión valiosa para la investigación, debe integrarse en la investigación total.

11.1.3 Para más información sobre el comportamiento humano en relación al incendio, véase el *SFPE Engineering Guide to Human Behavior in Fire*, que aporta un resumen de las investigaciones relacionadas con las características y toma de decisiones de los ocupantes, la información aportada a éstos y los desplazamientos a través de vías de evacuación.

11.2 Historia de la Investigación. El comportamiento humano frente al fuego surge como un campo de estudio diferenciado a principios de la década de 1970. En 1972, el investigador británico Peter G. Wood, pionero en este campo, completó un estudio de las personas presentes en los escenarios de 952 incendios, el cual se publicó como la Nota nº 953 de Investigación de Incendios. Pocos años después, John L. Bryan, un investigador y profesor norteamericano sobre ingeniería de protección contra incendios en la Universidad de Maryland, publicó los resultados de sus extensos estudios sobre comportamiento en incendios. Bryan ha resumido tanto su trabajo como gran parte del trabajo de otros investigadores en este campo. Este resumen está en el SFPE *Manual de ingeniería de protección contra incendios*, "Comportamiento de respuesta al fuego y al humo" (*Handbook of Fire Protection Engineering, "Behavioral Response to Fire and Smoke."*).

11.3 Consideraciones Generales sobre la Respuesta Humana a los Incendios. Las investigaciones aceptadas actualmente indican que hay miríadas de factores que afectan al comportamiento de individuos o grupos humanos antes, durante y después de un fuego o explosión. Estos factores se pueden clasificar y evaluar en general como características del individuo, de grupos, del lugar físico, y del fuego o de la explosión en sí mismos. Un cuidadoso análisis y evaluación de estos factores y su interacción entre ellos, proporcionará una valiosa visión sobre el papel del comportamiento humano frente al fuego en sucesos particulares. Estos factores se han examinado extensamente en la publicación estadounidense de la U.S. Fire Administration, *Comportamiento humano en relación el fuego (Fire Related Human Behavior)*, edición de 1994. Se resume esta información desde 11.3.1. a 11.3.2.4.

11.3.1 Individuo. El comportamiento humano frente al fuego está influenciado por las características del individuo en numerosas maneras. Estas características comprenden factores fisiológicos, incluyendo limitaciones físicas, limitaciones de comprensión consciente, y conocimiento del emplazamiento. Cada uno de ellos afecta a la capacidad individual para reconocer y valorar adecuadamente los peligros presentes por un fuego o explosión, o a la capacidad individual para actuar adecuadamente ante estos peligros.

11.3.1.1 Limitaciones físicas. Las limitaciones físicas que pueden afectar a la capacidad individual para reconocer y reaccionar adecuadamente a los peligros creados por un fuego o explosión, incluyen la edad (por su relación con la movilidad), discapacidades físicas, intoxicación, heridas incapacitantes o limitantes o enfermedades, y otras circunstancias que limitan la movilidad del individuo. Estas limitaciones deberían tenerse en cuenta cuando se evalúa el comportamiento humano del individuo frente al fuego, porque tienden a restringir o limitar su habilidad para actuar adecuadamente frente a un fuego o una explosión. Los muy jóvenes o los muy ancianos son los más afectados por las limitaciones físicas.

11.3.1.2 Limitaciones en la Comprensión Cognitiva. Las limitaciones en la comprensión consciente, que pueden afectar a la capacidad individual para reconocer y reaccionar adecuadamente a los peligros creados por un fuego o una explosión, incluyen la edad (por su relación con la capacidad mental de comprensión), nivel de descanso, consumo de alcohol o drogas (legales o ilegales), discapacidades psíquicas, enfermedades mentales, e inhalación de humo y gases tóxicos. Es más probable que estas limitaciones en la comprensión afecten a la habilidad individual para valorar adecuadamente los peligros planteados por el fuego o la explosión. A menudo, tales limitaciones afectan al retraso o acciones inapropiadas ante tales peligros. Los niños puede que no reconozcan el peligro y reaccionen de modo inadecuado, como esconderse o buscar a sus padres.

11.3.1.3 Familiaridad con el Emplazamiento. La familiaridad del individuo con el emplazamiento en el que se produce el fuego o la explosión puede afectar en el comportamiento del individuo. Por ejemplo, una persona será más capaz de juzgar adecuadamente el desarrollo y progreso de un fuego en su propio hogar que en un hotel. Es importante notar, sin embargo, que las limitaciones físicas y de comprensión pueden minimizar las ventajas de estar familiarizado con el emplazamiento. Consecuentemente, puede parecer que una persona se "ha perdido" en su propia casa.

11.3.2 Grupos. El comportamiento de una persona frente al fuego está afectado por más factores que sus propias características. Cuando se relaciona con otros, el comportamiento individual probablemente cambiará y se verá posteriormente afectado por su interacción con ese grupo y sus características. Estas características del grupo están relacionadas con el tamaño del grupo, su estructura, la permanencia y sus funciones y normas.

11.3.2.1* Tamaño del Grupo. La investigación y los datos experimentales indican que cuando los individuos son miembros de un grupo, es menos probable que reconozcan o reaccionen adecuadamente a las señales que perciben sobre la existencia de un fuego o una explosión. Esta tendencia se incrementa con el aumento del tamaño del grupo. Las investigaciones sugieren que este comportamiento humano frente al fuego se produce porque los individuos, dentro del grupo, demorarán su actuación ante estas señales percibidas hasta que otras personas del grupo reconozcan estas señales y reaccionen. La misma investigación sugiere que esto ocurre porque la responsabilidad de tomar una acción apropiada está difuminada dentro del grupo.

11.3.2.2* Estructura del Grupo. La estructura del grupo también afecta al comportamiento frente al fuego tanto del grupo como de sus componentes. Generalmente, cuando el grupo tiene una estructura formal con líderes definidos y reconocidos, o con autoridades, el grupo tiende a reaccionar más rápidamente y de manera más ordenada ante el fuego o ante la explosión. Sin embargo, la reacción no siempre es la adecuada. Ejemplos de tales grupos son los existentes en las escuelas, en los hospitales, en las enfermerías, y en los centros religiosos. Se han observado los comportamientos indicados en los apartados 11.3.2.2.1 y 11.3.2.2.2.

11.3.2.2.1 Las investigaciones indican que la interacción entre los componentes dentro de tales grupos lleva a un sentido de la responsabilidad del grupo como un todo. Como tal, es más probable que el individuo alerte del peligro al resto de los componentes

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de su grupo, que si estuviese interactuando con un grupo de extraños.

11.3.2.2.2 Secundariamente, cuando tal grupo es consciente del incendio o de la explosión, su necesaria organización y cohesión conducirá, probablemente, a una reacción más organizada ante tal amenaza.

11.3.2.3 Permanencia del grupo.

11.3.2.3.1 La permanencia del grupo se refiere a cómo está establecido un grupo o durante cuánto tiempo un grupo particular de individuos han interactuado entre sí. La permanencia dentro del grupo, muy relacionado con los efectos de la estructura del grupo, también puede afectar al comportamiento tanto del grupo como de sus componentes.

11.3.2.3.2 Las investigaciones indican que los grupos más establecidos (como la familia, los equipos deportivos, o los clubs) estarán más formalizados y estructurados y, por lo tanto, durante un fuego o una explosión reaccionarán de modo diferente a un grupo nuevo o transitorio (como una galería comercial). Este último es más probable que presente una multitud de comportamientos individuales encontrados, ya que cada miembro del grupo responde y reacciona de modo diferente.

11.3.2.4 Roles y Normas.

11.3.2.4.1 Los roles y las normas de un grupo también afectan a su comportamiento frente al incendio. Las normas de un grupo pueden estar influenciadas por el sexo, la clase social, el trabajo, o la educación recibida.

11.3.2.4.2 Los papeles de cada sexo son a menudo un factor predominante durante un fuego o una explosión. Por ejemplo, las investigaciones indican que es más probable que las mujeres informen inmediatamente de un fuego o una explosión, mientras que sus homólogos masculinos se demorarán, optando por afrontar la extinción u otros esfuerzos frente al incendio.

11.3.3 Características del Emplazamiento. Las características del emplazamiento físico donde se produce un incendio afectan al desarrollo y propagación del fuego o de la explosión. Las características del lugar también afectan al comportamiento frente al fuego. Ejemplos de tales características incluyen la localización y número de las salidas, la altura de la estructura, los sistemas de alarma por incendio, y los sistemas de extinción de incendios.

11.3.3.1 Localización de las Salidas. La localización de las salidas disponibles durante un fuego o una explosión puede afectar al comportamiento de sus ocupantes. Si los ocupantes desconocen la localización de las salidas disponibles, o no están identificadas adecuadamente, se puede sufrir confusión y niveles de ansiedad intensificados.

11.3.3.2 Número de Salidas. El número de salidas disponibles durante un fuego o una explosión puede afectar al comportamiento de los ocupantes. Salidas en número inadecuado, bloqueadas o restringidas, y desprotegidas (escaleras interiores abiertas o no presurizadas) puede hacer que los ocupantes estén expuestos al fuego y a sus subproductos.

11.3.3.3 Altura de la Estructura. La altura de la estructura puede afectar al comportamiento de sus ocupantes durante un fuego o una explosión. Muchas personas creen que están más inseguras en tales casos en los edificios más altos.

11.3.3.4* Sistemas de Alarma de Incendio.

11.3.3.4.1 Los sistemas de alarma por incendio incorporados en los edificios están entre las variables de seguridad contra incendios que pueden ser críticas para el conocimiento de la existencia del fuego por parte del individuo. La investigación ha mostrado que los mensajes verbales de directivos pueden ser más efectivos en la preparación de la acción de emergencia, comparado con sólo las campanas de alarma y las sirenas.

11.3.3.4.2 Las falsas alarmas y las averías previas en los sistemas de alarma, pueden reducir los efectos positivos de tener un sistema de alarma en el edificio, porque los ocupantes pueden no actuar adecuadamente ante un aviso de alarma. Muchas falsas alarmas recuden la acción adecuada de los ocupantes ante una alarma.

11.3.3.5 Sistemas de Extinción de Incendios. La presencia de sistemas automáticos de extinción de incendios, si se conocen, pueden afectar al comportamiento. El efecto puede ser positivo o negativo. Un efecto positivo es que el margen de seguridad incrementado que tales sistemas proporcionan, da a los ocupantes de la estructura más tiempo para una acción apropiada ante los peligros que se presentan por el incidente. Un ejemplo de un efecto negativo es la posible disminución de la visibilidad, causada por la descarga de agentes extintores, que puede impedir la evacuación.

11.3.4 Características del Incendio. El comportamiento humano frente al fuego está relacionado directamente con la percepción individual o del grupo de los peligros o amenazas que se les presentan por un fuego o una explosión. Las mismas características del fuego tenderán a modificar estas percepciones y por lo tanto afectará al comportamiento humano frente al fuego. Ejemplos de estas características incluyen la presencia de llamas o humos y los efectos de gases tóxicos y reducción del oxígeno.

11.3.4.1 Presencia de Llamas. La mayoría de las personas no tienen formación (o información) sobre la percepción de los peligros por fuego o por explosión. Este problema de percepción es especialmente cierto en la visión por parte de un individuo de la presencia de llamas visibles. La visión de llamas hace consciente al individuo de que no es una falsa alarma y que ciertamente hay peligro; sin embargo, ya que la gente no comprende la dinámica y comportamiento del fuego, puede que no considere las llamas pequeñas como una amenaza inmediata, con lo que el comportamiento resultante se basa en tal creencia. Véase el capítulo 5 para más datos sobre la dinámica del fuego.

11.3.4.2 Presencia de Humo. Al igual que las llamas visibles, la presencia de humo también puede afectar al comportamiento frente al fuego. La falta de conocimientos sobre la dinámica y comportamiento del fuego puede llevar a percepciones erróneas en relación al humo. Los individuos pueden percibir el humo negro y denso como una amenaza inmediata a su integridad física, mientras que el humo gris ligero puede no ser inmediatamente percibido como una amenaza en absoluto.

11.3.4.3 Efectos de los Gases Tóxicos y de la Falta de Oxígeno. Durante un incendio o una explosión, a menudo las personas in-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

halan los subproductos de la combustión, incluyendo los gases tóxicos presentes en el humo. Además, el desarrollo y progresión del incendio, así como la presencia de estas otras fases, suele llevar a la reducción del oxígeno que originalmente estaba presente en el aire ambiente. La inhalación de gases tóxicos, o los bajos niveles de concentración de oxígeno (aproximadamente por debajo del 15%), pueden afectar el comportamiento individual y llevar a cambios en la percepción y el comportamiento. Estos cambios pueden manifestarse por sí solos en la demora de la acción ante un incidente o acciones inapropiadas. La fortaleza, el vigor, la agudeza mental, y la habilidad en la percepción pueden disminuir gravemente. Véase 25.5.5.

11.4 Factores Relacionados con el Inicio de un Incendio. La iniciación de muchos fuegos y explosiones se facilitan o fomentan por la acción u omisión de las personas asociadas con el lugar del suceso. A menudo el comportamiento humano frente al fuego es la razón de que haya una fuente competente de ignición en el mismo tiempo y lugar que un combustible, en presencia de una cantidad suficiente de oxígeno.

11.4.1 Factores Relacionados con el Inicio de un Incendio. La iniciación de muchos fuegos y explosiones se facilitan o fomentan por la acción u omisión de las personas asociadas con el lugar del suceso. A menudo el comportamiento humano frente al fuego es la razón de que haya una fuente competente de ignición en el mismo tiempo y lugar que un combustible, en presencia de una cantidad suficiente de oxígeno.

11.4.1.1 Mantenimiento y operaciones inadecuadas.

11.4.1.1.1 Muchos tipos de equipamiento, sistemas, maquinarias y aparatos son fuentes potenciales de ignición o de combustibles para el fuego, y requieren algún nivel de mantenimiento o limpieza periódica. El fabricante o el suministrador suele proporcionar las instrucciones pertenecientes al tipo del mantenimiento o procedimientos de limpieza, así como el programa recomendado para el mantenimiento o limpieza. No cumplir estas recomendaciones puede llevar a un fuego o una explosión. A menudo se informa al investigador de que no están disponibles el mantenimiento asociado o las instrucciones de limpieza de un componente específico. En estos casos, suele ser posible la obtención de esta información directamente del fabricante o del suministrador o por elementos ejemplo. El investigador debería, siempre que sea posible, examinar el programa de limpieza y mantenimiento y los registros relacionados con los equipos y aparatos encontrados en el área de origen. Estos registros pueden ser útiles cuando se está considerando a un equipo o a un aparato como posible fuente de combustión o de ignición.

11.4.1.1.2 El fabricante o el suministrador suele proporcionar las precauciones y los procedimientos de operación de equipos y aparatos al usuario o consumidor final. Puede ser útil al investigador el obtener y revisar esta clase de información cuando se accede al estado de una pieza específica del equipo o de un aparato en el momento del incendio.

11.4.1.2 Orden y limpieza. La falta de medidas adecuadas de orden y limpieza también pueden contribuir directa o indirectamente a la ocurrencia del incendio. Ejemplos de tales casos incluyen el uso descuidado o eliminación de materiales de fumadores; residuos y otros combustibles que se permite se acumulen demasiado cerca a una fuente de ignición; cantidades de polvo u otra materia particulada combustible que se queda suspendida en el aire (debido al equipo de recogida de polvo que necesita limpiarse o vaciarse) en el mismo entorno de un equipo que produce llama abierta o chispas; pelusas en los secadores; y acumulaciones de grasa en las áreas de cocina.

11.4.1.3 Etiquetas de productos, Instrucciones y Avisos. La falta u omisión de advertencias apropiadas y adecuadas, instrucciones, etiquetas, signos de seguridad, o la falta de información sobre la seguridad de un producto en su manual, o sobre otros materiales próximos, puede dar como resultado la producción accidental de un fuego. En muchos casos, el factor clave de la aparición de un fuego es el resultado de los actos u omisiones de medidas de seguridad del usuario del producto. El peligro de los actos negligentes y de la omisión de medidas de seguridad en su actuación, no siempre resulta obvio para el usuario. Cuando un producto presente un peligro potencial como factor potenciador de la fuente de ignición, o contenga combustible, o partes de oxígeno que actúen como factor de ignición, será responsabilidad del fabricante del producto y de su distribuidor la tarea de proporcionar un etiquetado detallado, instrucciones y advertencias, con o dentro del producto. De igual manera, será responsabilidad del usuario seguir de manera precisa las instrucciones y advertencias.

11.4.1.4 Objetivo de las Etiquetas. El objetivo de las etiquetas es proporcionar al usuario la información referente a la utilización del producto del modo más adecuado posible. Las etiquetas pueden tomar diversas formas: etiquetas impresas sujetas al producto; etiquetas impresas en el embalaje del producto; o moldeado, estampado, o grabado escrito en el producto o en su contenedor.

11.4.1.5 Objetivo de las Instrucciones. Se pretende que las instrucciones de un producto informen al usuario sobre cómo se utiliza el producto de modo seguro, la existencia de cualquier peligro, y cómo minimizar cualquier riesgo para el usuario durante el uso normal del producto.

11.4.1.6 Propósito de las Advertencias. El propósito general de las advertencias es proporcionar al usuario la información necesaria para realizar un uso correcto y seguro de un producto, o para tomar una decisión informada en caso de no querer usar dicho producto debido a su riesgo. Las advertencias en el etiquetado o las instrucciones de un producto deberían atender a dos objetivos: informar al usuario no familiarizado de los riesgos que implica el uso, o mal uso, del producto; y recordar al usuario los peligros del producto. Las advertencias son la tercera prioridad en la jerarquía del control de riesgos, a la que también se conoce como jerarquía de seguridad. La jerarquía básica se representa comúnmente como una pirámide invertida, la cual representa la fuerza o efectividad de los controles de riesgo. (Ver figura 11.4.1.6.) En su nivel más básico, las advertencias proveen al usuario de la información pertinente sobre los riesgos, consecuencias, la probabilidad de que estos aparezcan, y su severidad. También proveerán información de cómo evitar estos riesgos, de tal manera que el usuario pueda tomar una decisión informada de cómo puede, o de si puede, utilizar el producto. Las advertencias pueden incluirse de muchas maneras, como pueden ser señales, etiquetas, marcas o banderas, marcas en el producto; anexos dentro del paquete; información en contenedores; manuales; comunicaciones verbales; videos; folletos; páginas web; barreras; cintas para

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

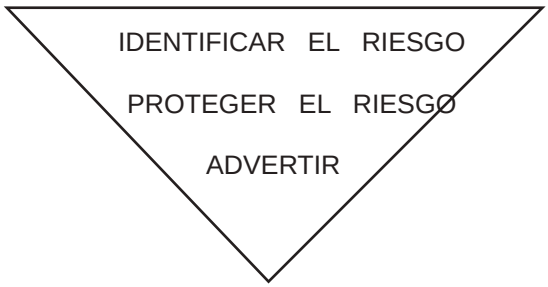


FIGURA 11.4.1.6 Jerarquía de Seguridad de los Productos.

delimitar zonas; o por medio de marcas en el suelo. Para incrementar la probabilidad de que las advertencias sean atendidas se pueden llevar a cabo múltiples estrategias de comunicación. Otras herramientas que contribuyen a incrementar la efectividad de las advertencias incluyen el uso de palabras concisas con un tamaño, contraste y color precisos, que el usuario pudiera comprender, así como su situación en lugares destacados y próximos al riesgo. Las advertencias deberían ser utilizadas para informar a los usuarios de los riesgos de los cuales ellos podrían no estar informados, en la medida en que no sean obvios o no puedan ser descubiertos de una manera razonable por el usuario. De acuerdo a la jerarquía de control de riesgos, una advertencia no es un sustituto aceptable de los controles de diseño y protección del producto.

11.4.1.7 Elementos clave de una advertencia adecuada. De acuerdo con las regulaciones federales, y para que las advertencias sean apropiadas y efectivas, hay ciertos elementos clave que deben estar presentes: Palabra de alerta, Frase de peligro, Frase sobre cómo evitar el peligro, Explicaciones sobre las consecuencias del peligro.

11.4.1.7.1 Palabra de Alerta. La palabra de alerta o palabra señal es la primera señal para el usuario de que hay peligro. "Cuidado", "Atención", o "Peligro" son las palabras de alerta aprobadas más utilizadas. A través de su significado, estilo de letra, tamaño de letra, y contraste, la palabra de alerta se diseña para captar la atención del usuario sobre el peligro que sigue, y dar cierta idea del grado de peligro. Muchos estándares sostienen que las palabras de alerta "Cuidado", "Atención" o "Peligro" significan respectivamente un incremento en el nivel de peligro y riesgo. ANSI Z535.4, Etiquetas y señales de seguridad de productos, Product Safety Signs and Labels, da las siguientes definiciones:

(1) CUIDADO: Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, puede llevar a lesiones menores o moderadas.
(2) ATENCIÓN: Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, puede llevar a lesiones graves o a la muerte.
(3) PELIGRO: Indica un situación de peligro inminente que, si no se evita, puede llevar a lesiones graves o a la muerte.

11.4.1.7.2 Frase de Peligro. La frase de peligro debe identificar la naturaleza y extensión del peligro y la gravedad del riesgo de la lesión, por ejemplo: "Combustible", "Inflamable", o "Extremadamente inflamable". El riesgo es función de la probabilidad y gravedad de las lesiones. También puede ser necesarias frases adicionales tales como "puede explotar" o "pude causar quemaduras graves".

11.4.1.7.3 Cómo Evitar el Peligro. Las advertencias deben proporcionar información a los posibles usuarios de cómo se puede evitar el peligro y decirles qué hacer o abstenerse de hacer, para mantener la seguridad mientras utilizan el producto.

11.4.1.7.4 Consecuencias del Peligro. Las advertencias también deben informar al usuario sobre lo que podría suceder si no se cumplen las precauciones proporcionadas.

11.4.1.8 Estándares en las etiquetas, instrucciones y advertencias. Con el paso de los años, el gobierno y la industria han promulgado muchos estándares, guías y regulaciones en relación con las advertencias de seguridad y diseño seguro de productos. Entre los estándares que tratan de las etiquetas, instrucciones y advertencias, están las siguientes:

(1) Estándares ANSI sobre etiquetado:
   a. Z129.1, *Etiquetado de precaución en la industria química peligrosa (Precautionary Labeling of Hazardous Industrial Chemicals).*
   b. Z400.1, *Hojas de seguridad de productos – preparación (Material Safety Data Sheets — Preparation).*
   c. Z535.1, *Código de colores de seguridad (Safety Color Code).*
   d. Z535.2, *Señales de seguridad ambientales y en instalaciones (Environmental and Facility Safety Signs).*
   e. Z535.3, *Criterios para los símbolos de seguridad (Criteria for Safety Symbols).*
   f. Z535.4, *Etiquetas y señales de seguridad de productos (Product Safety Signs and Labels).*
   g. Z535.5, *Rótulos de prevención de accidentes (Accident Prevention Tags).*
(2) Estándar UL sobre etiquetado:
   a. UL 969, Estándar para marcado y etiquetado de sistemas (Standard for Marking and Labeling Systems)
(3) Normas federales y regulaciones:
   a. "Consumer Safety Act" (15 USC Sections 2051-2084, and 16 CFR 1000).
   b. "Hazardous Substances Act" (15 USC Sections 1261 et seq., and 16 CFR 1500)
   c. "Federal Hazards Communication Standard" (29 CFR 1910)
   d. "Flammable Fabrics Act" (15 USC Sections 1191-1204 and 16 CFR 1615, 1616, 1630-1632).
   e. "Federal Food, Drug and Cosmetic Act" (15 USC Section 321(m), and 21 CFR 600).
   f. OSHA Regulations (29 CFR 1910).
(4) Estándar de industria:
   a. *FMC Sistema de etiquetado y señalizado de seguridad de productos (FMC Product Safety Sign and Label System).*

11.4.2 Recordatorios. Pasar por alto las noticias recordatorias sobre elementos que tienen el potencial de convertirse en una fuente de ignición puede llevar a un incendio. Muchas veces una noticia recordatoria es el resultado de informes sobre incendios, donde se ha identificado un elemento específico como fuente de ignición.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

11.4.3 Otras Consideraciones. A menudo son confusas para el investigador las diferencias entre la falta de conocimientos de una persona, la falta de cuidado, el descuido intencionado, o la negligencia, cuando revisa las circunstancias y sucesos que han llevado a un incendio. La revisión de los registros de entrenamiento y las entrevistas realizadas con las personas que ocupan las localizaciones o espacios donde se produjo el fuego, pueden proporcionar la información necesaria para entender con claridad el nivel individual de relación con el inicio del incendio.

11.4.4 Violación de las normas y estándares de seguridad contra incendios. No adherirse a las normas y estándares pertinentes establecidos para protección contra incendios, estándares de industria, o buenas prácticas, puede llevar a fuegos o explosiones. No cumplir con esta variedad de prescripciones de seguridad puede ser o no deliberado.

11.5 Niños e Incendio. Jugar con fuego es una actividad en la que muchos niños participan por muchas razones, entre ellas la más normal es la curiosidad. Para un niño pequeño, el fuego es intrigante, muy poderoso, y demasiado a menudo accesible. Iniciar un incendio puede ser el medio de un niño para expresar su frustración o rabia, o para buscar venganza o llamar la atención sobre sí mismo o sobre circunstancias difíciles. La investigación ha mostrado que la localización donde se ha iniciado un incendio y su motivación, a menudo varía de acuerdo con la edad del niño. Hay tres grupos de edad reconocidos.

11.5.1 Niños. Los niños entre 2 y 6 años de edad que provocan incendios, a menudo son responsables de los incendios en sus casas o en las zonas cercanas. Muchas veces los fuegos se producen en áreas escondidas fuera de la vista de sus tutores. Normalmente lo hacen por curiosidad.

11.5.2 Juveniles. Los jóvenes entre 7 y 13 años de edad que provocan incendios, a menudo son responsables de los incendios que empiezan en sus casas o en el entorno cercano. También pueden comenzar incendios en sus centros educativos. Estos sucesos se asocian normalmente con ambientes familiares difíciles, o con traumas físicos o emocionales.

11.5.3 Adolescentes. Los adolescentes entre 14 y 16 años de edad que provocan incendios, a menudo son responsables de los incendios que se producen en lugares distintos a sus hogares. Suelen ser las escuelas, las iglesias, los edificios vacíos, el campo, y terrenos abandonados. Suelen estar asociados con un historial de delincuencia, ambiente educativo destrozado, mal ambiente social y desarreglos emocionales, presiones de los compañeros, y malos resultados académicos. A veces actúan en parejas o en pequeños grupos, con uno dominante y los otros seguidores. Estos incendios a menudo se generan para expresar su presión, ansiedad, y rabia, o como síntoma de otro problema.

11.6 Incendios Provocados. Los factores humanos relacionados con la iniciación de incendios provocados tienen mucho que ver con los motivos expuestos en la sección 24.4. El lector puede encontrar información adicional en la sección 24.4.

11.7 Factores Humanos Relacionados con la Propagación del Incendio.

11.7.1 La propagación del incendio puede verse afectada significativamente por las acciones u omisiones de las personas presentes antes o durante el incendio. Tales acciones pueden actuar como acelerante o retardante de la propagación del fuego. El investigador puede necesitar evaluarlas para determinar los efectos que tuvieron en el incendio. Muchas de estas acciones incluyen la apertura y cierre de puertas o ventanas, lucha contra el incendio, operación de los sistemas de protección contra incendios, y rescate. Podrán verse varias de estas acciones 18.6.1.

11.7.2 Factores previos al incendio, tales como el orden y limpieza, las alarmas en funcionamiento, y la compartimentación, se pueden documentar tras el incendio con la inspección de las áreas no quemadas del edificio, con inspección de los registros previos de los bomberos de edificios no residenciales, y las entrevistas tras el fuego. No se debe presuponer nada en el edificio antes del incendio.

11.8 Reconocimiento y Respuesta ante un Incendio. En un incendio, la supervivencia de una persona se basa en su habilidad para reconocer y actuar de modo seguro ante los peligros de diferentes maneras. Debe percibir el peligro, tomar una decisión sobre la acción a desarrollar, y llevarla a cabo. En esta sección se analizarán estos tres conceptos básicos.

11.8.1 Percepción del peligro (señales para los sentidos). Las personas se dan cuenta de la presencia del incendio por uno o varios tipos de señales que perciben sus sentidos.

(a) *Vista.* Visión directa de llamas, humo, alarmas visuales, o parpadeos
(b) *Oído.* Crujidos, rotura de ventanas, alarmas audibles, ladrillos de perros, niños llorando, o gritos
(c) *Tacto*. Aumento de temperatura o fallo estructural
(d) *Olfato.* Olor del humo

11.8.2 Decisión de actuar (respuesta). Una vez que se ha percibido el peligro, se toma una decisión sobre qué hacer. Esta decisión se basa en la gravedad del peligro percibido. El grado de incapacidad de la persona afecta al proceso de decisión.

11.8.3 Acciones Tomadas. La acción tomada por un individuo puede ser de múltiples formas (o una combinación de varias), entre los que están:

(1) Ignorar el problema
(2) Investigar
(3) Extinguir el incendio
(4) Dar la alarma
(5) Rescatar o ayudar a otros
(6) Volver a entrar después de haber escapado sano y salvo
(7) Huir (escapar)
(8) Permanecer en el sitio

11.8.4 Factores de Huída. El éxito o el fracaso en el intento de escapar de un incendio dependen de varios factores, entre ellos:

(1) Vías de escape identificables
(2) Distancia a las vías de evacuación
(3) Características del incendio tales como la presencia de humo, calor o llamas
(4) Existencia de pasillos sin salida
(5) Camino bloqueado por obstáculos o personas
(6) Discapacidades físicas o incapacidad de los ocupantes.

11.8.5 Información obtenida de los supervivientes. La información obtenida tras el incendio con entrevistas a los testigos (por ejemplo, su-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pervivientes, víctimas, ocupantes, visitantes, equipos de intervención) puede ser útil en la determinación de numerosos factores, entre las que se incluyen:

(1) Situación antes del incendio
(2) Desarrollo del fuego y el humo
(3) Conjuntos combustibles, su localización y su orientación
(4) Actividades de las víctimas antes, durante y después de descubrir el incendio
(5) Acciones tomadas por los supervivientes y razones para tales decisiones
(6) Decisiones tomadas por los supervivientes y razones para tales decisiones
(7) Sucesos críticos del incendio tales como combustión súbita generalizada, fallo estructural, rotura de cristales, alarmas sonoras, primer avistamiento del humo, primer avistamiento de llamas, llegada del cuerpo de bomberos, y contactos con otros en el edificio.

Capítulo 12 Consideraciones Legales

12.1* Introducción. Las consideraciones legales tienen que ver con cada fase de la investigación de un incendio. Sea cual sea el carácter del investigador (público o privado), es importante que esté bien informado de todas las limitaciones legales, requisitos, obligaciones, normas y deberes. Si no lo hace así, puede perjudicar a la credibilidad de la investigación y verse sometido él mismo a responsabilidad civil o a un proceso penal. En este capítulo tratamos de advertir a los investigadores sobre los aspectos que normalmente requerirán asesoramiento, conocimientos o información legal.

Las consideraciones legales contenidas en este capítulo o en esta guía pertenecen a la ley de los Estados Unidos. Este capítulo no intenta establecer las leyes que se aplican en cada jurisdicción, pues esta tarea va más allá del alcance de esta guía. En el caso en que se citen normas o casos legales, se hace únicamente a modo de ejemplo. Además se recuerda al usuario de esta guía que «la ley» es algo en constante movimiento. Comparados con los seres vivos, tanto las leyes como los casos judiciales están sometidos constantemente a creación (por nuevos requisitos o decisiones), cambio (por modificaciones o enmiendas) y muerte (por rechazo, anulación o falta de aplicación). Se recomienda por tanto que el investigador busque asesoramiento legal para comprender mejor y cumplir los requisitos legales de las distintas jurisdicciones. El acatamiento a los requisitos y consideraciones legales le ayudará a asegurar la fiabilidad y admisibilidad de las afirmaciones, datos y opiniones del investigador.

12.2 Consideraciones Constitucionales. Dentro de los EE.UU. y sus territorios, los investigadores deberán estar al corriente de las salvaguardas constitucionales que generalmente se aplican en las investigaciones e instrucciones criminales, como queda establecido en las enmiendas Cuarta, Quinta y Sexta de la Constitución de los EE.UU. El texto correspondiente a estas tres enmiendas se muestra en la Figura 12.2. La aplicación de estas enmiendas constitucionales ha sido extendida a la acción estatal bajo la sección 1º de la 14ª enmienda de la Constitución de los EE.UU, la cual declara "… Ningún Estado hará o fortalecerá cualquier ley que pueda limitar los privilegios e inmunidades de los ciudadanos de los EE.UU; de igual forma, ningún Estado privará a nadie de su vida, libertad o propiedades sin el debido proceso legal; y a nadie le será negada dentro de su jurisdicción una protección igualitaria de las leyes."

Cuarta enmienda
El Derecho de los habitantes de que sus personas, domicilios,papeles y efectos se hallen a salvo de pesquisas y aprehensiones arbitrarias, será inviolable, y no se expedirán al efecto mandamientos que no se apoyen en un motivo verosímil, estén corroborados mediante juramento o protesta y describan con particularidad el lugar que deba ser registrado y las personas o cosas que han de ser detenidas o embargadas.

Quinta enmienda
Nadie estará obligado a responder de un delito castigado con a pena capital o con otra infamante si un gran jurado no lo denuncia o acusa, a excepción de los casos que se presenten en las fuerzas de mar o tierra o en la milicia nacional cuando se encuentre en servicio efectivo en tiempo de guerra o peligro público; tampoco se pondrá a persona alguna dos veces en peligro de perder la vida o algún miembro con motivo del mismo delito; ni se le compeleerá a declarar contra si misma en ningún juicio criminal; ni se le privará de la vida, la libertad o la propiedad sin el debido proceso legal; ni se ocupará la propiedad privada para uso público sin una justa indemnización.

Sexta enmienda
En todos los procesos judiciales, el acusado gozará del derecho de un juicio rápido y público, realizado por un jurado imparcial del estado y distrito donde el delito se hubiere cometido. Este distrito habrá sido previamente confirmado por la ley. El acusado será informado de la naturaleza y causa de las acusaciones. Será confrontado por los testigos en su contra. Utilizará el proceso conminatorio para obtener los testigos en su favor, y obtendrá la asistencia de un abogado para su defensa.

Figura 12.2 Cuarta, Quinta, y Sexta Enmiendas de la Constitución de los EE.UU.

12.3 Consideraciones Legales Durante la Investigación.

12.3.1 Autoridad que dirige la investigación. El investigador debe asegurarse del fundamento y medida en que puede ejercer su autoridad para dirigir la investigación. Normalmente, la autoridad es pública o gubernamental (policía, bomberos, oficina del fiscal); contractual (p. ej., una compañía de seguros) o privada en cualquier otro aspecto (p. ej., una investigación previa a la presentación de una demanda). La identificación adecuada del fundamento de autoridad ayudará al investigador a cumplir las normas y limitaciones legales en vigor. El alcance de la autoridad concedida a los investigadores por parte de los organismos públicos o gubernamentales, se especifica normalmente en las leyes de cada jurisdicción, complementadas por las correspondientes leyes locales y por normas de los organismos y departamentos correspondientes. Muchos estados y organismos locales (de las ciudades, condados y pueblos) establecen requisitos sobre licencia o certificación de los investigadores. Si no se cumplen estos requisitos, los resultados de la investigación pueden resultar nulos de cara a la presentación de posibles demandas e incluso el investigador puede sufrir sanciones.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

12.3.2 Derecho de entrada. El hecho de que un investigador tenga autoridad para realizar una investigación, no quiere decir necesariamente que tenga derecho a entrar en el edificio que haya sufrido un incendio. Los derechos de entrada se establecen frecuentemente en las normas, leyes y reglamentos. La entrada ilegal en un edificio puede suponer cargos contra el investigador (entrada en lugar prohibido, allanamiento de morada u obstrucción, impedimento o entorpecimiento de una investigación criminal). Una vez establecido el derecho legal de entrada en un edificio, el investigador debe notificar que va a entrar a cualquier funcionario o autoridad que esté al cargo del mismo. Un derecho de entrada que por otro lado sería legal, no autoriza la entrada para investigar en el lugar de los hechos. Se necesita una autorización posterior por parte del organismo o funcionario que esté al cargo. Una vez dentro del edificio, deberá poner la máxima atención para no alterar el lugar de los hechos y proteger las pruebas.

12.3.2.1 Frecuentemente, las normas establecidas para proteger la seguridad pública exigen que un edificio en el que se ha declarado un incendio sea demolido lo antes posible, para evitar daños al público. Este hecho puede impedir a un investigador que aproveche la única oportunidad para examinar el lugar de los hechos. Cuando sea importante hacerlo, el investigador puede conseguir de un juez un mandato que prohíba la demolición hasta una fecha posterior y especificada, normalmente mediante interdicto, para que los investigadores puedan estudiar el lugar de los hechos. Este procedimiento, no obstante, puede resultar caro, pues el juez puede exigir a la parte que solicita el aplazamiento que delimite los alrededores del edificio, ponga guardias y lo proteja durante el período de aplazamiento. Un asesor legal debería informar de las necesidades a este respecto y aportar soluciones a dichas necesidades. Hay que tener en cuenta que el juez o alguna de las partes pueden exigir a los investigadores y a otras personas que presenten sus pruebas. Hay que tener mucho cuidado. El investigador no puede destruir, tirar ni trasladar ninguna prueba hasta que esté clara y legalmente autorizado para hacerlo. Por lo que respecta a la investigación de fuegos importantes y catastróficos, los tribunales están emitiendo cada vez más órdenes que tratan de conservar el lugar de los hechos, manteniendo por tanto el derecho de todas las partes y organismos interesados a conocer y examinar todas las pruebas disponibles.

12.3.2.2 En el caso de que se autorice o sea necesaria la destrucción, la eliminación o el traslado de pruebas, el investigador sólo debe participar en tales hechos una vez examinado a fondo el lugar de los hechos, redactado un informe y verificado si éste es exacto y completo. Se debe tener cuidado para evitar la espoliación.

12.3.3 Método de entrada. Mientras que el «derecho de entrada» se refiere a la autoridad legal para entrar en un edificio o lugar donde se haya declarado un incendio, en esta sección trataremos sólo de cómo se obtiene dicha autoridad. Hay cuatro grandes métodos generales para conseguir entrar a un lugar: por consentimiento, porque lo exijan las circunstancias, por autorización administrativa y por autorización judicial.

12.3.3.1 Consentimiento. La persona autorizada legalmente a custodiar el lugar, puede conceder permiso o consentimiento al investigador para que entre y permanezca en el mismo. Éste es un acto voluntario por parte de una persona responsable y puede ser anulado en cualquier momento por dicha persona. Cuando se conceda la autorización, el investigador debe procurar que sea por escrito. Un método eficaz es hacer que la persona autorizante firme una autorización.

12.3.3.2 Cuando las circunstancias lo exigen.

12.3.3.2.1 Generalmente se reconoce que el cuerpo de bomberos tiene autoridad legal para entrar en un edificio con el fin de controlar y extinguir un fuego hostil. Por tanto, se deduce que el cuerpo de bomberos está obligado a determinar el origen y causa del incendio, en interés del bien público y del bienestar general.

12.3.3.2.2 El período durante el que puede continuar la investigación o en el que debería estar terminada, ha sido objeto de una decisión del Tribunal Supremo de Estados Unidos (*Michigan v. Tyier*, 436 U.S. 499), en la que el tribunal estableció que la investigación puede continuar durante un «período razonable de tiempo», que puede depender de muchas variables. Si el investigador tiene duda de lo que se debe considerar un «tiempo razonable», podrá utilizar uno de los otros medios para procurarse y mantener el derecho de entrada.

12.3.3.3 Orden administrativa de investigación.

12.3.3.3.1 El objeto de una orden administrativa de investigación es, por lo general, permitir que los responsables legales o reglamentarios de investigar el origen y causas de un incendio, puedan cumplir con su obligación de acuerdo con la ley. Se puede obtener una orden administrativa de investigación de un tribunal competente, tras demostrar que le ha sido denegado o no ha sido autorizado el permiso. No se emite por el método tradicional de demostrar la «causa probable», como en el caso de la autorización judicial, aunque sigue siendo necesario demostrar que la investigación es razonable. Esa investigación se debe justificar demostrando un interés razonable del gobierno. Si el interés público justifica la entrada, se entiende demostrada una causa probable válida y razonable.

12.3.3.3.2 El objeto de la orden administrativa se limita a la investigación del origen y causa del incendio. Si durante la investigación autorizada por una orden administrativa se descubren pruebas de un delito, se debe interrumpir la investigación y solicitar una orden judicial (*Michigan v. Clifford*, 464 U.S. 287).

12.3.3.4 Orden judicial de investigación. El objeto de una orden judicial de investigación es permitir la entrada de funciones o agentes del gobierno para investigar y recoger pruebas de un delito. Como se especifica en la orden. La orden puede autorizar la búsqueda en los locales, un vehículo o una persona. Los agentes del gobierno autorizados para pedir la orden de investigación así como el juzgado en el que va a presentarse deben estar especificados en las leyes federales y estatales. Un agente autorizado para pedir una orden no está necesariamente autorizado para ejecutarla. Pequeños defectos en la petición de la orden pueden causar supresión de evi-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

dencias. El peticionario debería considerar una consulta legal cuando realiza la aplicación.

12.3.3.4.1 En la solicitud del peticionario de la orden de investigación judicial se debe incluir lo siguiente:

(1) El tipo o carácter de la propiedad investigada
(2) El lugar o persona a investigar
(3) Alegaciones sobre hechos, basadas en el conocimiento personal del peticionario o en información y opinión del peticionario, dentro del campo de esta opinión, de modo que haya una causa razonable que soporte los argumentos (1) y (2)

12.3.3.4.2 La petición puede también contener una petición para ser ejecutada a cualquier hora del día o de la noche sin preaviso, si está apoyada en hechos suficientes.

12.3.4 El Interrogatorio de Sospechosos.

12.3.4.1 A la vista de los distintos cargos penales que se puedan hacer como resultado de un incendio, cada investigador deberá asegurarse de si se le puede solicitar que preste garantía según la «Regla de Miranda» y si es así, cuándo y cómo debe hacerlo. La «Regla de Miranda» exige que, antes de un interrogatorio de una persona bajo custodia, se avise a esa persona o testigo:

(1) De que tiene derecho a permanecer callada.
(2) De que cualquier afirmación que haga puede ser utilizada como prueba contra ella.
(3) De que tiene derecho a la presencia de un abogado, y
(4) De que si no puede pagar a un abogado, le será nombrado uno de oficio antes del interrogatorio, si lo desea.
(5) Si decidiera renunciar al derecho de permanecer en silencio, puede cambiar de opinión y para el interrogatorio o pedir un abogado en cualquier momento del mismo.

12.3.4.2 A no ser que se demuestre en el juicio, y hasta que se haga, que se han hecho estas advertencias o que el detenido ha renunciado a sus derechos, ninguna prueba obtenida en el interrogatorio podrá ser utilizada contra el acusado (anteriormente contra el testigo) (*Miranda v. Arizona*, 384 U.S. 436). A los testigos interrogados «bajo custodia» se les debe avisar de sus derechos constitucionales. Aunque las entrevistas realizadas sobre el lugar de un incendio no se consideran por lo general «bajo custodia», en determinadas circunstancias sí pueden serlo. Poner a un testigo bajo custodia depende de muchas variables: lugar donde se celebra la entrevista, duración de la misma, quién está presente y quién participa y la percepción del testigo de si va a ser detenido si intenta irse. Si queda alguna duda en la mente del investigador acerca de si el testigo está siendo interrogado bajo custodia, se debe avisar al testigo de sus derechos constitucionales. Se recomienda que, cuando se haga esto, tal como exige la «Regla de Miranda», se haga por escrito que debe firmar el testigo.

12.3.5 Expoliación de Pruebas. La expoliación de la prueba se refiere a la pérdida, destrucción, o alteración material de un objeto o documento que es prueba o potencial prueba en un procedimiento legal, por parte de la persona que tiene la responsabilidad de su preservación. Esta expoliación de la prueba se puede deber al movimiento, el cambio o la destrucción de las pruebas, o por la alteración de la escena que perjudica significativamente la oportunidad de otras partes interesadas en la obtención del mismo valor probatorio de las pruebas, como hizo cualquier otro investigador anterior

12.3.5.1 Responsabilidades. Es responsabilidad del investigador (o de cualquier otra persona que maneje y examine las pruebas) evitar cualquier tipo expolio de dichas evidencias y el alcance de esta responsabilidad variará de acuerdo a factores como pueden ser la jurisdicción del investigador, el hecho de que él o ella sea un funcionario público o un investigador privado, o si se ha detectado una conducta criminal, y según las leyes y regulaciones aplicables. De todas formas, sin importar el alcance y la responsabilidad del investigador, deberá tenerse mucho cuidado para evitar destrucciones o la destrucción material de pruebas, lo que con posterioridad puede ser considerado como un expolio. En caso de que los objetos pueden alterados, el investigador debería recurrir a las técnicas presentadas en esta guía destinadas a preservar el valor como evidencia de todos aquellos objetos en caso de que otros quieran examinar con posterioridad los objetos.

12.3.5.2 Documentación. El trabajo de fotografiar, documentar o preservar las pruebas debería aplicarse no sólo a las relevantes según la opinión del investigador, sino también aquellas que sostengan hipótesis alternativas razonables que se desecharon tras analizarse.

12.3.5.3 Recursos contar la Expoliación. Los tribunales civiles y criminales han aplicado numerosos recursos en el caso de que se haya producido expoliación de pruebas, entre los que se incluyen expedientes informativos, sanciones económicas, aplicación de inferencias probatorias, limitaciones bajo las normas de las pruebas, exclusión del testimonio de expertos, retirada de una demanda o una defensa, acciones dolosas aparte realizadas para la destrucción intencionada o negligente de pruebas, e incluso procesamiento criminal por la obstrucción a la justicia. Los investigadores deben realizar sus investigaciones de tal manera que minimicen la pérdida o destrucción de pruebas, y de tal modo se reducen las alegaciones de expoliación

12.3.5.4 Notificación a Partes Interesadas. Las demandas por alteración de pruebas pueden ser minimizadas cuando se avisa a todas las partes interesadas conocidas de que se va a realizar una investigación en el lugar del incidente de modo que permita que todas las partes interesadas conocidas tengan la oportunidad de enviar expertos y presenciar la investigación. Tal aviso puede hacerse por teléfono, carta o e-mail. Una notificación oral debería ser confirmada por escrito. La notificación debería incluir la fecha del incidente, su naturaleza, lugar; la naturaleza y extensión de las pérdidas; daños, muerta o heridos hasta donde se conoce, el interés potencial de las partes en conexión con el incidente; la facha de la siguiente acción, las circunstancias que afectan a la escena (como órdenes de demolición pendientes o condiciones ambientales); una petición de respuesta para una fecha; información de contacto como cuando tiene que responder la persona notificada; y la identidad de la persona o entidad que controla la escena. La notificación también debería incluir una relación de las partes a las que se ha informado. Los investigadores del sector público pueden tener diferentes responsabilidades que los del

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

sector privado. La responsabilidad sobre la notificación varía en función de la jurisdicción, ámbito, procedimientos y circunstancias del incendio. Las partes interesadas deberían hacer declaraciones públicas oficiales sobre su interés. Un acuerdo privado a la investigación no constituye una notificación a menos que esté de acuerdo con esta sección.

12.3.5.5 Documentación Previa a Alteraciones. Siempre que el investigador determine que una alteración importante de la escena del incendio será necesaria pata completar la investigación de incendio, debería hacerlo pero solo después de notificarlo a todas las partes interesadas y de que éstas hayan tenido la oportunidad de estar presentes. Debería tenerse especial cuidado en fotografiar y documentar la escena, y conservar las pruebas relevantes. La escena debería ser adecuadamente documentada antes de cualquier alteración y las pruebas relevantes deberían preservarse. El desmontaje destructivo de cualquier posible o sospechosa fuente de ignición debería ser evitado siempre que sea posible para permitir un examen forense posterior una vez que se notificado a las partes interesadas.

12.3.5.6 Alteraciones y Traslado de Pruebas.

12.3.5.6.1 La investigación de incendios frecuentemente requiere mover las pruebas o alterar el escenario del incendio. Por sí mismo, este movimiento de las pruebas o alteración del escenario del fuego no deberían ser considerados como expolio. Las pruebas físicas pueden necesitar ser movidas para facilitar el descubrimiento de la causa del fuego. Adicionalmente, se acepta que a veces es necesario retirar de la escena del incendio un potencial agente causante del fuego, o incluso llevar a cabo su desmontaje para intentar determinar si el objeto, de hecho, causó el fuego, y que partes de dicho objeto contribuyeron en su aparición. Por ejemplo, el fabricante de un electrodoméstico no puede saber si una unidad ha causado un fuego, hasta que esta no sea identificada y examinada. Estas actividades no deberían ser consideradas como expolio. Debido a que todas las partes interesadas pueden no estar identificadas antes de la alteración o el movimiento de la prueba, el investigador debería usar las técnicas incluidas en esta guía para preservar el valor probatorio de estos objetos documentando la escena del fuego y de los objetos antes de la alteración o el movimiento, preservando así el valor como evidencia de dichos objetos, para otros que puedan incorporarse a la investigación con posterioridad.

12.3.5.6.2 Una consideración más sobre la protección de pruebas: puede haber casos en los que sea necesario retirar pruebas relevantes del lugar del siniestro para asegurarse de que están protegidas contra robo o daños posteriores. Tampoco se consideran expoliación las acciones llevadas a cabo para proteger las pruebas.

12.3.5.7 Comunicación previa a la realización de un ensayo destructivo. . Una vez que se han retirado las pruebas de su sitio, deben conservarse y no destruirse o alterarse hasta que no se haya informado a otros que tengan un interés razonable en el asunto. Cualquier examen o prueba destructiva que se necesite realizar sobre la prueba, se hará sólo después de que se haya informado previamente a todas las partes razonablemente conocidas, y se les haya dado la oportunidad de participar u observar las pruebas. En la ASTM E 860**,** *Práctica estándar para examinar y probar elementos que están o pueden estar involucrados en procesos de responsabilidad de productos (Standard Practice for Examining and Testing Items That Are or May Become Involved in Products Liability Litigation)*, y en la ASTM E 1188, *Práctica estándar para la recogida y conservación de información y objetos por parte de un investigador técnico (Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator)* hay guías relacionadas con las notificaciones. En la sección 17.11 de esta guía se puede encontrar una guía sobre la eliminación de pruebas. En la ASTM E 1459, *Guía estándar para el etiquetado y documentación relacionada con el etiquetado de pruebas (Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation*) hay una guía sobre etiquetado de pruebas.

12.4 Consideraciones Legales Previas al Juicio.

12.4.1 Introducción. Entre el momento en que una investigación concluye y cuando el tema llaga a juicio, puede haber muchos procedimientos legales para determinar si un caso debería ir a juicio y, si es así, que objetos, documentos, hechos u opiniones serán permitidos como prueba. Muchos de estos procedimientos pueden ser considerados como "descubrimientos". Estos procedimientos se producen principalmente en casos civiles, pero puede haber casos criminales en algunas jurisdicciones. Siguiendo las normas legales, no hay involucrado un juez en esta parte del litigio, a menos que las partes sean incapaces de resolver un teme en particular.

12.4.2 Formas de Descubrimiento. Descubrimiento es el proceso ocurrido durante la fase previa al juicio de un procedimiento legal donde cada parte del litigio obtiene información, documentación y pruebas desde lados opuestos o no partidarios que pueden ser usadas en la preparación del juicio. El descubrimiento, que es gobernado por las reglas del tribunal aplicables en la jurisdicción, puede tomar diferentes formas.

12.4.2.1 Orden de Presentación. Una Orden de Presentación es una petición escrita requiriendo que un documento sea presentado por otra parte o testigo. Normalmente, cuando una petición es hacha por un no participante, tundra que ir acompañada por una citación. La petición o citación identificará documentos específicos o categoría de documentos a presentar y cuando y donde deben presentarse.

12.4.2.2 Interrogatorios. Los interrogatorios son preguntas escritas de una de las partes a otra parte. Deben ser contestados por escrito, bajo juramento, y firmados por la parte o su representante.

12.4.2.3 Declaraciones. Una declaración es un método de obtención de un testimonio oral bajo juramento, donde el testigo (declarante) debe responder preguntas de uno o más de los abogados representando a las partes en un procedimiento legal. Hay diferentes motivos para tomar declaración. Incluyen descubrir que hechos, opiniones o pruebas tiene un testigo o puede ofrecer al tribunal; obtener un testimonio para ser usado en procedimientos posteriores por el tribunal, tales como mociones; o para preservar el testimonio de un testigo que puede no estar disponible para declarar ante el tribunal, Una estenógrafa del tribunal (informador del tribunal), que

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

puede presentar posteriormente una transcripción de los procedimientos e informes. Es normal que las declaraciones sean grabadas en video.

12.4.2.3.1 Procedimiento. Independientemente del propósito de la declaración, el procedimiento para tomar una declaración es casi siempre el mismo. En una declaración, el testigo está obligado a jurar o afirmar bajo pena de perjurio que el testimonio a dar es la verdad. El informador del tribunal tomará el juramento y recogerá todo lo que se diga por el testigo y abogados durante la declaración. Una declaración sigue un formato de pregunta y respuesta. Un abogado deberá formular preguntas al testigo, a menos que se indique lo contrario.

12.4.2.3.2 Declaraciones sobre Descubrimientos. Una declaración sobre descubrimientos es aquella que se toma para aprender o descubrir hechos, opiniones o información que tiene un testigo. El abogado que pidió la declaración comenzará el interrogatorio. A menudo, pero no siempre, después de que el primer abogado ha terminado sus preguntas. Los abogados de las otras partes pueden preguntar también. Generalmente, la estrategia en una declaración de descubrimiento es exponer todos los hechos y opiniones que tiene un testigo, el contenido de la ficha del testigo, la tendencia, si el testigo la tiene, y cualquier testimonio que pueda ofrecer el testigo al tribunal. Si el testigo testifica posteriormente ante el tribunal de una forma diferente o inconsistente con el testimonio de su declaración, el testimonio de su declaración puede ser usado para impugnar al testigo. Las declaraciones de descubrimiento pueden cubrir una amplia gama de temas, incluyendo el historial del testigo, formación, experiencia, cualificaciones y metodologías usadas por el testigo al formular su opinión sobre la situación como experto. En estas situaciones, un investigador de incendios debe comunicar sus opiniones de forma clara y entendible. La dificultad en comunicar opiniones es esta situación es que el investigador debe comunicar hechos y opiniones en respuesta a preguntas propuestas por un abogado que puede representar a una parte contraria en un procedimiento sobre el que el investigador tiene poco control. Por tanto, el investigador debería comprender como puede ser usada su declaración, en el futuro y la importancia de crear un una impresión que establezca una opinión y una base válida para esta opinión.

12.4.2.3.3 Declaraciones Ante el Tribunal. Normalmente una declaración ante el tribunal se toma para preservar el testimonio de un testigo que puede no estar disponible para testificar personalmente en el momento del juicio. Al contrario que una declaración sobre descubrimientos, una declaración ante el tribunal es llevada a cabo por un abogado de la parte que espera ofrecer el testimonio durante el juicio, sea como cargo o refutación. En lugar de tomar declaración para descubrir hechos u opiniones, la estrategia en una declaración ante el tribunal es preguntar al investigador para establecer sus credenciales, establecer una base para lo que hizo el investigador y permitir que el investigador dé su opinión.

12.4.2.4 Informes. Las Regla federales de Procedimiento Civil y algunos tribunales estatales pueden requerir que sean llamados como testigos expertos que preparen informes, que pueden formar la base para interrogatorios cruzados durante la declaración del testigo. Estos informes contienen la información siguiente:

(1) Una lista de materiales revisados y actividades de investigación realizadas
(2) Una lista de las opiniones que el experto espera dar al tribunal
(3) Las bases para esta opinión
(4) Una lista de publicaciones del experto durante los últimos diez años
(5) Una lista de testimonies ante tribunales o de declaraciones durante los últimos diez años
(6) La compensación que el experto recibe por su trabajo

12.4.3 Mociones. Una moción es una petición para que el tribunal actúe. Los hechos, documentos y pruebas que salen a la luz durante la fase de descubrimiento a menudo forman la base para mociones que excluyen ciertas pruebas o declaraciones de testigos o limitan o excluyen el testimonio de ciertos individuos frente al tribunal. Tales mociones pueden argumentar que fueron violados derechos constitucionales o que la prueba fue obtenida ilegalmente o que el testimonio del testigo experto no es relevante o fiable. Puede requerirse al investigador que presente una declaración jurada o un testimonio concerniente a la moción.

12.5 Juicios. Si las partes de la investigación no pudieran resolver el asunto en cuestión por medio de una declaración en un caso criminal o la resolución de una demanda civil, el caso pasará a ser resuelto en un juicio. El juicio será presidido por un juez, que instruirá al jurado sobre las leyes aplicables, y establecerá las reglas de admisión de evidencias según marca la ley. En la mayoría de casos relacionados con incendios, un jurado determina los hechos y la responsabilidad como un "investigador de los hechos." Si no se llega a conformar un jurado, entonces será el juez quien actúe como "investigador de los hechos."

12.5.1* Normas de Prueba.

12.5.1.1 La admisión de una prueba en un juicio está regulada por las normas de prueba. El objetivo de estas normas es asegurar que la prueba presentada es fiable. El objetivo de toda investigación de un incendio es producir documentos, pruebas, declaraciones, informaciones, datos y conclusiones fiables. No es necesario que todo investigador de un incendio sea un experto en pruebas. Si cumple con las normas y procedimientos recomendados en esta guía, los resultados de su investigación deberían ser admitidos como prueba.

12.5.1.2 Los requisitos para presentar evidencias, las normas y reglas que los modifican varían en gran medida entre jurisdicciones. Por esta razón, se debería consultar las reglas que afecten de manera individual a estados, territorios, provincias, o lugares bajo jurisdicción internacional. Las Reglas Federales de los EE.UU. relativas a la presentación de evidencias se recogen a lo largo de esta guía, como orientación para promover sus criterios generales de relevancia e identificación. Las Reglas Federales sobre Evidencias entraron en vigor el 2 de enero de 1975, y han sido enmendadas en varias ocasiones. Las Reglas Federales se aplican en los casos civiles y criminales en todos los juzgados de apelación, juzgados de distrito,

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

tribunales de apelación, y ante de cualquier magistrado de los EE.UU. Las Reglas Federales son reconocidas por haber codificado esencialmente unas bien establecidas reglas para obtención de pruebas, y muchos Estados las han adoptado en su totalidad, o en parte.

12.5.2 Tipos de Pruebas. Hay básicamente tres tipos de pruebas, todas los cuales se relacionan en cierta medida con la investigación de los incendios. Son las pruebas demostrativas, pruebas documentales y pruebas testimoniales, que se describen detalladamente en 12.5.2.1, 12.5.2.2, y 12.5.2.3.

12.5.2.1 Pruebas Demostrativas. Es un tipo de pruebas consistente en objetos que se distinguen del testimonio de los testigos sobre los objetos. Son pruebas de las que se puede extraer una importante primera impresión mediante su vista, tacto, olfato u oído. Las pruebas demostrativas se deben verificar. Los objetos se verifican o autentifican de una de estas dos maneras: mediante identificación por los testigos (testimonio de reconocimiento) o estableciendo una cadena de custodia (cadena ininterrumpida de posesión desde que se tomó la prueba en el lugar de los hechos hasta que se presenta).

12.5.2.1.1 Fotografías / Ilustraciones como Forma de Prueba. Entre los tipos más frecuentes de pruebas demostrativas están los mapas, planos, diagramas y modelos. Son pruebas generalmente admisibles basándose en el testimonio de que son representaciones bastante exactas de lo que el testigo trata de describir. Las fotografías y películas se consideran la forma gráfica del testimonio oral y se admiten cuando el testigo ha declarado que son representaciones correctas y exactas de hechos importantes observados personalmente por el testigo. A menudo el testigo no tiene por qué ser fotógrafo, pero debe conocer los hechos representados, la escena o los objetos fotografiados. Una vez que demuestra dicho conocimiento, el testigo debe declarar si la fotografía refleja correcta y exactamente esos hechos.

12.5.2.1.2 Muestras. La cadena de custodia es especialmente importante en lo que se refiere a las muestras. Se debe establecer una cadena de posesión ininterrumpida para asegurar su admisibilidad.

12.5.2.2 Prueba Documental. Una prueba documental es toda aquella evidencia presentada de forma escrita. Esto puede incluir documentos de empresas como recibos de ventas, listas de inventario, facturas, y documentos bancarios como cheques y depósitos; pólizas de seguros, objetos personales como diarios, calendarios, registros telefónicos; documentos del departamento de bomberos como informes de investigadores de incendios, las notas de los investigadores, los informes sobre incendios, y las declaraciones de testigos recogidas de forma escrita; o cualquier mandato emitido por una agencia legal, incluidos informes de investigación, informes de operaciones policiales, o cualquier despacho producido por los departamentos de policía o bomberos; documentos del departamento de vehículos a motor; y transcripciones escritas de los documentos de audio y video. Cualquier tipo de información presentada de forma escrita que esté relacionada con un fuego o una explosión será considerada como prueba documental. Las pruebas documentales se aceptan generalmente siempre y cuando se mantengan dentro del curso normal de la actividad empresarial. Todas las declaraciones de los testigos deberán presentarse debidamente firmadas por los testigos, correctamente fechadas, todo atestiguado por terceras personas si es posible. Es importante registrar el nombre completo del testigo, su dirección y número de teléfono. Cualquier otra información adicional sobre la identidad (p.e. fecha de nacimiento, número de la seguridad social, dirección de email, número del carnet de conducir), puede resultar de ayuda en caso de que en el futuro surjan problemas para contactar con el testigo. En algunas jurisdicciones podría ser necesario presentar también declaraciones escritas de puño y letra por parte del testigo.

12.5.2.3 Pruebas Testimoniales. Una prueba testimonial es la aportada por un testigo vivo y competente que habla bajo juramento o promesa. Con frecuencia se requiere a los investigadores que aporten pruebas testimoniales sobre la naturaleza, alcance, desarrollo y resultados de su investigación. Todos los testigos están obligados a responder completa y sinceramente a todas las preguntas. Hay dos tipos de testigos que ofrecen testimonio en un proceso legal: "testigos presencial" y "testigos expertos".

12.5.2.3.1 Testigo Presencial. Un testigo presencial es aquel cuyo testimonio no se basa en conocimientos científicos, técnicos o de otra especialización, Un ejemplo de testigo presencial es un vecino que descubrió el incendio y testifica acerca de sus observaciones. A menudo un investigador será llamado como testigo presencial para testificar ante tribunales, agencias administrativas, agencias reguladoras y entidades relacionadas. Además de dar testimonio sobre los hechos, un investigador puede ser llamado para presentar conclusiones u opiniones sobre un incendio, como un testigo experto. El testimonio sobre la opinión de un testigo presencial se permite en circunstancias limitadas. Las circunstancias son definidas por las Reglas Federales sobre Pruebas, Regla 701, o las normas estatales sobre pruebas.

12.5.2.3.2 Testigo Experto. Se define un testigo experto, en general, como alguien con la suficiente capacidad, conocimientos o experiencia en un campo dado que le permiten sacar deducciones o conclusiones u opiniones a las que una persona normal no podría llegar. El testimonio de los expertos puede ayudar al juez o al jurado a comprender los hechos y, por tanto, a establecer la verdad.

(A) Antes de ofrecer su testimonio identificando el origen y causa, un investigador de incendios debe ser aceptado como experto por el tribunal La opinión o conclusión de los investigadores que testimonien como expertos, no es de mayor valor para descubrir la verdad de un asunto que la que garantiza la solidez que apoya las razones y hechos del investigador. La prueba tomada como base de cualquier opinión o conclusión debe ser pertinente y fiable y, por tanto, admisible. Si una investigación se hace bien, se alcanzarán esos índices de fiabilidad y credibilidad. La marcha adecuada de una investigación asegurará que se cumplen los índices de fiabilidad y credibilidad. Las reglas que gobiernan la admisibilidad de testigos expertos están contenidas en las Reglas 702, 703, 704 y 705 de las Reglas Federales de Pruebas anta la Corte Federal o las reglas de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

la jurisdicción particular ante la que está pendiente el caso. La Regla 702 se muestra en 12.5.2.3.2(B).

(B) Si un conocimiento científico, técnico o de otra especialidad ayudará al buscador de hechos a entender las pruebas o determinar un hecho, un testigo calificado como experto mediante conocimiento, habilidad, experiencia, formación o educación puede testificar en forma de una opinión u otra si (1) el testimonio está basado en suficientes hechos o datos, (2) el testimonio es el resultado de principios y métodos fiable y (3) el testigo ha aplicado principio y métodos fiables a los hechos del caso.

12.5.2.3.3 Admisibilidad del Testimonio. Para que un testimonio experto sea admitido como prueba en un procedimiento legal, el tribunal debe determinar que el testimonio es relevante, que el testigo está cualificado y que el testimonio es fiable.

12.5.2.3.4 Relevancia. Un tribunal puede encontrar que el testimonio experto es relevante si un conocimiento científico, técnico u otro especializado ayudará al tribunal o al jurado a comprender las pruebas o decidir los hechos del caso. Por ejemplo, en un caso donde el origen y la causa del fuego se debaten, el testimonio de un experto será relevante para ayudar al tribunal o jurado a comprender las características del caso.

12.5.2.3.5 Cualificaciones del Experto. El tribunal determina si un testigo que va a dar testimonio experto posee las necesarias cualificaciones para dar tales opiniones. Normalmente, el tribunal observará la educación, formación, experiencia o habilidad del experto.

12.5.2.3.6 Fiabilidad de Opiniones. Si el tribunal determina que el testimonio del experto es relevante y que el experto tiene las cualificaciones suficientes para dar una opinión, hay todavía un tercer requisito que debe ser cumplido antes de que la opinión sea admitida como prueba, El tribunal debe encontrar si la opinión del experto es fiable.

(A) A menudo una prueba de la fiabilidad de las opiniones del experto es llamada una prueba "Daubert", basada en la decisión del Tribunal Supremo de los Estados Unidos en *Daubert v. Merrell Dow* (509 U.S. 579, 113 S.Ct. 2786). El control *Daubert* se aplica en tribunales federales y en los de aquellos estados que han reconocido como procedentes estas reglas. No todos los tribunales estatales siguen las reglas de *Daubert*.

(B) El Tribunal Supremo en *Daubert* fija cuatro factores que un tribunal puede usar en la evaluación sobre si una opinión experta es suficientemente fiable para ser admisibles. Por tanto, las decisiones del Tribunal Supremo dejan claro que prueba de fiabilidad es flexible esta lista de factores específicos no se aplica necesaria ni exclusivamente a todos los expertos en cualquier caso. Estos factores son los siguientes:

(1) Si una teoría o técnica puede ser (y ha sido) probada
(2) Si una teoría o técnica ha sido sometida a una revisión por otros expertos y publicada (aunque su publicación o su ausencia no es una consideración concluyente)
(3) El conocimiento del grado posible de error de una técnica científica en particular y la existencia y mantenimiento de estándares que controlen el funcionamiento de la técnica
(4) Que una "valoración fiable" no requiere, aunque se permita, una identificación explícita de una comunidad científica relevante y una decisión expresa de un grado particular de aceptación de una teoría o técnica por esa comunidad.

(C) Es importante observar que el Tribunal Supremo de los Estados Unidos ha mantenido que los factores *Daubert* usados para determinar la fiabilidad se aplican no solo al testimonio científico, sino también al testimonio basado en conocimiento técnico o de otra especialidad. La investigación del tribunal sobre la fiabilidad del testimonio experto propuesto puede ampliarse a la evaluación de la metodología sobre la que se basa la opinión. La metodología será validada una vez que se muestre que se han usado técnicas aceptadas de investigación y que la metodología y razonamientos fueron aplicados correctamente a los factores en discusión. El testigo potencial puede usar este documento, así como otros, para establecer que la metodología usada para alcanzar la opinión es fiable.

12.5.3 Formas of Examen. El examen de los testigos generalmente se hace de dos formas, examen directo o cruzado.

12.5.3.1 Examen Directo. El examen directo de un testigo es el primero en un tribunal o procedimiento legal llevado a cabo por el abogado de una parte que ha llamado al testigo.

12.5.3.2 Examen Cruzado. El examen cruzado es el examen de un testigo ante un tribunal o procedimiento legal llevado a cabo por la parte contraria a la que presenta al testigo. El propósito del examen cruzado es obtener testimonies adicionales a los del examen directo o comprobar la veracidad o impugnar el testimonio del testigo.

12.5.4 Formas de Testimonio. El testimonio puede ser prestado tanto oralmente como por escrito. En ambos casos se presta bajo juramento.

12.5.4.1 Declaraciones. Una declaración es un testimonio escrito sobre un hecho u opinión hecho voluntariamente por un testigo y firmado bajo juramento por el mismo.

12.5.4.2 Respuestas a Interrogatorios. Los interrogatorios son cuestionarios escritos a ser contestados por los testigos de las partes u otra persona que pueda tener información de interés para una parte en un procedimiento legal. Las respuestas deben ser firmadas bajo juramento.

12.5.4.3 Deposiciones y Testimonio ante el Tribunal. Son declaraciones orales de un testigo dadas bajo juramento en una deposición o juicio.

12.5.5 Carga Probatoria. Las cargas probatorias en los casos civiles difieren de las que se dan en los casos criminales. En los casos criminales, debido a que las libertades civiles del acusado están en juego, el fiscal debe probar la culpabilidad del acusado más allá de toda duda razonable. Por el contrario, los casos civiles normalmente se centran en disputas sobre dinero. En la mayoría de estos casos, el/la demandante debe probar sus reclamaciones imponiendo la fuerza de sus evidencias, lo que quiere decir "más probable que improbable." En algunas jurisdicciones, la carga de prueba en algunos tipos de juicios

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

civiles (p.e., aquellos que se centran en reclamaciones por fraude), debe ser "clara y convincente." Esto quiere decir que la persona que decide sobre los hechos debe ser persuadida por las pruebas de la alta probabilidad de que la reclamación, o defensa afirmativa, sea verdadera. Una prueba clara y convincente tiene una carga probatoria mayor que el estándar de preponderancia de pruebas pero menos de la que supone estar más allá de toda duda razonable.

12.5.6 Proceso Criminal. Aun cuando hay ciertos crímenes relacionados con incendios que se suceden en todas las jurisdicciones (p.e. incendio provocado), la mayoría de los procesos criminales es tan variada como las propias jurisdicciones, sus recursos, historia, intereses y preocupaciones.

12.5.6.1 Incendio Provocado.

12.5.6.1.1 El incendio provocado es el delito más corriente relacionado con el fuego.

12.5.6.1.2 Incendio Provocado. *El Black's Law Dictionary*, 6ª edición, 1990, define así el incendio provocado: En el derecho común, el incendio intencionado de la casa de otro. No obstante esta definición ha sido ampliada por las leyes y códigos de los estados. Por ejemplo, el *Model Penal Code* (Código Penal), sección 220.1(1), dice que una persona es culpable de incendio provocado, delito en segundo grado, si provoca un incendio o causa una explosión con el objeto de: (a) Destruir un edificio o una estructura ocupada por otro; o (b) Destruir o dañar cualquier bien material, sea el suyo propio o el de otro, para cobrar el seguro por su pérdida. En algunos estados este delito se divide en incendio provocado en primero, segundo y tercer grados; el primer grado incluye el incendio por la noche de un edificio de viviendas habitado; el segundo grado, el incendio nocturno de un edificio que no sea de viviendas, pero situado de tal modo respecto a otro de viviendas que lo ponga en peligro; el tercer grado, el incendio de cualquier edificio o estructura que no haya sido objeto de incendio provocado en primero o segundo grado o el incendio de un bien material suyo o de otro, con intención de defraudar o perjudicar al asegurador del mismo.

12.5.6.2 Normas sobre Incendios Provocados. Hay que investigar con cuidado las leyes de cada jurisdicción relativas a los requisitos, carga de la prueba y penas por el delito de incendio provocado. El incendio provocado en general, o en primero y segundo grados (si están así clasificados), se considera delito culposo. Tales delitos exigen demostrar que la persona ha dañado intencionadamente el bien material provocando o avivando el fuego o causando una explosión. El incendio provocado en tercer grado (si está así clasificado) generalmente requiere sólo conducta temeraria que produce daños en un bien material y se considera a menudo una falta.

12.5.6.3 Factores a Tener en Cuenta. Cuando exista la posibilidad de que se ha producido un acto delictivo o un incendio provocado, el investigador deberá tener en cuenta estos factores, importantes para la mayoría de las investigaciones:

(1) ¿La provocación, inicio o avivamiento del fuego o la explosión, fueron intencionados?
(2) ¿Había otra persona presente en el interior o cerca del edificio?
(3) ¿Quién es el propietario del bien afectado?
(4) Si el objeto del incendio ha sido un edificio, ¿qué tipo de edificio era, quiénes lo ocupaban y a qué se dedicaba?
(5) ¿Actuó el delincuente de forma temeraria, aunque fuera consciente del riesgo que corría?
(6) ¿Hubo en realidad presencia de llamas?
(7) ¿El incendio o la explosión causaron realmente daños materiales o personales?

12.5.6.4 Otros Actos Delictivos Relacionados con Incendio.

12.5.6.4.1 Las bases de la actuación penal con relación a los incendios, varían enormemente de una jurisdicción a otra. Es imposible recoger todos los delitos existentes. La siguiente lista de actos que pueden dar lugar a actuación penal, sin pretender ser exhaustiva, trata de alertar a los investigadores de las posibilidades en un territorio dado: fraude a compañías de seguros; dejar fuegos encendidos solos; dejar que un incendio se haga incontrolado; dejar que incendio se transmita a otros sitios; quemar sin los permisos adecuados; quemar temerariamente; quemar negligentemente; jugar con fuego temerariamente; conducta maliciosa; amenaza de fuego o bombas; dejar de avisar de un incendio; dejar de avisar de la existencia de brasas; sabotear maquinarias, equipos o signos de advertencia utilizados para la detección, prevención o supresión del fuego; dejar de ayudar a la extinción o control de un fuego; la venta o instalación de aparatos de detección o extinción de incendios ilegales o que no funcionen y el uso de determinados equipos o maquinaria sin los correspondientes dispositivos de seguridad, sin que haya extintores o sin tomar otras precauciones que eviten un incendio. En casi todo el mundo se pueden imponer sanciones por no obedecer las órdenes de los jefes de bomberos, guardas contra incendios y otros funcionarios y agentes de entidades públicas cuya finalidad es promover, llevar a cabo o asegurar de cualquier otro modo la prevención, protección, extinción o seguridad contra incendios.

12.5.6.4.2 Las principales industrias o recursos de una jurisdicción dada promueven a menudo la promulgación de normas penales especiales y detalladas. Por ejemplo, existen normas penales que hacen referencia específica a los incendios en minas de carbón, bosques, praderas, parques o durante situaciones de sequía o de emergencia. También normas especiales relativas al tipo de ocupación o uso de un edificio dado (p. ej., instituciones penitenciarias o correccionales, hospitales, casas de acogida, centros de día o de atención a la infancia, colegios, etc.). En casi todas las jurisdicciones está también regulado el uso y transporte de materiales explosivos o peligrosos.

12.5.6.5* Directrices para realización de Informes sobre incendios provocados/ inmunidad. Cada una de las jurisdicciones estatales y el Distrito de Columbia han aprobado Directrices para la realización de Informes sobre incendios provocados e inmunidad. Estas directrices generalmente requieren de informes de los aseguradores a las autoridades, concluyendo que existen indicios de intencionalidad en el incendio. También requiere de los aseguradores la necesidad de establecer un mecanismo para liberar información de las reclamaciones de seguros a los funcionarios públicos en los casos

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

en los que el incendio puede haber sido consecuencia de una acto criminal. Comúnmente conocidas como "Acta de Informes de incendios provocados/ inmunidad", las directrices sobre informes de incendios provocados establecen que una compañía de seguros debería, a demanda escrita de una entidad u funcionario público, facilitar la lista de información y documentación relacionada con cualquier pérdida o perdida potencial que pueda ser atribuida a un fuego "sospechoso" o intencionado. La información será confidencial hasta que llegue el momento en que tenga que ser utilizada en un procedimiento civil o criminal. La compañía de seguros quedará libre de cualquier responsabilidad civil o criminal, en base a la entrega de esta información, de acuerdo a lo establecido en la directriz mencionada. Como queda recogido en cada una de las jurisdicciones, las actas varían en gran medida tanto en requisitos como en sanciones criminales. Cada acta impone sanciones de carácter criminal en caso de incumplimiento.. Para evitar procedimientos criminales, las compañías de seguros y los investigadores que trabajan en su nombre, deberían estar al corriente de todas las actas sobre informes de incendios provocados aplicables. Deberían estar alerta sobre los cambios que existen actualmente en 12.5.6.5(A) a 12.5.6.5(E).

(A) Además de la obligación de las compañías de seguros, en algunas jurisdicciones deben informar de los posibles incendios provocados sus empleados, agentes, investigadores, asegurados y abogados.

(B) Además de la respuesta a peticiones específicas por escrito de información y documentación, algunas jurisdicciones establecen que las compañías de seguros pueden informar a las autoridades competentes si sospechan que un incendio es de «origen sospechoso». Otras jurisdicciones establecen que las compañías de seguros deben informar a las autoridades competentes si sospechan que un incendio es de «origen sospechoso». Obsérvese que el término origen sospechoso, tal como se utiliza en esta sección, se refiere al lenguaje que utilizan algunas normas sobre informes de incendios provocados. Pero en esta guía no se reconoce la mera sospecha como un nivel exacto o aceptable de prueba para determinar la causa u origen ni se reconoce el «origen sospechoso» como descripción precisa o aceptable de la causa u origen de un incendio. Esta guía desaconseja el uso de tales términos.

(C) Además de exigir la redacción y presentación de determinados documentos específicamente enumerados, algunas jurisdicciones exigen la presentación de todos los documentos.

(D) Aunque la mayoría de las jurisdicciones asegura la absoluta confidencialidad de la información y documentación presentadas, reservando su uso para los procesos civiles o penales, otras permiten que esa información se comunique a otros organismos y funcionarios públicos interesados.

(E) En muchas jurisdicciones, se pierde la inmunidad contra responsabilidad civil o penal si esa información se publica maliciosamente o de mala fe.

12.5.7 Procesos civiles. Muchos incendios dan lugar a procesos civiles. Estos procesos típicamente se refieren a reclamaciones de daños y perjuicios por muerte, heridas, daños materiales y pérdidas económicas producidas por un incendio o explosión. La mayoría de las demandas civiles se admiten bajo la alegación de negligencia. Un número importante de demandas civiles se admiten bajo el principio legal de responsabilidad civil del producto o presuntos incumplimientos de las leyes y normas en vigor.

12.5.7.1 Negligencia.

12.5.7.1.1 La negligencia se refiere por lo general a situaciones en que una persona no se ha comportado como lo haría una persona razonablemente prudente en las mismas o parecidas circunstancias. La responsabilidad por negligencia exige más que una conducta. Los elementos que tradicionalmente se aplican a la responsabilidad legal por negligencia pueden ser, resumidos, los siguientes:

(1) Deber: Deber que exige que alguien actúe conforme a determinada norma de conducta para la protección de los demás contra riesgos irrazonables.
(2) Fallo: Fallo de alguien que no actúa conforme a las normas establecidas.
(3) Causa: Una relación causal razonablemente próxima entre el comportamiento de alguien y los daños causados a otros (llamada generalmente "causa legal" o "causa inmediata").
(4) Pérdida: Pérdida efectiva o daños resultantes producidos en los intereses de otro.

12.5.7.1.2 Ejemplo Hipotético de Elementos de Negligencia. He aquí un hipotético ejemplo de la aplicación de estos elementos de la negligencia: el encargado de una residencia de ancianos tiene el *deber* de instalar detectores de humo que funcionen bien dentro de la residencia, para la protección de los residentes. Un encargado razonablemente prudente habría instalado los detectores. Pero el encargado de la residencia tuvo el *fallo* de no instalar los detectores de humo. Se declara un incendio en un almacén de la residencia. Como había detectores de humo, ni el personal ni los residentes fueron avisados de la presencia del fuego con tiempo suficiente para ponerse a salvo y un ocupante, que en caso normal podría haberse salvado, murió como consecuencia del incendio. La muerte de este ocupante tuvo como causa inmediata el fallo del encargado por no instalar los detectores de humo. Su muerte constituye una *pérdida* o *daño real* al ocupante fallecido y a su familia. Una vez establecidos estos cuatro elementos, queda establecida también la responsabilidad por negligencia.

12.5.7.2 Códigos, Reglamentos y Normas. A lo largo de los años han ido apareciendo varios códigos, reglamentos y normas para proteger las vidas y los bienes materiales del fuego. El incumplimiento de los códigos, reglamentos, reglas, órdenes o normas puede ser la base de la responsabilidad civil en los casos de incendios o explosiones. Además, muchas jurisdicciones han establecido leyes según las cuales dicho incumplimiento revela negligencia o plantea la presunción de negligencia. Según la ley, el incumplimiento de lo establecido en el código penal faculta a la parte perjudicada a obtener el doble o el triple de la compensación normal por daños.

12.5.7.3 Responsabilidad Civil del Producto. La responsabilidad civil del producto se refiere a la responsabilidad legal que tienen los fabricantes y vendedores de compensar a los

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

compradores, usuarios e incluso a los espectadores por daños o perjuicios sufridos a causa de defectos en los bienes adquiridos. Esta falta hace que los fabricantes sean responsables si sus productos tienen defectos que los hacen anormalmente peligrosos (poco seguros) para los consumidores o usuarios. Aunque la responsabilidad última de los daños y perjuicios corresponde casi siempre al fabricante, también se le puede atribuir al minorista, en algunos casos al mayorista o intermediario, al arrendador y, como menos frecuencia, a alguien totalmente fuera del proceso de fabricación y distribución, como en los casos de un organismo de certificación. Esta responsabilidad última se puede reclamar por demanda directa del afectado contra el fabricante o por reclamación de indemnización o contribución contra otros que pudieran ser responsables de los daños causados por el producto defectuoso.

12.5.7.4 Responsabilidad Estricta.

12.5.7.4.1 Los tribunales aplican el concepto de responsabilidad estricta en los casos de responsabilidad civil del producto en los que el vendedor es responsable de todos y cada uno de los productos defectuosos o peligrosos que amenazan indebidamente la seguridad personal de un consumidor. Este concepto se aplica a todos los que han participado en la fabricación y venta del producto en cualquiera de sus aspectos. El concepto legal de responsabilidad estricta se basa en la premisa de que, cuando un fabricante presenta al público un bien o producto para su venta, el fabricante está suponiendo que ese producto es adecuado para el uso a que se destina. Para poder reclamar por responsabilidad estricta, es esencial demostrar que el producto era defectuoso cuando salió a la venta y, por tanto, irrazonablemente peligroso.

12.5.7.4.2 Se han reconocido los siguientes tipos de defectos: de diseño, de fabricación, falta de advertencia o advertencia inadecuada y falta de cumplimiento de las normas, códigos, reglas o reglamentos aplicables. Los tres defectos más corrientes se describen en 12.5.7.4.2(A) a 12.5.7.4.2(C).

(A) Fallo de diseño: El diseño básico del producto contiene un fallo o falta que hace que ese producto sea irrazonablemente peligroso.

(B) Fallo de fabricación: El diseño del producto puede haber sido adecuado pero un fallo o error en la fabricación o montaje del producto, lo hace inseguro.

(C) Advertencia inadecuada: No se avisa adecuadamente al usuario sobre el uso adecuado o seguro del producto ni se le avisa de cualquier peligro inherente a su posesión o de cualquier riesgo por el uso razonable previsible o mal uso del producto. La responsabilidad estricta se aplica aunque el vendedor haya puesto todo el cuidado posible en la preparación y venta de un producto. No es necesario que se demuestre que ha habido negligencia.

Capítulo 13 Seguridad Física

13.1* General. El escenario de un incendio, es por naturaleza, un lugar peligroso. Los investigadores tienen una responsabilidad consigo mismos y quizás con otros (tales como, otros investigadores, operadores de instrumentos, trabajadores, propietarios, abogados) que pueden sufrir algún tipo de daño durante el proceso de investigación. Este capitulo le dará al investigador algunas. recomendaciones básicas relacionadas con asuntos de seguridad, incluyendo equipos de protección personal (EPI). Cabe señalar, sin embargo, que el investigador debe tener en cuenta y cumplir con los requisitos aplicables de seguridad relacionados con las leyes o con las políticas y procedimientos establecidos por su agencia, empresa u organización.

13.1.1* Estadísticas sobre heridas o daños para la salud. La atmósfera que se encuentran los investigadores en el escenario de una incendio o una explosión durante la realización de su trabajo es muy variable con el tiempo, puede contener una combinación de múltiples riesgos respiratorios y ser un peligro inmediato para la vida y la salud (IDLH). La inhalación de polvos perjudiciales, gases tóxicos y vapores en el escenario de un incendio o una explosión es un riesgo común para los investigadores que comienzan su trabajo inmediatamente después de finalizadas las tareas de extinción y los trabajos de revisión finalç

13.1.1.1* Muchos investigadores han evaluado el grado de exposición de los bomberos a sustancias peligrosas durante las actividades de extinción. Estos estudios han servido de base para desarrollar estándares de protección mas adecuados para los investigadores de incendios y plantear una serie de temas relacionados con los efectos sobre la salud a corto y largo plazo

13.1.1.2 Aunque de forma limitada, algunos estudios han intentado cuantificar los riesgos presentes durante la investigación de un incendio. El Instituto Nacional de Salud y Seguridad en el Trabajo (NIOSH), junto con la Oficina para el Control del Alcohol, Tabaco, Armas de Fuego y Explosivos, reconoció en un informe de 1998 sobre riesgos para la salud, los peligros a los cuales están expuestos los investigadores durante las operaciones de revisión final y búsqueda entre los escombros, y en 2007, publicó un estudio sobre la contaminación de la ropa expuesta al ambiente del escenario de un incendio.

13.1.1.2.1 El estudio de 1998 cuantificó los compuestos presentes en los escenarios de un incendio tras el proceso de extinción. Aunque en bajas concentraciones, los compuestos detectados incluían, polvo, hidrocarburos alifáticos, acetona, acido acético, acetato de etilo, isopropanol, estireno, benceno, tolueno, xileno, furfural, fenoles y naftalenos. También aparecieron hidrocarburos aromáticos poli cíclicos con po-



FIGURA 13.1 Los requisitos de seguridad en el escenario del fuego aplican a todos los participantes durante todo el proceso de investigación y análisis de este.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

tencial efecto cancerígeno como benzo (a) antraceno, benzo(b)flouranteno y benzo(a)pireno. Aunque estos productos aparecían en niveles inferiores a los límites de exposición recomendados por el NIOSH, el formaldehído mostraba concentraciones dos veces superiores a su límite de 0,1 ppm

13.1.1.2.2 El estudio de 2007 cuantificaba los riesgos que podrían afectar a los investigadores y a sus familias a consecuencia de la contaminación de la ropa durante la investigación en la escena del incendio. Se estableció la posibilidad de contaminación de otra ropa si se lavaba junto a los uniformes usados durante las investigaciones. En base a los datos obtenidos, se recomendaba el uso de ropa de protección durante las investigaciones, y para reducir la posibilidad de llevar a cas los contaminantes, los investigadores deberían usar ropa desechable o usar servicios de lavandería profesionales.

13.1.2 Programas de Seguridad e Higiene Todas las empresas, sean públicas o privadas tienen la responsabilidad de crear un especio de trabajo "seguro" y proteger a sus empleados de riesgos identificados, tal y como se requiere en la Cláusula de Responsabilidades General de la Ley de 1970 de la Organización de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHA). Los investigadores y las empresas a las cuales perteneces han de cumplir con las Directrices de OSHA, Normas y practicas aplicables a los trabajos y a las actividades llevadas a cabo en su lugar de trabajo, que muchas veces es el escenario de un incendio o de una explosión. La clave para cumplir con las directrices de seguridad y salud en el trabajo y la base de los procedimientos de una organización de trabajo normalizados, políticas y programas de formación de los empleados es disponer por escrito de un programa integrado de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

13.1.2.1 Para ayudar a las organizaciones a disminuir la incidencia de los accidentes laborales, enfermedades o muertes, OSHA ha identificado cinco elementos fundamentales que han demostrado su eficacia y que son necesarios para desarrollar y poner en marcha un programa eficaz de seguridad e higiene para el investigador de incendios.

13.1.2.1.1 Compromiso de la Gerencia y participación de los trabajadores. Las organizaciones deben tener por escrito y claramente expresada, una declaración de su política de seguridad e higiene comprendida por todo el personal. Es crítico que todo el mundo entienda que la seguridad y la higiene son prioritarias en relación con otros valores organizativos

13.1.2.1.2 Peligros y Evaluación de Riesgos. La identificación de los peligros potenciales de existentes en el escenario de un incendio o una explosión necesita de un análisis activo y continuo de los procesos de trabajo, las prácticas, los procedimientos, equipo y condiciones de trabajo. Identificar los peligros no solo ayuda a definir el tipo adecuado de ropa de protección y equipos de protección personal (EPI), sino que también ayuda a identificar el nivel adecuado de entrenamiento y formación.

13.1.2.1.3 Control y Prevención de Riesgos. El control y la prevención de riesgos se basan en la premisa de que siempre existe un riesgo potencial en el escenario de un incendio. Los riesgos pueden eliminarse o gestionarse por la aplicación de Planes de actuación o procedimientos de trabajo que incluyen controles técnicos efectivos y medios de protección personal. Este proceso contempla la identificación, evaluación, prevención y control de riesgos laborales generales y peligros menos obvios que pueden surgir durante las actuaciones "in situ".

13.1.2.1.4 Educación y capacitación en Seguridad e Higiene. Se requiere un entrenamiento eficaz y un programa de educación para gestionar las responsabilidades en seguridad e higiene de todo el personal de la organización, incluyendo los supervisores. Para reforzar la importancia de la seguridad, las agencias deberían considerar la integración de algunos aspectos de la educación y formación en seguridad e higiene, dentro del resto de las actividades de capacitación y formación de la organización

13.1.2.1.5 Compromiso a Largo Plazo. Los directivos y empleados deben tomar un compromiso serio para impulsar y mantener como prioritario el programa de seguridad e higiene de la organización... Sin este nivel de compromiso, el programa de seguridad e higiene está condenado al fracaso. Las organizaciones deberían buscar continuamente nuevas y mejores prácticas, métodos, programas, tecnologías y equipos diseñados específicamente para los trabajos y responsabilidades de los investigadores.

13.1.2.2 Un programa eficaz de seguridad e higiene en el trabajo para un investigador de incendios ha de incluir medios para una evaluación, prevención, control e identificación sistemática de los riesgos que pueden aparecer de forma normal en el escenario del incendio y también para aquellos que de forma menos evidente pueden surgir durante el trabajo "in situ". Como guía para el desarrollo de una gestión efectiva de los riesgos para la salud y la seguridad, dentro de su organización, los investigadores deberían usar NFPA 1500. Norma para programas de Seguridad e Higiene en Departamentos de Bomberos.

13.2 Seguridad Genérica en la Escena del Incendio. El investigador debe ser consciente de los peligros generales y particulares de la escena que se investiga. El investigador debe tener en cuenta la posibilidad de lesiones graves en cualquier momento y no se debe tener un exceso de confianza o correr riesgos innecesarios.

13.2.1 Investigar Solo el Lugar de los Hechos. El examen del lugar de los hechos no lo debería hacer nunca el investigador solo. Debería haber como mínimo siempre dos personas. Para asegurar la ayuda inmediata si un investigador resulta atrapado o herido. Si el lugar del incendio es investigado por un solo investigador, necesita establecerse un protocolo claro de comunicaciones entre el investigador y una persona exterior de contacto. Debería establecerse un tiempo para la finalización y contactos periódicos a intervalos regulares entre el investigador en el lugar y la persona exterior de contacto. Si le resulta imposible al investigador ir acompañado, debe por lo menos avisar a una persona responsable dónde va a estar y cuánto tiempo, aproximadamente.

13.2.2 Fatiga del Investigador.

13.2.2.1 Es normal que durante la investigación del incidente, los investigadores realicen un trabajo físico intenso durante un largo periodo de tiempo. Como consecuencia se pueden fatigar, lo cual puede influir de forma negativa en la coordinación física, la fuerza o la capacidad de responder o reconocer ante situaciones peligro , puede aparecer la fatiga, lo cual Este trabajo puede resultar en fatiga, lo que puede influir negativamente en la coordinación física de un investigador, la fuerza o juicio para reconocer o responder ante las condiciones o situaciones peligrosas. Además, el uso de ropa protectora y aparatos de respiración puede incrementar mas la fatiga.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

13.2.2.2 El descanso periódico, la reposición de fluidos y la alimentación han de hacerse en una atmósfera segura, lejos del riesgo pero en las inmediaciones de éste. En el caso de incidentes muy graves o de gran tamaño, hay que disponer de instalaciones de saneamiento dotadas de inodoros e instalaciones para lavado. Los riesgos a los que está expuesto el investigador no son solo por aspiración o absorción sino también por ingestión, por lo cual es esencial que la comida o la bebida se tome fuera de la escena investigada y tras retirar los equipos contaminados y lavarse la cara y las manos.

13.2.3 Trabajos por encima o bajo el nivel del suelo. Cuando los trabajos se realicen bien por encima o bien bajo el nivel del suelo, hay que tener en cuanta los riesgos especiales que pueden aparecer.

13.2.3.1 El agua estancada puede representar una variedad de riesgos para el investigador. Los charcos de agua en presencia de sistemas eléctricos energizados pueden ser letales para el investigador si este toca un cable con tensión, un electrodoméstico enterrado u cualquier otro equipo mientras está dentro del agua.

13.2.3.2 Charcos que aparentemente tienes unos centímetros de profundidad pueden tener una profundidad mayor que la altura del investigador. También pueden esconder peligros tales agujeros u objetos peligrosos que pueden hacer tropezar o herir al investigador.

13.2.3.2.1 La espuma que los bomberos usan para combatir fuegos de tipos A y B, puede crear riesgos para el investigador. Pueden ocultar objetos con los cuales se puede tropezar, desechos, objetos cortantes, herramientas y demás objetos que hayan podido ser abandonados en la escena del incendio. Pueden hacer que las superficies sean resbaladizas con riesgo de caídas. Cuando se ha utilizado espuma es recomendable esperar a que la espuma se drene o haya sido eliminada de forma cuidadosa antes de entrar, para minimizar la posibilidad de alterar el escenario o destruir una evidencia.

13.2.3.3 A veces la atmósfera de los sótanos o áreas subterránea ha de ser analizada. El análisis debería determinar la concentración de oxigeno o evaluar las condiciones atmosféricas presentes

13.2.3.4 Cuando el trabajo se realiza por encima del nivel del suelo, se ha tener en cuenta la necesidad de usar equipos de adecuado de protección contra caídas. Han consultarse la recomendaciones y seguir las Normas de Seguridad e Higiene para trabajos en altura.



FIGURA 13.2.3.5 Uso de un brazo articulado para inspeccionar la escena de un fuego antes de acceder a ella. El personal viste equipamiento de protección contra caídas y el operario está debidamente entrenado.

13.2.3.5 Cuando se trabaja en una plataforma aérea, el investigador debe determinar si la plataforma o parte del equipamiento ha sido diseñada (marcado) para ser "usada por personas." El equipamiento no diseñado específicamente para personas no debería ser utilizado. Los requisitos de las normas OSHA (Estatal y federal) para el entrenamiento de seguridad para operarios de elevadores aéreos deberían ser consultados y seguidos. *(Ver Figura 13.2.3.5)*.

13.2.4 Trabajos junto a Maquinaria en Movimiento. El uso de maquinaria pesada o equipos mecánicos móviles en la escena del incendio presenta riesgos especiales y afecta tanto a los investigadores presentes como a la totalidad del escenario del incidente.

13.2.4.1 Cuando se use este tipo maquinaría, el área ha de señalizarse para evitar la entrada en ella y, si los investigadores han de entrar o permanecer en el área, deberán vestir trajes reflectantes. Deberá existir un responsable de seguridad, que será el encargado de comunicar con los operadores de la maquinaria y avisar a los investigadores de los cambios que puedan aparecer en las condiciones existentes.

13.2.4.2 Para prevenir la entrada y los posibles daños, se deberá identificar y señalizar las áreas afectadas por el movimiento de las grúas y las vías que se usen para la retirada de los escombros Nadie debería trabajar bajo las cargas que están siendo transportadas por las grúas.

13.2.5 Seguridad para los Transeúntes.

13.2.5.1 Los escenarios de fuegos y explosiones atraen a menudo la curiosidad de los transeúntes. El investigador debería gestionar su seguridad, así como la seguridad del escenario y de las pruebas.

13.2.5.2 El acceso al escenario de la investigación debería mantenerse cerrado a los transeúntes curiosos. Esto puede hacerse acordonando la zona con cinta y colocando carteles de "prohibido el paso", aunque en ocasiones puede ser necesaria la ayuda de la policía, personal del servicio de bomberos u otro tipo de guardas de seguridad. Cualquier persona no autorizada que se encuentre dentro del área objeto de investigación debería ser identificada, comprobada su identidad y escoltada fuera de la zona para evitar potenciales accidentes.

13.2.6 Situación de Supresión.

13.2.6.1 Si el investigador entra en zonas del edificio antes de que el fuego haya sido totalmente extinguido, deberá contar con el permiso del responsable de las operaciones de extinción. Los investigadores han de coordinar sus actividades con las del personal de extinción e informar al responsable de las operaciones, de cuales son las áreas en las que van a entrar a trabajar. No debería moverse por otras áreas del edificio sin informar al responsable y no debería entrar en un edificio en llamas a menos que vaya acompañado por personal del equipo de extinción y esté entrenado de forma adecuada para ello

13.2.6.2 Cuando se realice una investigación en un edificio nada mas dar el fuego por extinguido, el investigador tiene que tener en cuenta que existe la posibilidad del que el incendio se reavive. Deberá estar alerta ante la presencia de un incendio mantenido o una reavivación de éste y conocer en todo momento cual es la salida más rápida y/o segura.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

13.2.7 Kit de primeros Auxilios y Relación de Números de Emergencia. La entidad que controle la escena de un incendio o explosión deberá tener como mínimo un kit de primeros auxilios y acceso a los números de emergencias locales y conocer la situación de los centros médicos por si durante el proceso de investigación es precisa su utilización.

13.2.8 Señal de Aviso de Emergencia. La entidad que controle la escena del incendio o explosión deberá establecer una señal de evacuación de emergencia y un lugar de reunión que deberán ser conocidos por todos los investigadores que estén trabajando en el escenario. El tipo de señal de evacuación y la situación de la zona de reunión se deberán acordar durante la primera reunión de seguridad y cada vez que un nuevo investigador comienza a trabajar en la zona.

13.3 Riesgos en el Escenario de un Incendio. El investigador tiene que ser consciente de los riesgos generales y particulares que puede haber en el escenario objeto de investigación. debería tener en cuenta la posibilidad de sufrir daños importantes en cualquier momento y tener exceso de confianza y asumir riesgos innecesarios. Esto es especialmente importante cuando la estabilidad estructural del edifico es desconocida o cuando el investigador ha de trabajar en sótanos y niveles altos. Incluso cuando el investigador cree que el edificio es estable, han de tomarse precauciones ya que una inspección visual no siempre muestra el estado real de la estabilidad edificio. El calor o los trabajos de extinción pueden hacer que los elementos estructurales del edificio puedan fallar o debilitarse. Se recomienda que los investigadores trabajen en equipos de 2 o más personas. De esta manera un investigador puede ayudar al otro, lo cual ayuda a aumentar la seguridad de ambos. Aunque el trabajo en solitario no es recomendable, si las circunstancian obligan a hacerlo, debe existir una persona que conozca donde, cuando y por cuanto tiempo va a estar el investigador trabajando en el escenario, de forma que pueda informar en caso de accidente o contratiempo.

13.3.1 Riesgos físicos. Resbalar, tropezar y caer, agujeros en el suelo, superficies cortantes, cristales rotos y otros riesgos de este tipo pueden causar daños al investigador. La fatiga incrementa la posibilidad de daños físicos durante la investigación. Cuando se usan herramientas manuales o portátiles motorizadas y escaleras, hay que observar todas las normas de seguridad e instrucciones de uso, para disminuir el riesgo de accidente. El uso de linternas o equipos de iluminación portátiles (intrínsecamente seguros cuando sea preciso) puede reducir el riesgo de resbalones o caídas. Además, la identificación, señalización o tapado de agujeros u otros objetos que puedan causar daños, disminuirá la posibilidad de daños. El agua estancada y las superficies húmedas o resbaladizas deberían ser señalizadas y aisladas mediante barreras para avisar a los investigadores que no deben entrar en esas zonas.

13.3.2 Riesgos debidos a la estabilidad de los edificios. Debido a su naturaleza, la estructura de la mayoría de los edificios que han sufrido incendios o explosiones está debilitadas y cubiertas, techos, paredes, muros de carga y suelos pueden haber sido afectados por el incendio.

13.3.2.1 El calor afecta a los componentes del los edificios de diferentes formas, algunas de las cuales pueden ser invisibles a simple vista. Hay que tener preacción y comprobar la estabilidad de la estructura antes de entrar en el edificio y comenzar los trabajos de investigación. Si el trabajo va durar más de un día, las comprobaciones han de hacerse de forma continua ya que los daños a la estructura del edificio pueden cambiar a lo largo del proceso de investigación. Las condiciones climatológicas pueden afectar a la estabilidad del edificio, por lo que requieren comprobaciones constantes durante todo el proceso.



FIGURA 13.3.1 Andamio utilizado por los investigadores para acceder a partes de la estructura. El riesgo de caída está en la pasarela entre el andamio y la estructura.

13.3.2.2 Los trabajos a realizar pueden necesitar la entrada en esos edificios y a menuda requiere la retirada o desplazamiento de escombros que podrían mover o debilitar a posteriori unas estructuras ya dañadas. Antes de entrar en esos edificios o comenzar a retirar escombros, se debería comprobar de forma cuidadosa la estabilidad y seguridad del edificio. El investigador debería, si fuera necesario, buscar la ayuda de expertos en estructuras para evaluar la necesidad de eliminar la estructura peligrosamente dañada o la posibilidad de apuntalar los muros de carga, suelos, techos o cubiertas.

13.3.3 Riesgos Eléctricos. Los riesgos eléctricos en el lugar del incendio pueden provenir de la instalación eléctrica del edificio, normal o de emergencia, o de aquellos equipos herramientas que aporta el investigador. El servicio eléctrico debería estar desconectado o aislado los circuitos eléctricos adecuados.

13.3.3.1 Si bien los investigadores pueden llegar al escenario del incendio horas o incluso días mas tarde, han de tener en cuanta los daños potenciales para evitar daños o incluso la muerte. Las descargas eléctricas pueden producir daños muy graves o incluso la muerte. Tanto los investigadores como los bomberos deberían saber como protegerse de los peligros de la electricidad durante el examen del escenario de un incendio. Este riesgo es especialmente alto cuando se realiza la investigación inmediatamente después del incendio. Cuando las condiciones lo exijan, el investigador se deberá asegurar de que se ha desconectado la corriente del edificio o de la zona afectada antes de entrar. Tendrá que tener en cuenta que es posible que el edifico tenga varias acometidas, por lo que debería asegurarse de que se han desconectado todas antes de entrar en el área de riesgo. El investigador no debería desconectar la acometida si no asegurarse de que lo hace el responsable de la compañía suministradora.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 13.3.2.2 Como resultado del daño producido por la explosión y el fuego, la estructura ha tenido que ser apuntalada antes de la entrada de los investigadores.

13.3.3.2* Bloqueo/etiquetado (LOTO). Cuando se interrumpe el servicio de suministro eléctrico y se desconecta la alimentación, se deberá colocar una etiqueta o un candado en el seccionador, que indique que se ha cortado la alimentación. Si hay más de un investigador, cada persona o grupo debería colocar su propia etiqueta o candado. Esto evitará que se conecte de nuevo la alimentación de forma inadvertida por el grupo de personas que abandona la zona sin tener en cuanta que puede haber aun otro grupo trabajando en ella. Cuando Teniendo en cuenta los daños potenciales causados `por la electricidad, hay que asumir que el riesgo está siempre presente. El investigador debería comprobar personalmente que se ha cortado la corriente, lo cual puede hacerse utilizando un voltímetro. Algunos equipos permiten medir voltios y ohmios, otros solo están diseñados para indicar la presencia de corriente continua. Estos equipos, del tamaño de un lápiz, producen una alarma acústica o visual cuando se conectan a un cable (desnudo o revestido). Si se usan equipos de medida de voltaje, hay que comprobar que estén dimensionados para la tensión existente en el edificio. El uso de quipos no adecuados puede producir daños por electrocución al investigador y exponer a un gran riesgo al resto de los investigadores que estén en la zona en la cual se está haciendo la prueba. Si hay dudas respecto a si los equipos están energizados, lo mejor es llamar a la compañía suministradora para que lo verifique.

13.3.3.3 A veces, el investigador ha de trabajar en zonas en las cuales se han realizado instalaciones temporales. Deberá ser consciente de que los cableados provisionales para iluminación o suministro de potencia no siempre están realizados de forma correcta, puesto a tierra o aislados y por lo tanto pueden ser peligrosos.

13.3.3.4 Cuando examine un escenario de incendio, el investigador deberá considerar los riesgos eléctricos expuestos en los apartados 13.3.3.4.1 a 13.3.3.4.12.

13.3.3.4.1 Todos los cables han de considerase energizados o "calientes" incluso cuando el equipo de medida de ha retirado o desconectado.

13.3.3.4.2 Cuando se acerque a la zona del incendio, el investigador deberá vigilar la presencia de cables caídos en la calle, en el suelo o en contacto con vallas metálicas, guarda raíles u otros materiales conductores, incluyendo agua.

13.3.3.4.3 El investigador deberá comprobar la existencia de antenas que hayan podido caer sobre líneas eléctricas, ya que el metal puede estar energizado. Hay que comprobar también la existencia de líneas enterradas.

13.3.3.4.4 El investigador deberá tener cuidado al utilizar escaleras y equipos de elevación en la proximidad de líneas eléctricas aéreas.

13.3.3.4.5 Hay que tener en cuanta que los equipos de servicio de los edificios pueden ser capaces de generar una corriente de gran amperaje y este corto circuito puede generar una descarga eléctrica capaz de producir quemadura y daños físicos graves.

13.3.3.4.6 Los calzados con suela de goma no se pueden considerar aislantes.

13.3.3.4.7 No se debe entra en un sótano inundado si la alimentación eléctrica está conectada. Cuando se está de píe en el agua no se debe desconectar ningún equipo eléctrico de forma manual.

13.3.3.4.8 Hay que evitar la activación de cualquier interruptor eléctrico o el uso de equipos que no sean antideflagrantes en zonas en las cuales se sospecha la existencia de gases o vapores inflamables, ya que se pueden producir explosiones. (Ver 13.3.4.) Si se ha de cortar la corriente, hay que hacerlo en un lugar alejado de la zona con atmósfera explosiva.

13.3.3.4.9 Hay que mantener una línea de comunicación constante y una estrecha colaboración con las compañías eléctricas. El personal de estas compañías tiene la experiencia y los equipos mas adecuados para tratar emergencias en presencia de energía eléctrica.

13.3.3.4.10 Antes de escarbar o escarbar en el escenario del incendio, el investigador debería localizar y evitar los cables eléctricos enterrados.

13.3.3.4.11 El investigador debería ser consciente de que puede haber múltiples servicios que pueden no estar desconectados, conexiones con edificios vecinos o instalaciones similares.

13.3.3.4.12 Para saber si la corriente ha sido desconectada o no, es necesario usar siempre un equipo de medida.

13.3.4 Riesgos Químicos. Los incendios y las explosiones generan a menudo gases tóxicos. La presencia de materiales peligrosos en edificio es una cosa segura. En las viviendas hay productos químicos en la cocina, el baño o en garaje que pueden crear un gran riesgo para el investigador si se expone a ellos. Los edificios comerciales o de oficinas están en general más organizadas en lo que se refiere al almacenamiento de productos peligrosos, pero aun así, el investigador no ha de pensar que el riesgo es menor. Muchos edificios construidos antes de 1975 pueden contener amianto. El investigador debe ser consciente de la posibilidad de estar expuesto a atmósferas peligrosas durante el curso de la investigación.

13.3.4.1 Las atmósferas de los escenarios de un incendio pueden contener gases, vapores o líquidos inflamables o baja concentra-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ción de oxigeno. Es necesario comprobar, mediante el equipo adecuado, que riesgos o condiciones existen antes de comenzar a trabajar o introducir fuentes de ignición en el área. Estas fuentes de ignición pueden ser arcos eléctricos creados por las linternas, radios, las cámaras de fotos y sus flashes o mecheros o cigarrillos.

13.3.4.2 El investigador debe ser consciente de que la atmósfera puede cambiar mientras procesa la escena. Si el investigador mueve objetos durante la excavación en la zona de incendio, se pueden liberar bolsas de gases o se pueden romper depósitos o tuberías. Por ello, la atmósfera necesita ser controlada de forma continua.

13.3.4.3 Hay que tener en cuenta los gases que existen noralmente en el escenario más lo que se pueden producir como consecuencia del incidente. En instalaciones comerciales el investigador podría necesitar una copia de las hojas de seguridad de los materiales (MSDS) para determinar los riesgos de esos productos. La identificación de los riesgos químicos que se pueden producir como resultado del incidente es más difícil. Existen muchos documentos que pueden servir al investigador como referencia para determinar la presencia de productos químicos en el escenario del incidente, incluyendo La Guía de Bolsillo de Riesgos Químicos del Instituto de Seguridad e Higiene (NIOSH).

13.3.4.4 Hay que identificar las instalaciones de gas que alimentan al edificio o a los procesos industriales y desconectarla en la zona del contador, bloqueándolas o colocando una etiqueta. Si no es posible aislar el edificio de forma completa, hay que asegurarse de que el área del edificio o zona de proceso en la cual se esta excavando o examinando esta aislada de equipos conectados al suministro de gas.

13.3.4.5 Hay que considerar la presencia de productos químicos tales como pesticidas, tanto en viviendas como es comercios. Si están envasados de forma adecuada no suelen ser un riesgo. Sin embargo, si el recipiente se ha roto, antes o durante los trabajos de investigación, el investigador tendrá que tomar precauciones, tales como, evitar la zona o usar EPP adecuados.



FIGURA 13.3.5.2 No solo el peligro biológico debería ser una preocupación, este vehículo debería ser bloqueado para evitar el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.



FIGURA 13.3.6 La maquinaria deberá estar completamente apagada antes de que se haya retirado cualquier panel para determinar sus condiciones.

13.3.5 Riesgos Biológicos. Las Fuentes de riesgos biológicos incluyen bacterias, virus, insectos, plantas, pájaros, animales y humanos. Estas Fuentes pueden causar diversos efectos sobre la salud que van desde irritaciones de piel y alergias hasta infecciones (p.e. tuberculosis, enfermedades contagiosas), cáncer, etc. Alguno de estos riesgos pueden ser irreconocibles sin ayuda especializada.

13.3.5.1 Las fuentes de peligros biológicos más comunes que se encuentran en viviendas y comercios son, comida en descomposición, basura, animales que no han sobrevivido al fuego y tuberías y sistemas de alcantarillado rotos o dañados. El investigador no debe abrir neveras o congeladores sin tener en cuanta la condición de los alimentos, especialmente si el servio eléctrico lleva varios días cortado.

13.3.5.2 Si el investigador tiene que trabajar cerca de peligros biológicos, debe de vestir EPP adecuados hasta que finalice los trabajos, hacer una adecuada descontaminación y destruir los equipos desechables. El uso de equipos desechables es útil, ya que pueden dar una protección excelente, y limitan la necesidad de descontaminación de las ropas utilizada debajo de ellos

13.3.6 Peligros Mecánicos. Las máquinas y equipos presentes en la escena pueden tener energía almacenada. Antes de trabajar alrededor de la maquinaria y los equipos, el investigador necesita determinar si están en reposo o si están aun operativos o funcionales. Para equipos o máquinas especiales, el investigador puede necesitar la ayuda del propietario u otro soporte técnico para ayudarle a controlar la energía almacenada

13.3.7 Peligros Diversos. Además de los peligros enumerados anteriormente, hay algunos peligros específicos en áreas particulares.

13.3.7.1 Peligros radiológicos. Los peligros radiológicos se pueden encontrar en consultorios médicos y en algunas industrias. Los consultorios pueden contener pequeñas cantidades de material radiactivo

13.3.7.2 Servicios. El investigador debe determinar la situación de todos los servicios (electricidad, gas, agua, etc.) dentro del edificio objeto de la investigación. Conocer antes de entrar, si las líneas eléctricas están sin tensión (acometida principal, secundaría

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

o temporal), si las tuberías de gas están en carga o si las acometidas y tuberías de agua están en servicio. Conocer la situación de los servicios es necesario para prevenir la posibilidad de electrocución o la liberación inadvertida de gas o agua durante el curso de la investigación

13.3.7.3 Peligro de equipos Mecánicos El uso de equipos mecánicos durante el proceso de investigación añade riesgos adicionales. Hay que tener cuidado mientras se procesa la escena con equipos funcionando. El investigador tiene que estar atento al movimiento del equipo y los materiales y pensar que el operador del equipo puede no saber que el investigador está en peligro.

13.4 Planes de Seguridad. Como parte del proceso de investigación, puede que el investigador tenga que desarrollar un determinado numero de planes de seguridad. La complejidad de los planes y de los temas incluidos puede variar en función de los peligros y el riesgo que haya en la escena. Puede ser necesario considerar otros factores tales, el número de investigadores y personal de apoyo, la severidad de los peligros y riesgos presentes, el uso de EPP especializados, el uso de equipos mecánicos y las políticas organizativas y de gestión.

13.4.1* Evaluación de Peligros y Riesgos. Una de los primeros trabajos que se deben terminar antes de comenzar la investigación de un escenario de incendio o explosión es la Evaluación de Riesgos y Peligros. El investigador ha de ser capaz de determinar cuales son los peligros existentes y controlarlos bien por procesos de ingeniería, administrativos o mediante la selección y el uso de EPP adecuados.

13.4.1.1 Identificación de Riesgos. El proceso de identificacin de peligros y riesgos comienza con la identificación de los peligros. Para simplificar el proceso de identificación de riesgos y para permitir una identificación más sistemática y completa, los peligros pueden ser agrupados por tipo.

13.4.1.1.1 Riesgos Físicos. Los riesgos físicos, tales como patinazos, traspiés y caídas o superficies filosas, vidrios rotos y otros riesgos pueden constituir un peligro físico para el investigador.

13.4.1.1.2 Riesgos Estructurales. Muchos riesgos estructurales son identificados fácilmente sin necesidad de asistencia técnica especializada, pero en escenarios complejos o muy dañados el investigador puede precisar la ayuda de un ingeniero estructural.

13.4.1.1.3 Riesgos Eléctricos. Los riesgos eléctricos en el lugar del incendio pueden provenir de la instalación eléctrica del edificio, normal o de emergencia, o de aquellos equipos herramientas que aporta el investigador. El servicio eléctrico debería estar desconectado o aislado los circuitos eléctricos adecuados.

13.4.1.1.4 Riesgos Químicos. Deberían ser tenidos en cuenta los productos químicos que hay normalmente en la escena del incendio o debidos al mismo. En usos comerciales, el investigador puede desear obtener copias del Material Safety Data Sheets (MSDS), Hojas de Datos sobre Seguridad de Materias, para determinar la peligrosidad de esos productos. La identificación de los riesgos químicos que puedan estar presentes como consecuencia del incidente es más dificultosa. Hay muchos documentos de referencia que el investigador puede usar para determinar los riesgos de productos químicos sospechosos presentes en el lugar del incendio, incluyendo el National Institute of Safety and Health (NIOSH) *Guía de Bolsillo para Riesgos Químicos*.



FIGURA 13.4.2 El radio de giro de la grúa ha sido balizado de manera apropiada.

13.4.1.1.5 Riesgos Biológicos. Las Fuentes de riesgos biológicos incluyen bacterias, virus, insectos, plantas, pájaros, animales y humanos. Estas Fuentes pueden causar diversos efectos sobre la salud que van desde irritaciones de piel y alergias hasta infecciones (p.e. tuberculosis, enfermedades contagiosas), cáncer, etc. Alguno de estos riesgos pueden ser irreconocibles sin ayuda especializada.

13.4.1.1.6 Riesgos Mecánicos. La maquinaria y equipo presentes en el lugar pueden tener almacenada energía. Antes de trabajar cerca de maquinaria y equipo, el investigador necesitará determinar si están totalmente parados o si están todavía operativos o funcionando. Para maquinaria y equipo especializado, el investigador puede precisar la ayuda del propietario o de otro recurso técnico para ayudar a controlar la energía almacenada.

13.4.1.2 Determinación del Riesgo. Dependiendo del riesgo específico identificado, la determinación de los peligros asociados al riesgo podría variar desde una simple evaluación cualitativa hasta complejas evaluaciones cuantitativas. También, como parte de este análisis, el investigador determinará la posibilidad de que entren en contacto con el riesgo. Como ejemplo, para un producto químico (aunque sea riesgo químico) contenido en un bidón u otro recipiente, el peligro es mínimo. En este ejemplo, un mecanismo de control puede aislar el área donde está el recipiente

13.4.1.3 Control del Riesgo. Al determinar el nivel de riesgo, este nivel debería ser comparado con un criterio de referencia o aceptación En algunos casos, el criterio de aceptación ha sido establecido por regulaciones (OSHA). Para controlar un riesgo, el investigador puede usar varias metodologías que incluyen controles de ingeniería, administrativos o de selección y uso del apropiado EPP.

13.4.1.3.1 Controles de Ingeniería. Los controles de ingeniería pueden ser tan sencillos como colocar los apeos adecuados para reforzar elementos estructurales dañados o la demolición de esas áreas después haberlo documentado adecuadamente. O pueden ser soluciones muy complejas que requerirán la evaluación de un ingeniero estructural, medidas correctoras de diseño y dirigir la instalación de las medidas correctoras.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

13.4.1.3.2 Controles Administrativos. Los controles administrativos pueden incluir el aislamiento del área mediante señales o barreras, instruyendo sobre los riesgos a los que trabajan en el área y avisándoles para no entrar en el área aislada, obteniendo recursos especializados que tengan experiencia en tratar el riesgo presente o por una combinación de metodologías.

13.4.1.3.3 Selección y uso adecuado del equipamiento de protección personal (EPP). El uso de EPP es considerado como la medida de control menos efectiva. No obstante, debido a las condiciones que puede encontrase un investigador mientras dure su trabajo en la escena de un fuego, los EPP pueden ser un mecanismo de control apropiado. Se deberá tener mucho cuidado a la hora de determinar los riesgos existentes para asegurarse de que los EPP elegidos son los adecuados y de que el entrenamiento de usuario le capacita para usarlos.

13.4.2 Planes de Seguridad Específicos para la Zona. Una vez finalizado el proceso de Análisis y valoración de riesgos pueden ser necesario desarrollar planes específicos de seguridad. Si no hay riesgos presentes, este plan puede no ser necesario. La entidad de control tendrá que determinar los planes que son aplicables, tales como los enumerados a continuación. Otros investigadores necesitaran un programa compatible para sus empleados.

13.4.2.1* Plan de comunicación de Riesgos de la Zona (HazCom Plan). El Plan HazCom incluye la identificación y situación de los materiales peligrosos, situación del Hojas de seguridad, como puede ocurrir la exposición al producto químico, y el etiquetado o identificación de los materiales. El Plan The HazCom requiere entrenamiento e incluye la documentación para dicha formación.

13.4.2.2 Trabajo en Espacios Confinados. Si la investigación requiere la entrada en espacios confinados como los definidos por 29 CFR 1910.146, se necesita desarrollar un programa específico para la zona. Las personas que no accedan al espacio confinado no requieren entrenamiento.

13.4.3 Gestión de los Planes y de la Seguridad de la Zona. La creación de una estructura organizativa para gestionar la seguridad es función de la complejidad del escenario objeto de estudio. En escenarios pequeños y con problemas de seguridad limitados, la seguridad puede ser gestionada de manera informal, que necesita solamente una evaluación de los riesgos de la zona y de la creación de un plan para controlar dichos riesgos. En escenarios más complejos la gestión de la seguridad será una de las funciones principales y deberá ser asignada como una función especifica dentro de la organización con control directo sobre la gestión de la investigación.. La Figura 13.4.3 es un ejemplo de cómo integrar la función del responsable de seguridad dentro la gestión de una investigación compleja.

13.4.4 Reuniones de seguridad y reuniones informativas. Las reuniones de seguridad tienen lugar dos o tres veces al día, o con más frecuencia si es necesario. Las horas para mantener estás reuniones han de ser al menos, al comienzo del día y después de comer. Las reuniones generales deberán mantenerse tantas veces como sea necesario, a menudos dos o tres veces al día. Algunas veces se requiere mantener una reunión especial previa al comienzo de una nueva fase o nueva tarea. También se pueden realizar reuniones informativas al final de cada trabajo especial o al final de la investigación.

13.5 Contaminación y Exposición a Productos Químicos. Como una parte más de proceso de selección del tipo y nivel de EPP, el investigador debería conocer la terminología básica asociada a la exposición a productos químicos y otras sustancias que puede encontrar en los escenarios de incendios y explosiones.

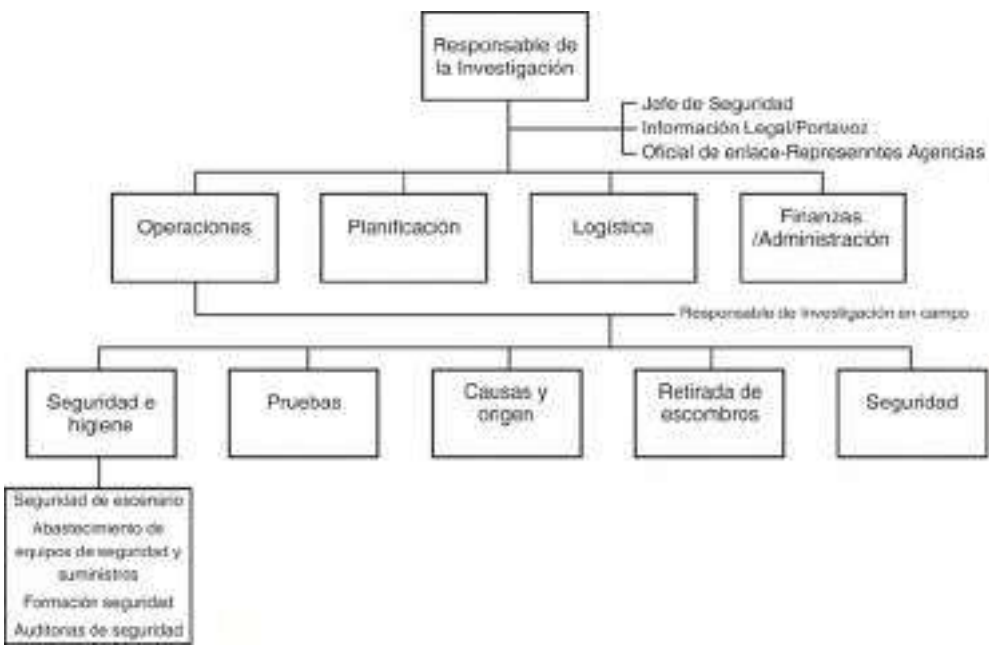


FIGURA 13.4.3 Ejemplo de como integrar la gestión de la seguridad en la organización de una investigación compleja.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

13.5.1 Tipos de efectos de la Exposición.

13.5.1.1 Efecto Localizado. Los efectos localizados afectan al lugar de contacto, por ejemplo, una quemadura de acido o producto cáustico, o la contaminación por polvo algunos líquidos.

13.5.1.2 Efectos Sistémicos. Los efectos sistémicos pueden aparecer en un lugar diferente del punto de entrada de la sustancia, afectando a un órgano o sistema de órganos.

13.5.2 Vías de Exposición.

13.5.2.1 Inhalación. Es la vía de entrada de toxinas más común en las zonas de trabajo. Es también la más rápida y eficaz vía de exposición ya que hace llegar de forma inmediata los productos tóxicos a los tejidos respiratorios y al torrente sanguíneo. Por esta razón se considera como la vía de exposición más importante y peligrosa. Esta vía puede producir efectos localizados o sistémicos.

13.5.2.2 Cutánea. La absorción por la piel ocurre cuando el producto pasa directamente a través de la piel. La función principal de la piel es actuar de barrera ante la entrada de materiales extraños en el cuerpo. Esta barrera, que es efectiva ante muchos productos químicos, permite sin embargo el acceso rápido a su través de algunos productos tóxicos. La presencia de cortes o arañazos incrementa mucho la tasa de absorción. La absorción a través de las mucosas es mas efectiva que a través de la piel. La absorción puede generar efectos localizados y sistémicos.

13.5.2.3 Ingestión. La entrada de productos tóxicos por ingestión ocurre normalmente al comer, beber productos contaminados y al fumar. Este tipo de exposición está, la mayoría de las veces relacionada, con una pobre o inexistente descontaminación. Un lavado cuidadoso de las manos, los brazos y la cara así como la descontaminación de la ropa, limitará el peligro de ingerir un producto peligroso. Situar las áreas de descanso y de comida lejos de la zona contaminada ayudará también a prevenir la contaminación de otras personas.

13.5.2.4 Inyección. Los productos químicos pueden entrar en el cuerpo cuando la piel es perforada por un objeto contaminado. Pequeños cortes como los producidos por un papel, pueden producir problemas si es papel esta contaminado. La contaminación puede ser grave si la herida se produce en zonas las cuales existen productos químicos. La más pequeña herida debe ser tratada para evitar la contaminación. Siempre que sea posible se deben utilizar ropas de protección adecuadas para disminuir el riesgo de daño y contaminación.

13.5.2.5 Vía Ocular. Los productos químicos pueden absorberse a través de los ojos. En algunos casos no se puede detectar el agente químico y solo se pueden detectar los efectos tóxicos. Otras veces el producto químico causa el efecto por contacto.

13.5.3 Niveles de Toxicidad de la Exposición.

13.5.3.1 Exposición Aguda. Es la que ocurre solo una vez, con un nivel muy alto de exposición durante un periodo corto de tiempo. Este tipo de exposición se asocia con la inhalación a lata concentraciones o el contacto directo con la piel por salpicadura o inmersión. Los síntomas y los efectos aparecen normalmente de forma inmediata. En determinadas situaciones, los síntomas se retrasan hasta que el producto alcanza el órgano al cual afecta. Los efectos pueden ser o no reversibles.

13.5.3.2 Exposición Crónica. Se refiere a exposiciones de bajo nivel, de forma repetida o continua, durante un periodo largo de tiempo (de semanas hasta años). En este tipo de exposición, los niveles de inhalación son bajos, o las sustancias en contacto con la piel tienen un bajo nivel de absorción. La aparición de los síntomas y los efectos puede retrasarse hasta 20 o 30 años en algunos casos. Los efectos pueden ser o no reversibles.

13.5.3.3 Exposición Acumulativa. Una exposición repetida, bien durante cortos o largos periodos de tiempo, puede permitir que la exposición al producto químico incremente la dosis ya existente. El monóxido de carbono en un ejemplo de un producto en el cual la exposición produce efectos acumulativos. Sin embargo, en este caso, el monóxido de carbono es eliminado del cuerpo. El plomo, en cambio, se acumula y no es eliminado del cuerpo a través de los procesos metabólicos.

13.5.3.4 Periodo de Latencia. La exposición a algunos productos químicos no produce síntomas hasta pasado algún tiempo desde la exposición a él. Este periodo se denomina periodo de latencia. Los productos cancerígenos son ejemplo de productos con un periodo de latencia.

13.6 Equipos de Protección Personal (EPP).

13.6.1 Selección y uso adecuados de los Equipos de Protección Personal (EPP). El uso de EPP se considera como la menos efectiva de las medidas de control. Sin embargo, debido a las condiciones que se pueden encontrar el en la escena del incendio y a la duración de los trabajos, el uso de EPP puede ser un medio de control apropiado. Hay que identificar de forma cuidados cual es el riesgo presente, para comprobar que el EPP seleccionado es el adecuado para el riesgo existente y que el usuario del EPP esta entrenado y es capaz de usarlo, comprende las limitaciones del equipo, la necesidad de una descontaminación personal efectiva y sabe como inspeccionar y limpiar el equipo.

13.6.1.1 Equipo y Trajes de Seguridad. Mientras se esta en el escenario, es necesario utilizar adecuados EPP, que han de incluir, zapatos o botas de seguridad con suela resistente a perforaciones y puntera de acero, guantes, casco de seguridad, gafas y traje de seguridad. El tipo de ropa de seguridad dependerá de tipo y nivel



FIGURA 13.6.1 Los investigadores visten los EPP adecuados para las condiciones de trabajo existentes durante el análisis de este escenario.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de riesgos presentes. Cuando existe la posibilidad de heridas por caída de objetos o posibilidad de cortes o arañazos con objetos cortantes, puede ser recomendable el uso de trajes de intervención de incendios como los usados por los bomberos o trajes que ofrezcan un nivel de protección similar. Cuando exista peligro de exposición a sustancias tóxicas y desechos, puede ser necesario usar ropas desechables. En atmósferas de alto nivel de riesgo es necesario usar vestuario de protección química.

13.6.1.2 Uso de EPP. Siempre que se usa un EPP para protegerse de un ambiente peligroso, el usuario debe conocer como ponerse y quitarse el traje de forma adecuada, conocer las limitaciones, el uso y como descontaminar el equipo, así se asegurará de que está bien colocado y funcionado.

13.6.1.3* Descontaminación. El investigador debe conocer la metodología adecuada para llevar a cabo una descontaminación personal completa y el método adecuado para descontaminar o eliminar los EPP que ha utilizado, todo ello para evitar le subsiguiente exposición a residuos que permanezcan en la ropa. El trabajo de descontaminación de la ropa podría reducirse usando por encima trajes desechables de Tyvek® y botines de látex encima de las botas.

13.6.1.3.1 Uso de Ropa Estándar. Incluso cuando se use ropa estándar o trajes de intervención, hay que realizar una gestión segura de la ropa para no crear riesgo de exposiciones adicionales.

13.6.1.3.2 Los investigadores deben descontaminar todos los EPP que este potencialmente contaminados antes de abandonar el escenario. Así se limitará la posibilidad de contaminar sus vehículos, oficinas y viviendas. (o cambiar su ropa para evitar extender la contaminación a zonas "limpias" fuera del escenario del incendio).

13.6.1.3.3 Si se opta por lavar la ropa contaminada en casa, ésta no debe de lavarse junto con otra ropa "limpia" para evitar el riesgo de contaminación. Los investigadores deberían considerar la posibilidad de usar servicios comerciales de lavandería especiales para estar seguros de que sus ropas de seguridad no contienen contaminantes potencialmente dañinos que pueden afectar a su salud a corto o largo plazo.

13.6.1.3.4 En aquellas situaciones en las cuales estas medidas no se utilizan o no es práctico hacerlo, el investigador debe emplear un proceso básico de descontaminación que consiste en lavar y enjuagar con jabón (detergente) y agua los materiales y equipos contaminados. Este proceso ha de complementarse con las recomendaciones del fabricante de equipo, como por ejemplo los equipos de respiración.

13.6.2* Ejemplos de Equipos de Protección Personal (EPP). La Tabla 13.6.2 incluye ejemplos de EPP y la parte del cuerpo que protege cada uno de ellos.

Tabla 13.6.2 Cuadro de equipos y partes del cuerpo que protegen

Parte de cuerpo	Ejemplo de EPP
Ojos	Gafas de seguridad, gafas auxiliares, con protección UV, soldadura o láser.
Cara	Pantalla facial
Cabeza	Sombrero rígido, casco
Pies	Zapatos de seguridad, botas
Manos y brazos	Guantes
Cuerpo (torso)	Chaquetas, delantales, trajes químicos
Oídos	Tapones, orejeras
Respiración	Equipos filtrantes, equipos semi-autónomos y equipos autónomos.

13.6.2.1 Protección respiratoria. La protección respiratoria adecuada es necesaria en la mayoría de los escenarios de incendios. Inmediatamente después de la extinción del incendio pueden aparecer gases combustibles y humo, baja concentración de oxígeno, partículas tóxicas o carcinógenas en el aire, o altas temperaturas. Dentro de estas atmósferas, el investigador debería utilizar Equipos de Respiración Autónoma (ERA) y cualquier otro equipo apropiado de EPP, también debería tener en cuenta que los equipos purificadores de aire no deberían utilizarse en atmósferas en las cuales el nivel de oxígeno está por debajo de 19.5% o en atmosferas de Riesgo Inmediato para la Vida o la Salud (IDLH). El acto de remover los escombros de un fuego puede producir polvo o liberar vapores orgánicos, que deberían ser considerados como peligrosos, por lo cual el investigador debería llevar una máscara de filtro o un equipo purificador de aire con los filtros adecuados. La decisión de llevar un respirador de cara completo o un respirador de cara parcial, es una decisión del usuario y dependerá de los riesgos existentes. En el proceso de selección de un equipo de respiración debería tenerse en cuenta también la protección de los ojos, ya que muchas substancias tóxicas pueden ser absorbidas por la esclerótica. En caso de elegirse una protección respiratoria parcial para la cara, el uso adicional de un par de gafas ventiladas proporcionará protección contra este tipo de riesgos. En caso de llevar protección respiratoria, el investigador y cualquier otra persona que la use deberá recibir entrenamiento adecuado, así como ser tras un reconocimiento, ser declarado medicamente apto para utilizar el equipo que va a usar. Pueden encontrarse recomendaciones adicionales sobre la responsabilidad de empleador y empleado a la hora de usar elementos de protección respiratoria contenidas en la Norma 29 CFR, sección 1910.134 (protección respiratoria), de la Administración de Sanidad y Seguridad en el Trabajo (OSHA); en NFPA 1500, *Standard on Fire Department Safety and Health*; NFPA 1404, *Standard for Fire Service Respiratory Pro-*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

tection Training; NFPA 1852, *Standard on Selection, Care, and Maintenance of Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)*; y en NFPA 1981, *Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) for Emergency Services. (Ver Figura 13.6.1.)*.

13.6.2.2 Protección de manos. La adecuada selección de unos guantes que protejan contra las perforaciones y contra cualquier posible contaminación biológica o química también debe ser considerada. A la hora de realizar trabajos en la escena de un incendio o retirar restos, se recurrirá a guantes a prueba de fuego resistentes a las perforaciones, o guantes ligeros de cuero. Como protección adicional contra la filtración de sustancias tóxicas, puede recurrirse a guantes de latex (o similar) debajo de los guantes de cuero, o quizás recurrir a otro tipo de guantes que puedan ser más apropiados para prevenir el riesgo existente.

13.6.2.3 Otros equipamientos especializados. Puede ser necesario recurrir a otros tipos de equipamiento para mantener la seguridad. Este tipo de equipos puede incluir linternas, equipos de iluminación móviles, equipo de protección contra caídas, equipos para muestreo y análisis ambiental, así como otras herramientas y equipo especializado. Algunos elementos de este equipo requieren de un entrenamiento especial para su uso.

13.7 Plan de Actuación en caso de Emergencia. Cuando se trabaja en le escena de un incendio pueden presentarse un gran número de situaciones de emergencia. Un actuación adecuada de las personas presentes en la zona disminuirá el impacto de esas emergencias. En la Normas de seguridad e higiene en la industria. (OSHA Standards 1910.38), se incluye la necesidad de desarrollar y poner en marcha planes de actuación en caso de emergencia. Aunque en dicha norma no hace referencia a lo que es necesario en caso de un incendio, si hace referencia a otras emergencias para las cuales es preciso este plan. Un plan de emergencia para dos investigadores en la zona del incendio es muy simple y se puede transmitir de forma verbal. En escenarios grandes o muy complejos, en los cuales hay un gran número de investigadores trabajando en diferentes áreas de edificio, hace falta desarrollar un conjunto de planes de acción en caso de emergencia más formales. Los ejemplos incluidos en los apartados 13.7.1 a 13.7.5 tienen por objeto proporcionar al investigador información básica sobre lo que debe incluirse en los planes de actuación en caso de emergencia.

13.7.1 Planes de Evacuación de Emergencia. Se debe desarrollar e implementar un plan de evacuación de emergencia por si el escenario debe evacuarse debido a un cambio en las condiciones del edificio, descarga accidental de materiales peligrosos, condiciones climáticas adversas o cualquier otra situación inesperada. El plan debe incluir un método de notificación, rutas de escape, lugar de reunión y un procedimiento para contabilizar a todas las personas que trabajen en la zona. El plan puede ser formal y estar por escrito o discutido con todos los presentes durante la investigación. La información debe comunicarse a los nuevos investigadores o grupos que lleguen al escenario del incendio.

13.7.2 Planes de Emergencia Médica. El plan puede estar escrito o ser comunicado a los participantes durante la reunión de seguridad. El plan de emergencia médica debe incluir la localización de los hospitales u otros equipos de emergencia, números de teléfono de emergencia de la red médica local (RML), la situación de los equipos de primeros auxilios existente en la zona y la manera de informar a los responsables de la gestión en el escenario. El plan puede incluir más datos de acuerdo con las necesidades del escenario o la situación de éste.

13.7.3 Planes ante Climatología Adversa. De la misma forma que los planes incluidos en los apartados 13.7.1 y 13.7.2, este plan de emergencia solo será necesario si existe un riesgo de climatología adversa. Si la climatología puede cambiar rápidamente, puede ser una ventaja estar organizados, tener discutido un proceso de notificación y conocer donde se encuentra el punto de reunión.

13.7.4 Plan de Emergencia en caso de Incendio. Aún suponiendo que el fuego original se ha extinguido, todavía se pueden presentar en el lugar del incendio situaciones que, durante el proceso de investigación, puedan causar un incendio. El uso de equipo mecanizado, herramientas portátiles y equipos de corte y soldadura pueden ser posibles fuentes de ignición. Otras fuentes de ignición distintas de las tradicionales, pueden incluir materiales peligrosos y las instalaciones del edificio. En el plan de emergencia se debe incluir el número de teléfono y la situación del parque de bomberos mas cercano, medios para informar a las demás personas que trabajen en el lugar del incendio, rutas de evacuación, lugares de reunión, y un procedimiento para el conteo del personal. Esta información debe ser transmitida a todas las personas que trabajen en el lugar del incendio, sean cuales sean sus responsabilidades.

13.7.5 Planes de Emergencia Adicionales. Puede haber una necesidad de desarrollar medidas de emergencia adicionales sobre la base de los problemas específicos existentes en lugar del incidente. Si esto es así, la entidad de control se encargará de la elaboración de los planes y la comunicación de la información del plan a todas las otras personas que trabajan en el lugar.

13.8 Seguridad en las Actividades Posteriores. Existen un número de temas relacionados con la seguridad que pueden necesitar ser completados después de los trabajos realizados en el escenario de un incendio o explosión. Dos de actividades son las que se describen en los apartados 13.8.1 y 13.8.2.

13.8.1 Descontaminación. La descontaminación de las personas, los EPP, la ropa, las herramientas y equipos utilizados en el lugar del incidente debe completarse de tal forma que no provoque contaminación cruzada o la exposición a otros. La cantidad y el nivel de los trabajos de descontaminación deben ser proporcionales a los riesgos identificados y al nivel contaminación al que han sido expuestos.

13.8.2 Revisión Médica. La exposición a riesgos para la salud durante el procesamiento de la escena del incendio o explosión ha de quedar reflejada en los documentos relacionados con la información médica. Cuando el investigador estuvo expuesto a riesgos que pueden afectar a su salud, se deberá realizar un examen médico adicional, siguiendo los procedimientos y políticas de la agencia a la cual pertenezca. El investigador debe tener en cuenta la posibilidad de tener que cumplir también los requisitos de información y documentación requeridos por las normas gubernamentales. *(Ver OSHA 29 CFR 1910.120)*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

13.9 Seguridad en las Investigaciones Llevadas a Cabo Fuera del Lugar del Incidente.

13.9.1 Las medidas de seguridad también se extienden a las actividades auxiliares de investigación no relacionadas directamente con el examen del escenario del incidente. Estas actividades de investigación complementarias incluyen la manipulación y el almacenamiento de las pruebas físicas, ensayos y pruebas de laboratorio, recreaciones en vivo de incendio o explosión y demostraciones. Las precauciones básicas de seguridad relacionadas con el uso de ropa y equipo de seguridad y el almacenamiento adecuado y el etiquetado adecuado de materiales peligrosos, y los riesgos eléctricos, térmicos o la inhalación de productos durante la recreación de incidente o las demostraciones han de estar incluidos en los protocolos de almacenamiento, ensayos y pruebas.

13.9.2 Entrevistas Fuera de la Escena. El investigador puede tener para llevar a cabo entrevistas a los testigos del incidente en zonas no controlados por él. En ese caso, debe ser consciente del entorno y otras acciones que puedan causarle daño. Los riesgos ambientales pueden incluir perros u otros animales peligrosos, un testigo armado, actividades de pandillas en el vecindario, o cualquier otra situación que pueda poner en riesgo el investigador.

13.9.3 Quienes lleven a cabo las actividades auxiliares no relacionadas con el examen de la escena del incendio o la explosión o para la entrevista con los testigos, pueden encontrar documentación muy valiosa en NFPA 30, *Código de líquidos inflamables y combustibles*, NFPA 45, *Estándar para protección de laboratorios en los que se usan productos químicos*, NFPA 1403, *Estándar para entrenamiento con fuego real*, y NFPA 1500, *Estándar sobre el programa de seguridad e higiene en el Departamento de Bomberos*. Se puede encontrar información adicional en los documentos Agencias Gubernamentales, tales como Agencia de Seguridad e Higiene en el trabajo (OSHA), Agencia de protección Medioambiental (EPA)s, normas locales o estatales y documentos redactados por otras organizaciones tales como la Asociación de Gas Comprimido (CGA), el Instituto Americano del Petróleo (API), La Sociedad Americana de Materiales y Ensayos (ASTM), el Instituto Americano de Normalización (ANSI), y otras que puedan tener influencia en las actividades de investigación.

13.10 Riesgos Especiales.

13.10.1 Actos Criminales o Terrorismo. El fuego es un acontecimiento que puede ser producido por un acto criminal. El objeto incendiario que causó el incendio o la explosión puede no ser el único dejado en la escena por el autor del crimen. Puede existir un artefacto explosivo o incendiario secundario dejado en la zona con objeto de herir al bombero, personal de rescate o personal investigador. Una preocupación adicional son los productos químicos usados en el artefacto, ya que pueden dejar un residuo que crea un riesgo de exposición adicional.

13.10.1.1 Artefactos Secundarios. El peligro potencial de la existencia de un dispositivo incendiario o explosivo secundario es menor en comparación con los peligros creados en la escena por dispositivo inicial. Sin embargo, el investigador debe tener siempre cuidado con los paquetes inusuales o contenedores en la escena del crimen. Si hay razones para creer que puede existir un segundo dispositivo, es necesario ponerse en contacto con las autoridades pertinentes para que los especialistas "barran" de la zona. La estrecha cooperación entre el personal de investigación y los especialistas en desactivación de explosivos (TEDAX) puede impedir la destrucción de la escena del crimen.

13.10.2 Residuos Químicos. Aunque el dispositivo explosivo o incendiario haya sido desactivado por el personal apropiado, hay que tener cuidado con su manejo o con cualquier residuo liberado por el dispositivo. La exposición al los residuos químicos puede causar daño al investigador. En el proceso de recogida de las pruebas, es necesario utilizar ropa adecuada y equipos de respiración.

13.10.3 Terrorismo Biológico y Radiactivo. Existe la posibilidad, de que el terrorista, como parte de su atentado, pueda liberar partículas radiactivas o biológicas. En general, el equipo de respuesta a la emergencia reconocerá la existencia de estos productos durante su actuación. Ante la sospecha de que se ha podido liberar algún tipo de sustancia peligrosa, se deberá asegurar la zona antes de que entre en ella el personal de investigación. Si no es posible asegurar la zona y la investigación ha de continuar, solo se permitirá el acceso a ella a personal entrenado para el trabajo en dichas atmósferas.

13.10.4 Laboratorios de Drogas. Al realizar una investigación en un escenario que incluya un laboratorio de drogas, el investigador puede estar expuesto a productos químicos peligrosos. El investigador deberá actuar de forma apropiada para evitar la contaminación, incluyendo el uso de EPP adecuados, y comprobando que se lleva a cabo una descontaminación completa y que la escena esta aislada para evitar que otros puedan ser afectados.

Capitulo 14 Fuentes de Información

14.1* General.

14.1.1 Finalidad de la Obtención de la Información. Una investigación a fondo de un incendio supone siempre el examen del lugar de los hechos, visitándolo o evaluando la documentación previa que hubiera sobre el mismo.

14.1.1.1 La investigación detallada de un incendio supone además entrevistas y la búsqueda y análisis de otras fuentes de información. Estas actividades no sustituyen al examen del lugar de los hechos, sino que lo complementa.

14.1.1.2 El examen del lugar, las entrevistas y la búsqueda y análisis de otras fuentes de información, ofrecen al investigador la oportunidad de establecer el origen, causa y responsabilidades del incendio que investiga.

14.1.2 Fiabilidad de la información obtenida.

14.1.2.1 En general, cualquier información que solicite u obtenga el investigador durante la investigación de un incendio, sólo es tan fiable como lo sea la fuente de que procede. Por tanto es esencial que el investigador de un incendio considere la exactitud de su fuente de información. Ninguna información se debe considerar exacta y fiable si no se ha evaluado previamente la fiabilidad de la fuente.

14.1.2.2 Esta evaluación se puede basar en muchos factores variables, según el tipo y forma de la información. Esos facto-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

res pueden ser el sentido común del investigador, sus conocimientos y experiencia personal, la fama que tenga la fuente de información y los intereses particulares que tenga esa fuente en los resultados de la investigación.

14.2 Consideraciones Legales.

14.2.1 Ley de libertad de información.

14.2.1.1 La Ley de libertad de información (Estados Unidos) establece que la información que posean los organismos federales se ponga a disposición del público, si no hay otra ley superior que establezca otra cosa. La mayoría de los organismos del gobierno federal disponen de procedimientos normalizados para el cumplimiento de esta ley. Consisten en informar al público de las fuentes específicas de información de las que dispone y los procedimientos de apelación si no puede disponer de la información solicitada.

14.2.1.2 Igual que el gobierno federal, la mayoría de los estados tienen leyes similares que dan al público la oportunidad de acceder a fuentes de información relativas a los procedimientos públicos y los resultados de su trabajo. No obstante, el investigador de un incendio debe tener cuidado, porque lo establecido en estas leyes puede variar mucho de un estado a otro.

14.2.2 Comunicaciones reservadas.

14.2.2.1 Las comunicaciones reservadas son las declaraciones hechas por ciertas personas que se protegen por la relación que tienen, como el marido-mujer, abogado-cliente, confesor-confesado, etc. Tales comunicaciones están protegidas por ley contra su revelación obligada, de modo que los esposos, clientes o confesados no declaren si no quieren contra la otra parte.

14.2.2.2 Las comunicaciones reservadas están definidas por lo general en las leyes de los distintos estados. Por tanto, el investigador de un incendio debe tener cuidado, porque lo establecido en estas leyes puede variar mucho de un estado a otro.

14.2.3 Comunicaciones confidenciales.

Estrechamente relacionadas con las comunicaciones reservadas, las confidenciales son las declaraciones hechas en circunstancias en que el que habla indica claramente que esas declaraciones sólo las hace para la persona que las escucha.

14.3 Formas de la Información. Las fuentes de información se presentan en distintas formas. Generalmente, la información llega al investigador en una de estas cuatro formas: verbal, escrita, visual y electrónica.

14.3.1 Información Verbal. Por definición, las fuentes verbales de información se limitan a la información hablada. El investigador puede encontrar tales fuentes, por ejemplo, en las declaraciones verbales durante las entrevistas, conversaciones telefónicas, conversaciones grabadas, comunicaciones por radio privada, emisiones de radio, etc.

14.3.2 Información Escrita. El investigador puede encontrar informaciones escritas durante todas las fases de una investigación. Tales fuentes de información son, por ejemplo, informes escritos, documentos escritos, materiales de referencia, periódicos, etc.

14.3.3 Información Visual. Por definición, las fuentes de información visual se limitan a las que utilizan el sentido de la vista. Habiendo comenzado estas fuentes con la aparición de la fotografía, hoy día, además de las fotografías incluyen entre otras cosas cintas de vídeo, películas e imágenes generadas por ordenador.

14.3.4 Información Electrónica. Los ordenadores se han convertido en parte integrante del moderno sistema de información. Por tanto, el sistema de ordenador de una fuente particular de información puede contener valiosa información para la investigación del incendio.

14.4 Entrevistas.

14.4.1 Objeto de las entrevistas. El objeto de cualquier entrevista es reunir información que sea a la vez útil y precisa. Los testigos pueden proporcionar dicha información sobre incendios y explosiones, aunque no hayan sido testigos oculares del siniestro.

14.4.1.1 El investigador debe concentrar todos sus esfuerzos en identificar los factores de la secuencia de incendios tan pronto como sea posible. Estas cuestiones se apuntan en las secciones 19.3, 19.4 y 19.5.

14.4.1.2 Es responsabilidad del investigador evaluar la calidad de la información obtenida de los testigos en el momento de la entrevista.

14.4.2 Preparación de la entrevista. Antes de realizar cualquier entrevista, el investigador de un incendio debe prepararla a fondo, sobre todo si trata de conseguir información importante y útil. El principal aspecto de esta preparación es llegar a entender a fondo todas las facetas que puede tener la investigación.

14.4.2.1 El investigador de un incendio debe preparar cuidadosamente el escenario de la entrevista, es decir, cuándo y cómo la va a celebrar. Aunque el momento de celebrar la entrevista puede venir determinado por muy diversos factores, hay que hacerla lo antes posible después del incendio o explosión.

14.4.2.2 Siempre que sea posible, la entrevista se debe realizar antes de examinar el lugar del fuego, aunque en algunos casos puede ser poco práctico.

14.4.2.3 El entrevistador y la persona entrevistada se deben presentar adecuadamente. Por tanto, la entrevista empezará con la presentación del entrevistador. Después deberá tomar nota de la fecha, hora y lugar de celebración de la entrevista y de las personas que pudiera haber presentes.

14.4.2.4 La persona entrevistada se debe identificar también de manera completa e inequívoca. Esta identificación inequívoca puede incluir datos como su nombre y dos apellidos, fecha de nacimiento, número de la seguridad social, número del carnet de conducir, descripción física, dirección particular, teléfono particular, lugar donde trabaja, dirección del lugar donde trabaja, número de teléfono de la oficina o cualquier otro dato que se estime pertinente para contar con una identificación total.

14.4.2.5 Por último, el investigador debe establecer un plan u orden flexible para la entrevista.

14.4.3 Informe de la entrevista. De todas las entrevistas, sean del tipo que sean, se debe hacer un informe. Dos de los métodos más corrientes de tomar notas durante la entrevista son grabar la conversación o tomar notas por escrito. Sin embargo, estos dos métodos suelen distraer o molestar a la persona entrevistada, obteniendo así información no solicitada. Un método alternativo

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

utilizado para documentar las entrevistas son las cintas de vídeo, que se deberá realizar de acuerdo con las leyes y regulaciones aplicables. El investigador debe conseguir declaraciones por escrito y firmadas por el mayor número posible de testigos, lo cual facilita su presentación ante los tribunales.

14.5 Fuentes Gubernamentales de Información.

14.5.1 Fuentes municipales.

14.5.1.1 Funcionario Municipal. Los funcionarios municipales son los que llevan los registros de las licencias municipales y otros asuntos del ayuntamiento.

14.5.1.2 Asesor Municipal. Los asesores municipales suelen ser los encargados de los archivos de planos o mapas de terrenos y edificios, que incluyen dimensiones, direcciones, nombre de los propietarios y valor catastral de los bienes, plusvalías, etc.

14.5.1.3 Tesorero Municipal. El tesorero municipal dispone de archivos públicos con nombres y direcciones de los propietarios de inmuebles y solares, de los sujetos pasivos de otros impuestos, descripciones legales de los bienes inmuebles, cantidad de impuestos pagados o devengados por diversos conceptos y antiguos propietarios de los bienes.

14.5.1.4 Departamento Municipal de Urbanismo. Este departamento mantiene los registros públicos de planos de las calles, planos de las conducciones de conductos, drenajes, alcantarillas, galerías de servicio; corrige los números de las calles, antiguos nombres de las calles, calles abandonadas y derechos de paso; callejones, servidumbres, y derechos de paso.

14.5.1.5 Departamento Municipal de Edificación. Este departamento municipal es el encargado de los ficheros relativos a los permisos de obras, permisos de acometidas eléctricas y de aguas, planos y diagramas con detalles de las edificaciones e informes de diversas inspecciones municipales.

14.5.1.6 Departamento Municipal de Sanidad. Este departamento dispone de archivos públicos relativos a partidas de nacimiento y de defunción, informes de inspecciones relativas a contaminación y otros riesgos para la salud pública, y registros de inspectores sanitarios.

14.5.1.7 Departamento Municipal de Educación. Este departamento lleva los registros públicos relativos a todos los aspectos del sistema de enseñanza pública.

14.5.1.8 Departamento de Policía Municipal. Este departamento lleva los registros públicos de las investigaciones de delitos hechas por la policía municipal y otros aspectos de la actuación de dicha policía.

14.5.1.9 Cuerpo de Bomberos. El cuerpo municipal de bomberos lleva los registros públicos sobre informes de incendios, de emergencias médicas, de inspecciones contra incendios y otros aspectos de su actividad.

14.5.1.10 Otros Organismos Municipales. Los ayuntamientos disponen de muchas otras oficinas y departamentos. El investigador de un incendio deberá saber cuál es la estructura de su ayuntamiento, porque quizá necesite para su trabajo solicitar información de estos otros organismos.

14.5.2 Gobierno del Condado.

14.5.2.1 Registro del Condado. El registro del condado recoge todos los documentos relativos a transacciones inmobiliarias, hipotecas, certificados de matrimonio, capitulaciones matrimoniales, divorcios, últimas voluntades, edictos, comunicaciones de embargos automáticos, certificados de nacimiento y defunción, documentos relativos a quiebras y los demás documentos que establezca la ley.

14.5.2.2 Funcionario del Condado. El funcionario del condado se encarga de los registros públicos sobre carta de naturaleza, casos civiles, casos de pruebas, casos penales y asuntos generales del condado.

14.5.2.3 Asesor del Condado. Los asesores del condado suelen ser los encargados de los archivos de planos o mapas de terrenos y edificios del condado, que incluyen dimensiones, direcciones, nombre de los propietarios y valor catastral de los bienes.

14.5.2.4 Tesorero del Condado. El tesorero del condado dispone de archivos públicos con nombres y direcciones de los propietarios de inmuebles y solares, de los sujetos pasivos de otros impuestos, descripciones legales de los bienes inmuebles, cantidad de impuestos pagados o devengados por diversos conceptos y todas las transacciones fiscales del condado.

14.5.2.5 Juez / Médico Forense. El juez o el médico forense del condado llevan registros públicos con los nombres y descripción de las personas fallecidas, fechas de las investigaciones realizadas, bienes hallados en poder las personas fallecidas, causa y tipo de muerte y documentos relativos al enterramiento de los fallecidos.

14.5.2.6 Departamento del Sheriff del Condado. Este departamento lleva registros públicos sobre las investigaciones de delitos y otros aspectos de su actividad.

14.5.2.7 Otros Organismos del Condado. Los condados disponen de muchas otras oficinas y departamentos. El investigador de un incendio deberá saber cuál es la estructura de su condado, porque quizá necesite para su trabajo solicitar información de estos otros organismos.

14.5.3 Gobiernos de los Estados.

14.5.3.1 Secretario de Estado. El secretario de estado lleva registros públicos con las memorias e informes anuales de las empresas y las ordenanzas de las ciudades y pueblos; registros de marcas y nombres comerciales; registros de los notarios públicos y declaraciones de la UCC.

14.5.3.2 Tesorero del Estado. El tesorero del estado lleva registros públicos de todas las transacciones fiscales del estado.

14.5.3.3 Departamento de Estadísticas Vitales del Estado. Este departamento lleva los registros públicos de nacimientos, defunciones y matrimonios.

14.5.3.4 Departamento de Hacienda del Estado. Este departamento lleva registros públicos sobre pagos de impuestos estatales personales y de sociedades y de las investigaciones pasadas, presentes y pendientes.

14.5.3.5 Departamento de Regulación del Estado. Este departamento lleva registros públicos con los nombres de los titulares de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

licencias profesionales, sus antecedentes, resultados de las investigaciones, quejas de los consumidores, investigaciones pasadas, presentes o pendientes e informes anuales de las organizaciones sin fines de lucro.

14.5.3.6 Departamento de Transporte del Estado. Este departamento lleva registros públicos sobre proyectos de construcción y mejora de autopistas, información sobre accidentes de vehículos a motor, matriculación de vehículos y de los carnets de conducir.

14.5.3.7 Departamento de Recursos Naturales del Estado. Este departamento lleva registros públicos sobre normas de caza y pesca, concesión de licencias de caza y pesca, matrículas de los vehículos recreativos, normas sobre eliminación de basuras y sobre protección del medio ambiente.

14.5.3.8 Oficina del Comisario de Seguros del Estado. Esta oficina lleva registros públicos de las compañías de seguros autorizadas a actuar en el estado, agentes de seguros colegiados, quejas de los consumidores e informes de las investigaciones pasadas, presentes o pendientes.

14.5.3.9 Policía del Estado. La policía del estado lleva registros públicos sobre la investigación de actividades delictivas en el estado y otros aspectos de su actividad.

14.5.3.10 Oficina del Cuerpo de Bomberos. La oficina estatal del cuerpo de bomberos mantiene registros públicos sobre inspección de incendios y actividades de prevención, bases de datos e investigaciones sobre incendios.

14.5.3.11 Otros organismos del Estado. Los estados disponen de muchas otras oficinas y departamentos. El investigador de un incendio deberá saber cuál es la estructura de su estado, porque quizá necesite para su trabajo solicitar información de estos otros organismos.

14.5.4 Gobierno Federal.

14.5.4.1 Departamento de Agricultura. Dentro de este departamento, la Agencia de sellado de los alimentos y servicios nutritivos, lleva un registro de los alimentos autorizados y la fecha de autorización.

14.5.4.1.1 El Servicio de Consumo y Marketing lleva registros públicos sobre inspección de carnes, salas de despiece y frigoríficos; inspección de aves y de productos lácteos.

14.5.4.1.2 El Servicio Forestal de Estados Unidos lleva registros públicos sobre actividades forestales y mineras.

14.5.4.1.3 Las actividades de investigación del Departamento de Agricultura se archivan en la Oficina del Inspector General. El área de investigación del Secretario de Agricultura es la Oficina de Investigaciones.

14.5.4.2 Departamento de Comercio. En este departamento, la Oficina de Carreteras Públicas lleva registros públicos de todos los programas de carreteras a los que se ha concedido ayuda federal.

14.5.4.2.1 El Servicio Nacional de Pesca Marítima mantiene registros públicos con todos los nombres, direcciones y puerto de matriculación de todos los buques que pescan en las aguas jurisdiccionales.

14.5.4.2.2 La Oficina de la División de Inteligencia Comercial mantiene registros públicos con listados de todos los comercios, inspecciones de los contratos de comercio y directorios comerciales de todo el mundo.

14.5.4.2.3 La Oficina de Patentes de Estados Unidos lleva un registro público de todas las patentes registradas en Estados Unidos y de todos los abogados y agentes de patentes y marcas registrados.

14.5.4.2.4 La División de Misiones Comerciales mantiene registros públicos con información de todos los miembros de las misiones comerciales.

14.5.4.2.5 Las actividades de investigación del Departamento de Comercio las realiza la Oficina de Investigaciones y Seguridad.

14.5.4.3 Departamento de Defensa. El Departamento de Defensa supervisa todas las ramas militares de los servicios armados: ejército, marina, cuerpo de marines, fuerza aérea y guardacostas. Cada una de estas ramas lleva registros públicos de sus actividades y personal y tiene oficinas que realizan investigaciones criminales sobre asuntos del servicio armado que le afectan.

14.5.4.4 Departamento de Sanidad y Servicios Humanos. Dentro de este departamento, la Administración de alimentos y medicamentos (FDA) lleva registros públicos sobre el cumplimiento de las leyes federales bajo su jurisdicción.

14.5.4.4.1 La Administración de la Seguridad Social lleva registros públicos donde se recogen sus actividades.

14.5.4.4.2 Las actividades de investigación del Departamento de Sanidad y Servicios Humanos las realiza la Oficina de Seguridad e Investigaciones.

14.5.4.5 Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano. El Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano lleva registros públicos de todos los programas públicos de vivienda que han recibido ayuda federal. Las actividades de investigación del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano las realiza la División de cumplimiento.

14.5.4.6 Departamento de Interior. En este departamento, el Servicio de Caza y Pesca lleva registros públicos sobre multas por incumplimiento de las normas federales de caza y pesca.

14.5.4.6.1 La Oficina de Asuntos Indios lleva registros públicos sobre los censos en las reservas indias, nombres, grado de sangre india, tribu, antecedentes familiares y direcciones de todos los indios, sobre todo los que residen en las reservas federales.

14.5.4.6.2 El Servicio de Parques Nacionales lleva registros públicos de todos los parques y terrenos que son propiedad o están a cargo del gobierno federal.

14.5.4.6.3 Cada división del Departamento de Interior tiene su propia oficina de investigación.

14.5.4.7 Departamento de Trabajo. En este departamento, la Administración de Servicios de Gestión Laboral lleva registros públicos con información de las organizaciones laborales y de gestión y sus empleados.

14.5.4.7.1 La Administración de Normas de Empleo lleva registros públicos relativos a las leyes federales sobre salario mínimo, normas sobre horas extraordinarias, igualdad de remuneración y discriminación por motivos de edad en el empleo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

14.5.4.7.2 Las actividades de investigación del Departamento de Trabajo las realiza la División de la Oficina de Informes Laborales y de Pensiones.

14.5.4.8 Departamento de Estado.

14.5.4.8.1 El Departamento de Estado lleva registros públicos de pasaportes, visados y licencias de importación y exportación.

14.5.4.8.2 Las actividades de investigación del Departamento de Estado las realiza la Oficina de Visados.

14.5.4.9 Departamento de Transporte. En este departamento, la Oficina de Seguridad del Medio Ambiente y Asuntos de los Consumidores lleva registros públicos sobre sus programas destinados a proteger el medio ambiente, mejorar la seguridad de los pasajeros y la carga en los transportes nacionales e internacionales y supervisar el transporte de productos tóxicos y peligrosos.

14.5.4.10 El Servicio de Hacienda. El Servicio de Hacienda mantiene registros públicos sobre el cumplimiento de todas las leyes fiscales federales.

14.5.4.11 Departamento de Justicia. Dentro de este departamento la División Antitrust lleva registros públicos sobre fuentes federales de información relativas a esas materias.

14.5.4.11.1 La Oficina de Alcohol, Tabaco y Armas de Fuego lleva registros públicos de todas las destilerías, fábricas de cerveza y personas o empresas que fabrican o comercian con alcohol; tiendas de venta de alcohol al por menor; fabricantes y distribuidores de tabaco y sus derivados; registro de armas de fuego; titulares de las licencias federales para el uso de armas de fuego, incluidos los fabricantes, importadores y distribuidores; titulares de licencias federales para el uso de explosivos, incluidos los fabricantes, importadores y distribuidores, y el origen de todas las armas de fuego fabricadas e importadas desde 1968.

14.5.4.11.2 La División de Derechos Civiles lleva registros públicos sobre cumplimiento de todas las leyes federales sobre derechos civiles que prohíben la discriminación por razones de raza, color, religión u origen en materias de educación, empleo y vivienda y del uso de los albergues y otras instalaciones públicas.

14.5.4.11.3 La División Criminal lleva registros públicos sobre cumplimiento de todas las leyes federales de carácter penal, excepto las asignadas específicamente a los servicios de Antitrust, derechos civiles o hacienda.

14.5.4.11.4 La Administración para el cumplimiento de las leyes sobre drogas (DEA) lleva registros públicos sobre todos los titulares de licencias para la manipulación de narcóticos, el comercio legal de narcóticos y drogas peligrosas y el cumplimiento de las leyes federales sobre narcóticos y otras drogas.

14.5.4.11.5 La Oficina Federal de Investigación (FBI) lleva registros públicos sobre antecedentes policiales, huellas digitales-les y cumplimiento de todas las leyes penales federales.

14.5.4.11.6 El Servicio de Inmigración y Nacionalización lleva registros públicos de todos los inmigrantes, extranjeros, pasajeros y tripulantes de buques procedentes de puertos extranjeros, solicitudes de nacionalización, expedientes de deportación y declaraciones financieras de los extranjeros y de las personas que patrocinan su entrada en Estados Unidos.

14.5.4.12 Servicio Postal de Estados Unidos. El Servicio Postal de Estados Unidos lleva registros públicos de todas sus actividades. Las actividades de investigación de este servicio las realiza la Oficina del Inspector Postal.

14.5.4.13 Departamento de Energía. El Departamento de Energía es el servicio ejecutivo del Gobierno de Estados Unidos que se ocupa de satisfacer las necesidades energéticas del país. Este departamento desarrolla y coordina las políticas y programas energéticos, promueve la conservación de los combustibles y la electricidad y realiza investigaciones para desarrollar nuevas fuentes de energía y aprovechar mejor las actuales. El Jefe de este departamento es el Secretario de Energía, miembro del gabinete del Presidente.

14.5.4.14 Departamento de Seguridad Nacional de EEUU. El Departamento de Seguridad Nacional, creado después de los ataques terroristas de 11/9/2001, es un Departamento del gobierno de EEUUU que trabaja para mantener las necesidades de seguridad del país. Desarrolla y coordina políticas de seguridad nacional y programas, mediante la protección de fronteras, transportes e infraestructuras. El Secretario de Seguridad Nacional es un miembro del gabinete del Presidente y esta al mando del departamento.

14.5.4.14.1 El Departamento de Aduanas y Protección de Fronteras de U.S. (CBP) mantiene los registros públicos sobre los importadores, exportadores, corredores de aduanas; aduanas; camioneros y el registro, matriculación y licencias de los buques no autorizados por el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos o que transportan mercancías desde y hacia los Estados Unidos.

14.5.4.14.2 El Servicio Secreto de los US mantiene los registros públicos sobre la falsificación de monedas de los EEUU y otras divisas y los registros de todas las amenazas contra la vida del presidente y de su familia inmediata, el vicepresidente, ex presidentes y sus esposas, las esposas de los presidentes fallecidos, hijos de presidentes fallecidos hasta la edad de dieciséis , el presidente y el vicepresidente electo, los principales candidatos para el cargo de presidente y vicepresidente, y los jefes de Estado de países extranjeros de visita en los Estados Unidos.

14.5.4.14.3 El Servicio de Guardacostas de EEUU mantiene registros sobre personas que trabajan en barcos con matrícula de EEUU, barcos dotados de motores fijos, barcos de mas de 4,9 m de eslora equipados con motores desmontables, información sobre los puertos de salida o llegada de los barcos a los puertos de EEUU y violaciones de las leyes medioambientales.

14.5.4.14.4 La Agencia Federal de Gestión de Emergencias, que forma parte del Departamento de Seguridad Nacional, establece la planificación, la preparación, respuesta y recuperación ante desastres tanto naturales como provocados por el hombre; proporciona apoyo federal para respuestas de emergencia a desastres, asistencia, apoyo y recuperación para los estados o entidades locales afectadas por desastres que hayan sido declarados desastres nacionales.

14.5.4.14.5 La Administración de Incendios de US mantiene una amplia gama servicios, programas de capacitación, educación e información técnica y estadística de la planificación ge-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

neral / prevención / control de los problemas de incendios dentro de los Estados Unidos, incluyendo alertas, avisos, incendios provocados, incendios provocados por jóvenes, comunicaciones, y protección de infraestructuras críticas (EMR-ISAC), los servicios médicos de emergencia, rescate, la administración del servicio de incendios, la salud y la seguridad de los bomberos, los materiales peligrosos, gestión de incidentes, el desarrollo profesional, el terrorismo y los incendios forestales.

14.5.4.14.5.1 La Administración de Incendios de los Estados Unidos mantiene una extensa base de datos de información relacionada con los incendios a través del Sistema de Nacional de Notificación de Incidentes relacionados con incendios (NFIRS).

14.5.4.14.5.2 Además, el gobierno mantiene un registro de las investigaciones en curso en la investigación de incendios, información relativa a los programas de sensibilización, información sobre incendios provocados y referencias técnicas y sobre materiales centrados en la investigación de incendios, y coordina la distribución del software del Sistema de Gestión de Información sobre Incendios provocados (AIMS)

14.5.4.15 Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera. Los datos sobre el clima pasado o presente, desde todas las estaciones transmisoras de los Estados Unidos, están disponibles en el Centro nacional de datos climáticos en Asheville, NC. Las estaciones locales de clima NOAA pueden suministrar datos de sus propias áreas.

14.5.4.16 Otros Organismos Federales. Existen muchos otros organismos y comisiones federales que forman parte del gobierno federal. Todos ellos llevan una gran variedad de registros públicos. El investigador de un incendio puede necesitar información de estas fuentes adicionales. El Comité del Senado de Estados Unidos sobre operaciones del gobierno, publica un interesante manual de referencia titulado *Chart of the Organization of Federal Executive Departments and Agencies* (Organigrama de los Departamentos y organismos federales), en el que consta el nombre exacto de cada oficina, división o agencia y el lugar que ocupa en la estructura organizativa de un departamento u organismo. Con esta referencia, no debería ser difícil para el investigador encontrar el lugar de cualquier organismo o comisión gubernamental.

14.6 Fuentes Privadas de Información.

14.6.1 NFPA (National Fire Protection Association).

14.6.1.1 La National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios) fue creada en 1896 para promover la ciencia y mejorar los métodos de prevención y protección contra incendios, para conseguir y distribuir información sobre estos temas y para procurar la colaboración de sus miembros en la creación de las adecuadas salvaguardias contra las pérdidas materiales y de vidas humanas. La NFPA es una organización internacional, sin fines de lucro, técnica y educativa.

14.6.1.2 La NFPA es responsable del desarrollo y distribución de los *National Fire Codes*® (Códigos Nacionales contra Incendios) y además ha desarrollado y distribuido una gran cantidad de información técnica, mucha de la cual es de gran interés para el investigador de un incendio.

14.6.1.3 * Cada año NFPA, patrocinadores o copatrocinadores de investigación de incendios, imparten programas de capacitación en diferentes ciudades y países.

14.6.2 Society of Fire Protection Engineers (SFPE). La Society of Fire Protection Engineers (Sociedad de Ingenieros de Protección contra Incendios), creada en 1950, es una organización profesional de los ingenieros que participan en las diversas tareas de protección contra incendios. Esta sociedad trabaja sobre ingeniería avanzada de protección contra incendios y sus campos conexos, con el fin de mantener un alto nivel ético entre sus miembros y promover la educación en ingeniería de protección contra incendios.

14.6.3 American Society for Testing and Materials (ASTM).

14.6.3.1 La American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales), fundada en 1898, es una organización científica y técnica para «el desarrollo de normas sobre las características y prestaciones de los materiales, productos, sistemas y servicios y la promoción de su conocimiento». Es la mayor organización del mundo en normas voluntariamente consensuadas.

14.6.3.2 Muchas de estas normas se refieren a los métodos de ensayo aceptados para realizar las pruebas que generalmente necesitan los investigadores de un incendio. Estos métodos específicos sobre ensayos de incendios, se explican en el capítulo 14 de esta Norma.

14.6.4 El Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) es una organización privada sin ánimo de lucro, para el desarrollo de las Normas Nacionales Americanas (ANSs), certificando los procedimientos de las Agencias de Estandarización (SDOs). Estos grupos cooperan para desarrollar normas nacionales consensuadas y de aplicación voluntaria. La certificación ANSI garantiza que los procesos desarrollados por agencia de normalización para la realización de las Normas Nacionales Americanas, cumplen con los requisitos esenciales de veracidad, equilibrio, consenso y tramitación.

14.6.5 National Association of Fire Investigators (NAFI).

14.6.5.1 La National Association of Fire Investigators (Asociación Nacional de Investigadores de Incendios) fue creada en 1961 con el objetivo primordial de aumentar los conocimientos y mejorar la formación de las personas dedicadas a la investigación y análisis de incendios o explosiones o en los pleitos derivados de tales investigaciones.

14.6.5.2 La Asociación ha creado y puesto en marcha el National Certifícation Board (Consejo Nacional de Certificación) que expende todos los años los títulos de instructor en investigación de incendios y explosiones. Mediante este programa, las personas que reciben el título son reconocidas por sus conocimientos, formación y experiencia y aceptadas por su capacidad.

14.6.6 International Association of Arson Investigators (IAAI).

14.6.6.1 La Asociación Internacional de Investigadores de Incendios Provocados (AIAI), fue fundada en 1949 por un grupo de funcionarios públicos y privados para gestionar los casos de incendios y fuegos provocados. La IAAI trabaja para mejorar el desarrollo profesional de los investigadores dedicados a investigar fuegos y explosiones, siendo una fuente de información global para el entrenamiento en la investigación de incendios, tecnología e investigación. La AIAI tiene sedes distribuidas por todo el mundo.

14.6.6.2 Además del seminario anual, hay también seminarios regionales centrados en la formación y educación de los investigadores de incendios. La asociación edita cuatrimestralmente la

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

publicación Fire and Arson Investigator. La IAAI ofrece también la posibilidad de realizar una prueba escrita, por medio de la cual los investigadores que alcancen los mínimos requeridos por la IAAI pueden ser investigadores de Incendios Certificados (CFI) de la IAAI. Además, la IAAI ofrece formación a distancia a través de su plataforma on-line, disponible en www.cfitrainer.net.

14.6.7 Regional Fire Investigations Organizations. Además de la National Association of Fire Investigators y la International Association of Arson Investigators, con sus oficinas asociadas, hay muchas organizaciones regionales de investigación de incendios, generalmente a nivel estatal o local, o como sociedades o grupos profesionales de investigadores de incendios o equipos de ayuda mutua en este campo.

14.6.8 Sector Inmobiliario. El sector inmobiliario lleva determinados registros que pueden ser interesantes para el investigador de un incendio durante su tarea. Además de las personas y empresas que se dedican a la compra-venta de edificios y solares, con frecuencia cuentan con amplias colecciones de fotografías de edificios de viviendas, oficinas y comerciales situados en el territorio que cubren. Estas fotografías pueden ser interesantes para el investigador de un incendio.

14.6.9 Compañías Financieras. Las compañías financieras son otra valiosa fuente de información, pues disponen de ficheros con mapas y libros de transacciones, registros de certificados de depósito de los compradores y vendedores de inmuebles, otros con instrucciones sobre los depósitos, contratos y acuerdos y otros de títulos.

14.6.10 Instituciones Financieras. Las instituciones financieras son los bancos, cajas de ahorros, intermediarios financieros, agentes de bolsa y compañías privadas de préstamos. Todas ellas tienen registros que pueden servir de importante fuente de información. Además de la información financiera sobre una persona particular o empresa, sus registros contienen otras informaciones sobre todos los aspectos de la vida de una persona o de la historia de una empresa.

14.6.11 Compañías de Seguros.

14.6.11.1 La Industria aseguradora siempre ha mostrado interés en los resultados de la gran mayoría de casos de fuego y explosiones. La industria aseguradora puede facilitar al investigador de incendios una gran cantidad de información relativa a los edificios y vehículos envueltos en un caso, y de la/las personas que las aseguraron. *(Ver 12.5.6.5)*.

14.6.11.2 Las compañías de seguros financian además el Property Insurance Loss Register (PILR) o Registro de Pérdidas Aseguradas, que recibe información de los bienes materiales perdidos durante incendios, robos, robos en domicilios, etc. Consiste en un índice por ordenador de las compañías de seguros que han pagado las indemnizaciones, a quién se le han pagado, tipo de reclamación y otros temas similares. Puede servir al investigador de un incendio como valiosa fuente de información

14.6.12 Instituciones Educativas. Los investigadores de incendios no suelen considerar a las instituciones educativas como fuente de información. Sin embargo, los registros que llevan dichas instituciones pueden ofrecer datos sobre los antecedentes e intereses de una persona.

14.6.13 Empresas de Servicios Públicos (agua, gas y electricidad). En el tráfico normal de sus negocios, estas empresas cuentan con amplias bases de datos, sobre todo de sus clientes. El investigador de un incendio no debería pasar por alto estas compañías, ya sean públicas o privadas, pues llevan registros sobre la calidad y los problemas de distribución de sus productos y servicios.

14.6.14 Organismos Profesionales. Los organismos profesionales son a menudo una de las más valiosas fuentes de información con que cuenta el investigador de un incendio. Estas organizaciones agrupan a muy diversas profesiones. Su valor para el investigador de un incendio es que cada una de ellas se refiere a una rama del comercio o una profesión y, por tanto, funcionan a menudo como centro de información de su campo de operación. Además de su experiencia, la mayoría de estos organismos editan y distribuyen publicaciones que pueden ser importantes puntos de referencia para el investigador.

14.6.15 Emisoras Locales de Televisión. A menudo las emisoras locales de televisión envían equipos de cámaras a los incendios de interés periodístico. Se pueden conseguir copias de su vídeo reportaje si todavía está disponible. Las emisoras de televisión también tienen registros del clima en la zona y a menudo tienen datos limitados de vigilantes del tiempo aficionados desde zonas alejadas de los aeropuertos.

14.6.16 Redes de Detección de Relámpagos. Las redes de detección de relámpagos existentes pueden ayudar a establecer el momento y lugar de caída de un rayo [con una precisión de 500 m (1500 ft)]. También existen datos históricos que incluyen informes de la caída de rayos en un tiempo determinado previo al incendio.

14.6.17 Otras Fuentes Privadas. Existe una gran variedad de fuentes privadas de información. Todas ellas suelen llevar distintos registros, que el investigador de un incendio puede necesitar para obtener información

14.7 Conclusión. El número y variedad de las fuentes públicas y privadas de información para el investigador de un incendio, es ilimitado. Aunque no pretende ser, ni mucho menos, exhaustiva, la lista de fuentes enumeradas en este capítulo debe ofrecer al investigador de un incendio la seguridad de que sus posibilidades de solicitar información sobre un incendio concreto son también ilimitadas.

Capítulo 15 Planificación de la Investigación

15.1* Introducción. Este capítulo trata de establecer las consideraciones básicas de interés para el investigador antes de iniciar la investigación en el lugar del incidente.

15.1.1 Con independencia del número de personas implicadas, siempre es necesario planificar de antemano la investigación. Las consideraciones para establecer el número de investigadores asignados, pueden ser limitaciones presupuestarias, disponibilidad de personal, complejidad, pérdida de vidas humanas y tamaño del lugar que hay que investigar.

15.1.2. Antes de necesitar determinados recursos, la persona responsable de la investigación del incidente debería identificar los recursos con que cuenta y los procedentes de fuentes externas. Así mismo es responsable de adquirir los recursos adicionales necesarios. Puede solicitar ayuda a las autoridades locales o estatales relacionadas con la construcción, a institutos y universidades y a otros muchos organismos públicos y privados.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

15.1.3. Se recomienda aplicar a la investigación de un incidente el concepto de «trabajo en equipo». Se entiende que el investigador en muchos lugares tendrá que tomar fotografías, hacer planos del lugar de los hechos, recoger muestras, entrevistar a testigos y responsabilizarse de toda la investigación sin otra ayuda. Estas funciones y otras que se describen en este documento se deberían realizar con independencia del número de personas que puedan participar en la investigación.

15.2 Información Básica del Incidente. Antes de empezar la investigación del lugar de los hechos, habrá que identificar muchos acontecimientos, hechos y circunstancias. Es importante la precisión, pues un error en esta fase puede perjudicar a los resultados de la investigación subsiguiente.

15.2.1 Situación del Lugar. Cuando se le haya informado de un incidente, el investigador debería obtener de la persona que se lo notifique la máxima información posible sobre la situación del lugar. Si la distancia es grande, debería tomar las medidas oportunas para transportar al equipo de investigadores al lugar de los hechos. La situación del lugar del incidente puede exigir también el uso de equipos y maquinaria especial (véase 15.4.1.)

15.2.2 Fecha y Hora del Incidente. El investigador debería establecer con precisión el día, mes y hora del incidente. El tiempo transcurrido puede determinar la planificación de la investigación. Cuanto más tiempo transcurra entre el incidente y la investigación, más importante será revisar toda la documentación e información existente: informes del incidente, fotografías, planos del edificio y diagramas.

15.2.3 Condiciones Atmosféricas. El tiempo que haga durante la investigación puede obligar al uso de ropas y equipos especiales. También puede determinar la cantidad de tiempo que los miembros del equipo pueden trabajar en el lugar de los hechos. Si hiciera muy mal tiempo, habrá que tomar mayores medidas de seguridad para los miembros del equipo. Por ejemplo, cuando el peso de la nieve sobre un edificio puede hacer que peligre. Factores como la dirección y velocidad del viento, la temperatura y la lluvia pueden haber afectado a la ignición y propagación del fuego.

15.2.4 Magnitud y Complejidad del Incidente.

15.2.4.1 La magnitud y complejidad del incidente y del lugar donde se ha producido, pueden dictar la necesidad de ayuda para el investigador. Si el lugar del incidente es muy grande, puede crear problemas de comunicaciones a los investigadores, que deberían tomar las medidas oportunas para comunicarse con eficacia.

15.2.4.2 La magnitud y complejidad del lugar de los hechos pueden afectar también a la duración de la investigación y requerirán preparar alojamiento y comida para los miembros del equipo. En general, cuanto más grande sea el lugar de los hechos, mayor será el tiempo que haya que dedicar a la investigación.

15.2.5 Tipo y Uso del Edificio.

15.2.5.1 El investigador debería investigar el tipo y uso del edificio incendiado. El uso u ocupación de un edificio (planta industrial, planta de procesos químicos, almacén, instalación nuclear o cementerio de residuos radiológicos) puede obligar a la delimitación especial de los residuos, haber causado contaminación o radiación o inundaciones en el lugar de los hechos. Además, puede ser necesario utilizar ropa adecuada contra materiales peligrosos o contaminación, mascarillas respiratorias y otros equipos protectores para garantizar la seguridad en el lugar de los hechos. Las condiciones en algunos lugares pueden resultar tan peligrosas que los investigadores deberían permanecer en los mismos tiempos regulados.

15.2.5.2. El conocimiento del tipo de construcción y materiales empleados ofrecerá al investigador una información básica valiosa y le permitirá adelantarse a las circunstancias y problemas que pueda encontrar el equipo de investigación.

15.2.6 Naturaleza y Magnitud de los Daños.

15.2.6.1 La información sobre el estado del lugar de los hechos puede avisar al investigador sobre los requisitos especiales para la investigación, tales como equipos de pruebas, asistencia de expertos, mayor necesidad de personal y equipos especiales de seguridad. El investigador puede verse sometido a limitaciones de tiempo, debiendo actuar en consecuencia.

15.2.6.2 El investigador debería asegurarse que iniciar la investigación no es contrario a órdenes posteriores al incidente tomadas por agencias reguladoras federales, estatales o locales. Tales acciones pueden conducir a órdenes relacionadas con la estabilidad estructural y la presencia de materiales peligrosos.

15.2.7 Seguridad del Lugar de los Hechos. El investigador debería determinar cuanto antes la identidad de la persona, autoridad u organismo propietario o que controle el lugar de los hechos, solicitando el correspondiente derecho de entrada y medios de acceso. Debería tener en cuenta la seguridad en el lugar de los hechos. Si es posible, debería tomar las medidas necesarias para conservar el lugar hasta la llegada del investigador o investigadores. Si no es posible, debería procurar hacer fotografías y tomar nota del estado del lugar antes de que se vea alterado o sometido a demolición.

15.2.8 Propósito de la Investigación.

15.2.8.1 Objeto de la Investigación. Durante la planificación de la investigación, el investigador debe ser consciente de su papel, fines y responsabilidades. En la investigación pueden participar muchos investigadores, públicos y privados. Por eso es necesario la colaboración y el respeto mutuo en las investigaciones.

15.2.8.2 El investigador, especialmente el que pertenece al sector privado, puede necesitar hacer un esfuerzo para comunicar a todas las partes, quién puede tener un interés legal en la investigación (*Ver sección* 12.3.)

15.3 Organización de las Funciones de la Investigación.

15.3.1 En todas las investigaciones hay ciertas funciones básicas que se deben realizar. Son las de dirección / coordinación, fotografía, toma de notas, dibujo de mapas y planos (*véase capítulo 16*), entrevistas a los testigos (*véase capítulo 14*), investigación del lugar de los hechos (*véase capítulo 18*), recogida y conservación de las pruebas (*véase capítulo 17*) y evaluación de la seguridad (*véase capítulo 13*).

15.3.2. Con frecuencia se necesitarán además expertos especializados en campos como la electricidad, calefacción y aire acondicionado y otros aspectos de la ingeniería. Si es posible, el investigador deberá llevar a cabo estas funciones con el personal de que disponga. Al asignar las tareas, el investigador aprovechará las facultades o formación especial de cada miembro del equipo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

15.4 Reunión Previa del Equipo de Investigación. Si el investigador tiene un equipo, antes de acudir al lugar de los hechos deberá celebrar una reunión con todos los miembros. El jefe del equipo o el investigador debe plantearse cuestiones sobre límites jurisdiccionales y asignar responsabilidades específicas a los miembros del equipo. Deberá avisar al personal sobre el estado del lugar de los hechos y las medidas de seguridad que deben tomar.

15.4.1 Equipos e Instalaciones. Todas las personas que estén en el lugar del incendio deben ir equipadas con equipos de seguridad adecuados, según las necesidades. También debe haber un juego de herramientas básicas de reserva. Las herramientas y equipos que se indican a continuación pueden no ser necesarios en todos los casos, pero al planificar la investigación el investigador, si no dispone de todos ellos, debe saber al menos cómo conseguirlos.

15.4.2 Equipo de Protección Personal. El equipo de protección personal debe incluir lo siguiente:

(1) Botas o zapatos de seguridad
(2) Casco o gorra dura
(3) Equipo de respiración (de un tipo correspondiente a la exposición)
(4) Gafas o anteojos protectores
(5) Guantes
(6) Linterna
(7) Mono protector

15.4.3 Herramientas y Equipo. Las herramientas y equipos recomendados son los siguientes:

1. Agua
2. Alicates/corta alambres
3. Baterías
4. Bramante
5. Brochas
6. Brújula
7. Cámara y película (Para más recomendaciones ver 16.2.3.2 y 16.2.3.3)
8. Cinta de medir
9. Copas de Poli-estireno
10. Cuerda
11. Destornilladores (diferentes tipos)
12. Detector de hidrocarburos
13. Detector de metales/sonda
14. Escalera
15. Escoba
16. Etiquetas adhesivas para pruebas
17. Focos
18. Hacha
19. Hacha pequeña
20. Imán
21. Indicador de calcinación
22. Jabón, limpiador de manos o toallitas húmedas
23. Magnetófono
24. Martillo de orejas
25. Material absorbente
26. Material de escritura y dibujo
27. Medidor de carbonización/Calibre digital
28. Navaja
29. Pala
30. Palanca
31. Pinzas
32. Pistolas de aire (disponibles en tiendas de fotografía)
33. Rastillo
34. Recipiente para recogida de muestras (Para más recomendaciones ver 17.5)
35. Regla
36. Rotuladores
37. Sierra
38. Tamiz (con rejilla intercambiable)
39. Tenazas
40. Toallas de mano
41. Toallas de papel/trapos para secar
42. Voltímetro (con forma de bolígrafo, para detectar circuitos con corriente)
43. Voltímetro/Ohmímetro

15.5 Personal Especializado y Consultores Técnicos.

15.5.1 General. Al planificar la investigación de un incendio, se puede necesitar personal especializado que ofrezca asistencia técnica. La investigación de un incendio presenta muchas facetas. Si el investigador no está familiarizado con alguna de ellas, no debe dudar en llamar a otro experto en investigación de incendios que tenga más conocimientos o experiencia de un aspecto concreto de la investigación. Por ejemplo, hay expertos especializados en explosiones.

15.5.1.1 Estos expertos o personal especializado pueden proceder de las universidades, organismos públicos (federales, estatales o locales), sociedades u organismos profesionales, empresas consultoras y otras. Cuando se llama a personal especializado, es importante evitar el conflicto de intereses. Por eso se recomienda identificar de antemano al personal que va a acudir. En las siguientes secciones se ofrecen algunos ejemplos de profesiones especiales técnicas y científicas, con las áreas en las que este personal puede ayudar al investigador. Sin embargo, esta sección no trata de recoger todas las fuentes posibles de personal especializado y consultores técnicos.

15.5.1.2 Hay que tener en cuenta que la investigación de un incendio es un campo muy especializado. Por eso, los individuos que no tengan formación específica y experiencia en la asignatura de la investigación y análisis del fuego, pueden no estar bien cualificados para ofrecer opiniones relativas al origen y causa de un incendio, aunque puedan ser expertos en otros campos afines. Para poder ofrecer esas opiniones, generalmente es necesaria formación o experiencia adicional.

15.5.1.3 Las descripciones en 15.5.2 hasta 15.5.10 son generales y no implican que la presencia o ausencia de formación en el área mencionada, afecte a la cualificación de un especialista en particular.

15.5.2 Ingeniero o Técnico en Materiales. Una persona de este campo puede proporcionar conocimientos especializados sobre cómo reaccionan os materiales en condiciones diferentes, incluyendo calor e incendio. En el caso de metales, alguien con experiencia metalúrgica puede ser capaz de responder a preguntas sobre corrosión, esfuerzo, fallo o fatiga, calentamiento o fusión. Un químico o científico en polímeros puede ofrecer ayuda sobre cómo reaccionan los plásticos al calor y a otras condiciones presentes durante un incendio y teniendo en cuenta las propiedades de combustión e inflamabilidad de los plásticos.

15.5.3 Ingeniero Mecánico. Se puede necesitar a un ingeniero mecánico para analizar sistemas o equipos mecánicos complejos, como los de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC en sus iníciales inglesas), sobre todo si esos sistemas pueden haber

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

influido en el movimiento del humo dentro de un edificio. El ingeniero mecánico tiene que ser también capaz de realizar análisis de resistencia de materiales.

15.5.4 Ingeniero eléctrico. Un ingeniero eléctrico puede ofrecer información sobre los sistemas de alarma contra incendios del edificio, sistema eléctrico, fuentes de alimentación y otros equipos o componentes. También puede ayudar cuantificando los parámetros operativos normales de un determinado sistema y estableciendo si ha habido algún fallo.

15.5.5 Químico/Ingeniero Químico.

15.5.5.1 Estas personas han recibido formación en procesos químicos, dinámica de fluidos y transmisión de calor. En un incendio con productos, procesos o plantas químicas, el ingeniero químico puede ayudar al investigador a identificar y analizar los posibles fallos.

15.5.5.2 Un químico tiene gran formación en la identificación y análisis de los productos químicos, que puede utilizar el investigador para identificar una sustancia dada que haya encontrado en el lugar del incendio. El químico tiene que saber hacer ensayos con esa sustancia para determinar su reacción física y química al calor. Si existen dudas sobre la toxicidad o la reacción humana a determinados productos químicos o productos de la descomposición de otros, el investigador debería consultar a un químico, un bioquímico o un microbiólogo.

15.5.6 La Ciencia y la Ingeniería del Fuego. Dentro del campo de la ciencia y la ingeniería del fuego, hay distintas áreas especiales de las que el investigador puede obtener ayuda y asesoramiento.

15.5.6.1 Ingeniero de Protección contra Incendios. La ingeniería de protección contra incendios abarca todas las asignaturas tradicionales relativas a la ciencia y técnica de los incendios y explosiones. Este profesional se ocupa de la relación de las fuentes de ignición con los materiales, para saber cómo se ha declarado el fuego. Estudia la dinámica del fuego y cómo afecta a los distintos tipos de materiales y estructuras. El ingeniero de protección contra incendios debe conocer también cómo funcionan los sistemas de detección y extinción (detectores de humo, rociadores automáticos o sistemas de halones) y puede ayudar a analizar por qué un sistema no ha podido detectar o extinguir un incendio. Con frecuencia la complejidad del incendio exigirá al ingeniero de protección contra incendios la aplicación de otras asignaturas de la ciencia y la ingeniería para estudiar cómo se ha declarado, propagado y extinguido un incendio. Además tendrá que conocer los códigos de edificación y protección contra incendios, métodos de ensayo, resistencia de los materiales al fuego, modelos de incendios por ordenador y análisis de fallos.

15.5.6.2 Técnico Superior en Ingeniería del Fuego. Son personas que tienen un título de "Bachelor", Máster o equivalente reconocido en ingeniería del fuego, tecnología del fuego y la seguridad contra incendios u otro campo similar, que han estudiado generalmente la dinámica y la ciencia del fuego, la investigación de los incendios normales y provocados, técnicas de extinción del fuego, tácticas de extinción de un incendio, dirección de servicios de bomberos, protección contra incendios, proyecto de edificios y sistemas en su aspecto de protección contra incendios, prevención del fuego, materiales peligrosos, matemáticas e informática de alto nivel aplicadas a la ciencia del fuego, comportamiento de las personas ante el fuego, seguridad y control de las pérdidas, códigos y normas contra incendios y de seguridad e investigación de incendios.

15.5.6.3 Técnico Medio en Ingeniería del Fuego. Personas con formación académica en campos como el fuego y la tecnología de seguridad o similares, que han estudiado generalmente la dinámica y la ciencia del fuego, la investigación de los incendios normales y provocados, técnicas y tácticas de extinción del fuego, protección contra incendios, proyecto de edificios y sistemas en su aspecto de protección contra incendios, prevención del fuego, materiales peligrosos, matemáticas e informática aplicadas a la ciencia del fuego, comportamiento de las personas ante el fuego, seguridad y control de las pérdidas, códigos y normas contra incendios y de seguridad e investigación de incendios.

15.5.7 Experto Industrial. Cuando la investigación afecta a una industria determinada, a determinados equipos o procesos, puede ser necesario un experto en ese campo que ayude a entender los procesos afectados. Si además tiene experiencia en esos riesgos concretos de incendio y en las normas o reglamentos relativos a su industria, equipos y procesos, podrá ofrecer valiosa información al investigador. Puede haber expertos de este tipo dentro de la propia industria, en las asociaciones profesionales y organismos similares.

15.5.8 Abogado. Un abogado puede prestar ayuda legal por lo que respecta a las pruebas, leyes de búsqueda y captura, cómo acceder al lugar de un incendio y cómo solicitar los permisos judiciales.

15.5.9 Perito/Agente de Seguros. Un perito o agente de seguros puede ofrecer al investigador información sobre el edificio y su contenido antes del incendio, sistemas de protección contra incendios en el edificio y el estado de esos sistemas. También puede ofrecer información sobre la cobertura del seguro y siniestros anteriores.

15.5.10 Perros Adiestrados. Los equipos de perros adiestrados pueden ayudar a los investigadores en la localización de áreas para la recogida de muestras y su posterior análisis en laboratorio, para identificar la presencia de líquidos inflamables.

15.6* Gestión del Caso. Se debería emplear un método para organizar la información generada durante la investigación y coordinar los esfuerzos de las diversas personas involucradas. Este aspecto se analiza en el contexto de la investigación de incendios importantes, en el capítulo 27 de esta guía. También es el objeto de mucho material referenciado listado al final de esta guía.

Capítulo 16 Documentación de la Investigación

16.1* Introducción.

16.1.1 Al registrar el lugar donde se ha producido un incendio o explosión, el objetivo del investigador es reflejar los hechos por un medio que le permita recordar sus observaciones en un momento posterior e informar del estado del lugar. Los métodos corrientes para conseguir este objetivo son las fotografías, vídeos, diagramas, planos, transparencias, cintas magnetofónicas y notas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

16.1.2 Un registro minucioso y exacto del lugar de los hechos es vital porque, a partir de esa recopilación de hechos, el investigador puede llegar a opiniones y conclusiones y apoyarlas con datos. Hay varios medios de ayuda al investigador para registrar los datos en el lugar de los hechos.

16.2 Fotografías.

16.2.1 General. Mediante fotografías o vídeos se puede tener una documentación visual del lugar de un incendio. Las imágenes pueden reflejar la escena mejor que las palabras. Son el recordatorio más eficaz de lo que el investigador ha visto. Marcas y detalles que se habían pasado por alto en el momento de tomar las fotografías o los vídeos, pueden resultar evidentes más tarde. También pueden apoyar los informes y declaraciones del investigador.

16.2.1.1 Se recomiendan fotografía en color en la investigación y escenario del incendio.

16.2.1.2* Los investigadores deberían estar familiarizados con el equipo y tecnología que usan. Puede ser de mucha ayuda para familiarizarse con el equipo tomar un curso básico de fotografía o video en alguna escuela de formación profesional, o en un club o tienda de fotografía.

16.2.1.3 A la hora de documentar adecuadamente la escena de un incendio se deberían tomar todas las fotos que fuesen necesarias. Es preferible equivocarse por haber tomado demasiadas fotografías, que por haber tomado demasiado pocas.

16.2.1.4 No se recomienda el uso exclusivo del vídeo. Los vídeos son más efectivos cuando se usan en conjunto con fotografías.

16.2.2 Oportunidad Para documentar la escena de un fuego es importante realizar fotografías y videos durante el incendio, o lo antes posible después de éste y antes de que se produzcan alteraciones, intromisiones o la destrucción de la escena. Otras situaciones por las cuales la oportunidad es importante son:

(1) El edificio está en peligro de colapso inminente o la estructura debe ser demolida por razones de seguridad.

(2) Hay materiales o procesos peligrosos pueden desarrollar de manera inminente un entorno peligroso que requiere atención inmediata.

(3) Las pruebas pueden ser alteradas durante su revisión e investigación. Las pruebas deberían ser registradas en el momento de su descubrimiento mientras las capas de escombros son retiradas. Registrar las capas de escombros puede ser también de utilidad para entender el desarrollo del fuego.

16.2.3 Principios Básicos.

16.2.3.1 General. El aspecto más fundamental de la fotografía es que el investigador tiene que saber y dominar cómo funciona la cámara. El modo más sencillo de saber cómo funciona la cámara fotográfica es compararla con el ojo humano.

16.2.3.1.1 Uno de los aspectos más importantes que el investigador tiene que recordar durante la toma de fotografías es la luz. En general, en el lugar de un incendio habrá objetos ennegrecidos sobre un fondo ennegrecido, lo que crea unas condiciones malas para tomar fotografías. Como es fácil de imaginar, cuando entra en un lugar oscuro el ojo humano dilata la pupila para que entre más luz. Lo mismo sucede con la cámara fotográfica. La persona que está en una habitación oscura normalmente enciende la luz para ver mejor. Igualmente, el fotógrafo puede usar focos o un flash para mejorar la visión de la cámara.

16.2.3.1.2 Tanto el ojo humano como el objetivo de la cámara proyectan una imagen invertida de la superficie sensible a la luz (en el caso de la cámara gracias al dispositivo de acoplamiento de carga CCD), y gracias a la retina en el ser humano). La cantidad de luz admitida se regula por el iris (en el ojo humano), o el diafragma (cámara fotográfica). Además, el disparador de la cámara controla la cantidad de tiempo durante el cual la luz es admitida en el dispositivo.

16.2.3.2 Tipos de Cámaras. Existe una gran multitud de tipos de cámaras, desde modelos baratos y pequeños hasta otros más complicados con una gran variedad de accesorios.

16.2.3.2.1 Algunas cámaras son completamente automáticas, dando al investigador más sensación de comodidad, al saber que lo único que tiene que hacer es apuntar y disparar. Estas cámaras controlan la apertura de la lente (f-stop), la rapidez de disparo, controlan el flash, y enfocan la lente.

16.2.3.2.2 En ocasiones es necesario realizar ajustes manuales propios en caso de que el investigador desea realizar una fotografía especial que su cámara automática, con sus opciones preestablecidas, no puede realizar. Existen cámaras que pueden ser manejadas tanto de manera manual como automática, ofreciendo ambas opciones en la misma cámara. La mayoría de los investigadores prefieren habitualmente usar cámaras automáticas para la documentación de escenarios de incendios.

16.2.3.2.3 Se recomienda el uso de cámaras con una resolución de al menos 5 megapíxeles. Las imágenes digitales pueden ser revisadas inmediatamente para comprobar su calidad y tomar una nueva imagen si fuera necesario. Las imágenes digitales también pueden ser ampliadas in situ para asegurarse de que se ha obtenido el nivel de detalle suficiente.

16.2.3.3 Autentificación de Imágenes. Con las imágenes digitales, como pasa con las fotografías tradicionales, se ha de mantener "una representación verdadera y exacta" y la "importancia del testimonio".

16.2.3.3.1 Las imágenes digitales pueden ser mejoradas usando la tecnología informática disponible en la actualidad. Los procesos de mejora más habituales implican la corrección de brillos, del color, o de contraste. Estas mejoras eran realizadas automáticamente por los reveladores cuando se usaba película. En el caso de que una imagen sea mejorada, corresponde al investigador la responsabilidad de preservar la imagen original, y registrar en qué medida la imagen fue modificada, de forma que esta mejora no se transforme en un problema.

16.2.3.3.2* Deberán seguirse una serie de pasos a la hora de preservar la imagen original y establecer una metodología que permita su autentificación. Debería establecerse un proceso corporativo que rija el almacenamiento de imágenes, como

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

puede ser su custodia en un medio apropiado que evite su alteración; o la utilización de un programa informático que no permita que la imagen original sea alterada y guardada usando el nombre original. También puede ser útil cualquier otro programa informático de esta naturaleza que se desarrolle en el futuro.

16.2.3.4 Lentes. La lente de la cámara se encarga de reunir la luz y de enfocar la imagen en el detector de la cámara. La mayoría de las lentes actuales son compuestas, es decir hay múltiples lentes en la misma carcasa. Para obtener imágenes de calidad, el investigador necesita un conocimiento básico del funcionamiento de las lentes. La superficie convexa de la lente recoge la luz y la envía a la parte de atrás de la cámara, donde es recogida por el Dispositivo de Acoplamiento de Carga (CCD). La apertura es una abertura ajustable en la lente que controla la cantidad de luz que admite. El ajuste de esta abertura está dividido en aperturas de diafragma. A medida que los números aumentan, la abertura se hace más pequeña, admitiendo menos luz. En las lentes ajustables, estos números aparecen en el anillo de regulación de apertura del diafragma. Por lo general, cuanto mayor es el número de diafragma usado, mayor será el nivel de profundidad de campo obtenido en la imagen.

16.2.3.4.1 La distancia focal de las lentes presenta un amplio rango, desde las lentes normales (50 mm, muy similares al ojo humano), de gran angular (15 mm o menos), hasta las teleobjetivos y zooms (generalmente de 80 mm o más, dependiendo del tamaño del CCD. El investigador necesitará determinar que distancia focales usará con más asiduidad, y familiarizarse con las posibilidades de cada una de ellas.

16.2.3.4.2 El área de definición clara o profundidad de campo, es la distancia que existe entre el objeto más lejano y el más cercano dentro de foco en un momento dado. La profundidad de campo depende de la distancia a la que se encuentra el objeto fotografiado, la abertura de la lente, y la longitud focal de la lente que se esté usando. La profundidad de campo también determinará la calidad de detalles contenidos en las imágenes del investigador. Para una apertura de diafragma dada, cuanto más corta sea la longitud focal de una lente, mayor profundidad de campo proporcionará. Dada una longitud focal de lente en particular, cuanto más grande sea el número de diafragma (y más pequeña a la abertura) mayor será la profundidad de campo que permita. Esta es una técnica importante que hay que dominar. Estos son los aspectos más importantes relacionados con lentes que un investigador de incendios debe conocer. En caso de usarse una cámara con lentes fijas, el investigador no tendrá que preocuparse de su ajuste, porque vendrá configurada por el fabricante. Se recomienda el uso de una lente de zoom de rango medio, entre los 20 mm y los 80 mm (dependiendo del tamaño de CCD), lo cual proporciona un ángulo amplio y una buena profundidad de campo, además de la posibilidad de realizar primeros planos.

16.2.3.5 Filtros. El investigador debería saber que pueden producirse problemas a la hora de usar filtros de color. A menos que el resultado de su uso sea conocido, se recomienda no utilizar dichos filtros. En caso de ser utilizados, el investigador debería realizar también otra imagen con un filtro claro. Los filtros claros pueden usarse de forma continua y además son una buena medida para proteger las lentes.

16.2.3.6 Velocidad de Disparo. Se requiere una mínima cantidad de luz para realizar una buena exposición. A medida que la abertura decrece (aumentando el número de diafragma), la cantidad de luz admitida por unidad de tiempo también decrece, por lo que es necesario mayor tiempo de disparo. Una velocidad de disparo por debajo de 1/60 sec (60) requiere de la utilización de un trípode para evitar que la imagen salga borrosa.

16.2.3.7 Iluminación. La fuente de luz conocida más usada es el Sol. En términos de color, definición o claridad, no existe ninguna luz artificial que pueda comparársele. En momentos como a comienzos del día, al atardecer o en un día nublado, al estar dentro de una recinto o estructura, puede ser necesario el uso de una fuente de luz alternativa. Dicha luz puede obtenerse por medio de focos o de flashes o luces estroboscópicas integradas en la cámara. Debido a la pobre reflexión de la luz sobre las áreas quemadas, el uso de luz artificial por medio de focos puede ser de utilidad.

16.2.3.7.1 Existen casos en los cuales el período de tiempo en el cual se tomó la fotografía, puede ser importante para entender lo que el autor de la imagen quiere representar. En el caso de fotografías de un mismo tema, las condiciones naturales de luz que se dan al mediodía darán como resultado una imagen muy distinta de la que podría obtenerse bajo las condiciones de la luz natural que ofrece el atardecer.

16.2.3.7.2 Las unidades de flash son necesarias para el trabajo de los investigadores de incendios. Una unidad de flash que pueda ser retirada del cuerpo principal de la cámara, puede ser muy útil, de tal manera que pueda ser situada de manera oblicua a lo enfocado por la lente. Esta práctica es útil para reducir la reflexión, obtener una mayor profundidad de campo y amplificar la textura de las superficies dañadas por el calor o el fuego.

16.2.3.7.3 El uso de varias unidades de flash así como de sistemas de control a distancia llamados esclavos, pueden iluminar grandes áreas.

16.2.3.7.4 Para primeros planos, el uso de flash de anillo reducirá el deslumbramiento y proporcionará una luz adecuada para el trabajo en cuestión. También puede utilizarse múltiples unidades de flash para simular el mismo efecto del flash de anillo, al situar dichas unidades en ángulos oblicuos. En algunos casos, el flash de anillo puede "aplanar" la imagen. Esto puede evitarse usando múltiples flashes o usando un flash estándar orientado hacia abajo.

16.2.3.7.5 El investigador debería asegurarse de que el brillo del flash o de los focos no distorsione el aspecto real del objeto fotografiado. Por ejemplo, las manchas de humo pueden aparecer más claras, o no existir en la foto. Además, pueden crearse sombras que, durante el análisis, pueden ser interpretadas como quemaduras. Los focos que incorporan las cámaras de video, pueden causar el mismo problema que los flashes de las cámaras fotográficas. El uso de flashes indirectos, difusores de luz u otras técnica pueden ayudar minimizar este problema.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

16.2.3.7.6 El investigador que deba fotografiar un tema importante, deberá hacerlo varias veces con distinta abertura o tiempo de exposición, para asegurarse de que por lo menos cuenta con una toma correcta.

16.2.3.8 Tipos Especiales de Fotografías. La técnica moderna permite hacer fotografías especiales. En determinadas circunstancias se pueden tomar fotos por infrarrojos, por láser o al microscopio. Por ejemplo, la foto por láser puede recoger una huella dactilar sobre un cuerpo.

16.2.4 Composición y Técnicas.

16.2.4.1 Las fotografías pueden ser el factor más persuasivo para que se acepte la teoría del investigador sobre la evolución del fuego.

16.2.4.1.1 En una investigación de un incendio, para representar el estado de un edificio y del contenido que queda en el escenario; se deberían tomarse una serie de fotografías. El investigador normalmente toma una serie de imágenes, trabajando de fuera a dentro de la estructura, así como desde la parte menos afectada por el fuego, hasta la más afectada. Las últimas imágenes suelen ser las pertenecientes al área y al punto de origen, así como de cualquier elemento que haya podido causar el fuego. Cualquier otra metodología usada para realizar la secuencia de fotografías descrita en esta sección no implica necesariamente una falta de rigor en la metodología de investigación.

16.2.4.1.2 Es importante que el fotógrafo registre, y por tanto documente, la escena del fuego al completo, y no sólo las áreas sospechosas de ser el punto de origen, ya que podría ser necesario mostrar el nivel de propagación de humo o mostrar las áreas libres de daños.

16.2.4.2 Secuencias. Las secuenciadas de fotos, como se muestra en la Figura 16.2.4.2, pueden ser de ayuda para entender la relación entre un aspecto aislado y su posición relativa dentro de un espacio determinado. Dicho aspecto aislado primero se fotografía desde una posición alejada, en la cual se muestra junto a su contexto y las cosas que lo rodean. Después, pueden tomarse más fotografías haciendo disminuir la distancia al objeto, hasta que este mismo acabe como objeto principal del encuadre.

16.2.4.3 Mosaico de Fotografías. La creación de un mosaico o una fotografía panorámica puede ser útil cuando la apertura de ángulo de la lente no es lo suficientemente amplia, y se desea tener una vista panorámica. El mosaico fotográfico se realiza juntando una serie de fotografías que se superponen, para proporcionar una visión más que periférica de un área específica, como se muestra en la Figura 16.2.3.4. El investigador necesita identificar puntos de referencia a aproximadamente un tercio de uno de los bordes del visor de la cámara y tomar la siguiente fotografía de la serie con el mismo punto de referencia en el borde opuesto del visor. Las tomas individuales pueden así combinarse para obtener una vista más amplia de la que la cámara es capaz de proporcionar.

16.2.4.3.1 Mosaicos "pegados" Digitalmente. Existen programas informáticos de pegado que generan los mosaicos de forma automática a partir de una serie de fotos digitales.



FIGURA 16.2.4.2 Secuencia de fotos de una salida.

Estos programas suelen ajustar y corregir el brillo y el contraste de las imágenes, así como el efecto de "ojo de pez" del mosaico.

16.2.4.4 Diagrama Fotográfico. Un diagrama fotográfico puede ser útil para el investigador. Una vez completado el plano de una planta, se puede hacer una copia y dibujar en él

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 16.2.4.3 Tres Fotografías de una secuencia de los Restos Quemados de una Fábrica de Pallets individualizadas (arriba), y superpuestas formando un mosaico (abajo).



FIGURA 16.2.4.3.1 Mosaico generado manualmente a partir de la Figura 16.2.4.3 (arriba), Comparado con el Mosaico pegado de digitalmente (arriba).

flechas que indiquen la dirección desde se tomó cada una de las fotos. Después se numeran las imágenes con los números correspondientes del plano. Este diagrama puede ayudar a orientarse al observador que no se encuentre familiarizado con el escenario del fuego. Un diagrama de este tipo, dispuesto para presentar un conjunto de imágenes es similar as mostrado en la Figura 16.2.4.4.

16.2.4.4.1 La documentación recomendada debería incluir la identidad del fotógrafo, identificación de la escena del fuego (dirección, o número de incidente), así como la fecha en que se tomaron las fotografías, Se puede usar una ficha que incluya la primera foto para registrar los datos de toda la información fotográfica correspondiente al incidente.

16.2.4.4.2 Siempre que esté correctamente configurada, una cámara digital registra automáticamente la fecha y la hora en que fue tomada cada imagen, en archivo de "meta-datos".

16.2.4.5 Asistente Fotográfico. Siempre que sea posible, el investigador debería realizar sus propias fotografías, En caso de que sea otra persona distinta del investigador la que va a realizar las fotografías, los ángulos y la composición de la imagen deberán ser supervisadas por el investigador para asegu-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

rarse de que se realizan todas las fotografías necesarias para documentar de manera correcta el incendio. El investigador deberá transmitir de manera precisa sus necesidades al fotógrafo, ya que puede ser que no pueda regresar a la escena del fuego con posterioridad. El investigador no debería presuponer nunca que el fotógrafo comprende cuales son las fotografías esenciales que se necesitan, sin discutir el contenido de cada fotografía.

16.2.4.6 Fotografía y los Tribunales. Para que un investigador de incendios pueda combinar fotografías y otros testimonios para ser usados en un Tribunal de Justicia; todas las jurisdicciones establecen el requisito de que dichas imágenes sean relevantes para el testimonio. Existen otros requerimientos en otras jurisdicciones, como puede ser la inclusión contenido no provocativo, claridad de la imagen, o la carencia de borrones o imágenes distorsionadas. En la mayoría de Tribunales de Justicia, en caso de que la imagen sea de relevancia, suele aceptarse sin poner objeciones.

16.2.5 Videos. La realización de videos puede ser una herramienta muy útil para el investigador de incendios. Una de las grandes ventajas de la realización de videos es la posibilidad de orientar la escena del fuego gracias al movimiento progresivo del ángulo de visión. De alguna manera, el video combina el uso de diagramas de fotografías, el indexado de fotografías, diagrama de planos de planta, y la fotografía fija, todo dentro de la misma operación.

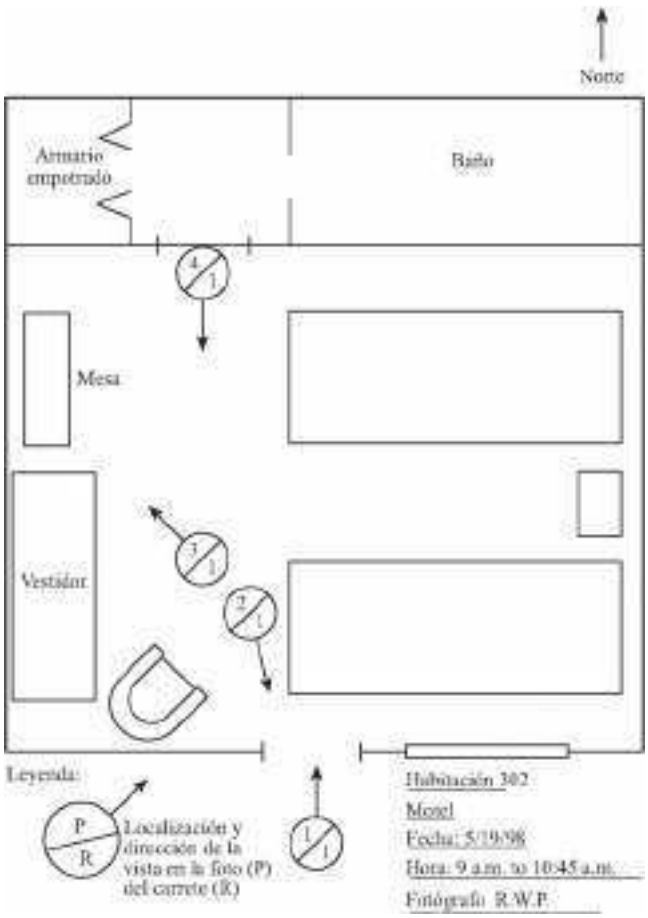


Figura 16.2.4.4 Diagrama en el que se ve la Posición de Toma de las Fotos.

16.2.5.1 A la hora de realizar videos o películas se evitará siempre que sea posible la exageración de los objetos por medio del uso del zoom. Un exceso a la hora de utilizar el zoom en un video puede afectar de manera adversa al observador, mucho más de lo que le confundiría si no se hubiese recurrido a este efecto. En general, la documentación audiovisual del escenario de un incendio debería realizarse recurriendo al menor número de comentarios necesarios para orientar al espectador.

16.2.5.2 Otro posible uso que puede darse a las grabaciones en video es la grabación de las entrevistas de testigos cuando el registro de su testimonio sea importante. Si el comportamiento es importante para el investigador o para un jurado, la grabación del testimonio en video puede ayudar a revelar la conducta del testigo.

16.2.5.3 Otro beneficio añadido de la grabación en video es la posibilidad que tiene el investigador de rememorar gracias al video el escenario del fuego, las marcas específicas de las llamas, los objetos identificados como evidencias, su localización, así como otros elementos importantes de la escena del fuego. La grabación no tiene por qué ser realizada con la intención de ser presentada después, es simplemente otro método distinto mediante el cual el investigador puede registrar y documentar la escena del fuego.

16.2.5.4 La grabación en video también puede ser útil a la hora de documentar el análisis de las pruebas recogidas, especialmente el análisis que implica la destrucción de las mismas. Por medio de la grabación en video de dichos análisis, la condición y posición de elementos específicos de las pruebas puede ser documentada en tiempo real.

16.2.6 Sugerencia Sobre Actividades que Pueden Documentarse. Una investigación puede mejorar cuantos más aspectos de la actividad sobre el terreno sea posible o practico documentar. Dicha documentación puede incluir las condiciones del escenario en el momento de la llegada del investigador (cámara en el coche), las actividades de extinción, la revisión, y el origen y la investigación del origen y las causas.

16.2.6.1 Durante el Fuego. En caso de existir la oportunidad, deberían tomarse imágenes del fuego mientras este tiene lugar. Esto sirve de ayuda para mostrar la progresión del fuego, así como los trabajos de los servicios de extinción de incendios. Las acciones de extinción del fuego pertinentes para la investigación pueden incluir el trabajo de los sistemas automáticos de extinción así como las actividades de los servicios de bomberos, siempre que sea posible. Todos los aspectos destacados de estas operaciones, como la localización de los hidrantes, situación de los vehículos, distribución de las mangueras, localización de líneas de ataque, etcétera, juegan un papel en la resultado final de la extinción del fuego.

16.2.6.2 Debido a que la fase de revisión del incendio puede implicar el movimiento de restos y en algunos casos de elementos estructurales, fotografiar toda la fase de revisión puede ayudar a la hora de entender el escenario antes del fuego.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

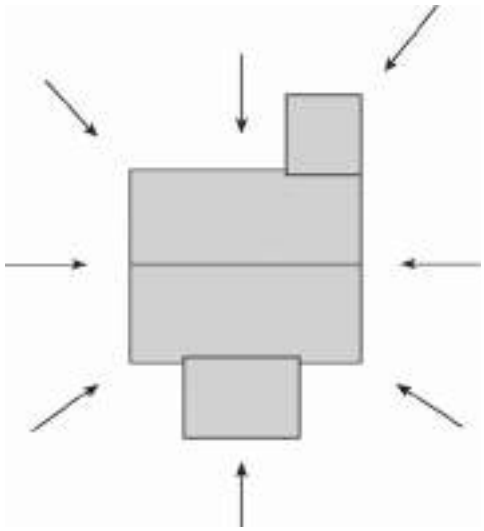


Figura 16.2.6.4 El Lugar del Incendio se Debería Fotografiar Desde Todos los Ángulos y Esquinas.

16.2.6.3 Fotografías de Espectadores. La realización de fotografías de la gente en la multitud de espectadores puede ser valiosa a la hora de identificar individuos que pueden tener información adicional que después puede ser de valor para la investigación general.

16.2.6.4 Fotografías Exteriores. Para determinar la situación del lugar de un incendio, se debería tomar una serie de fotografías desde su exterior. Entre ellas, de las señales de tráfico, calles de acceso, números de las casas u otras referencias que se puedan identificar fácilmente y que probablemente permanezcan bastante tiempo. También hay que fotografiar la zona circundante que pueda ofrecer pruebas remotas, por ejemplo de protección contra incendios o de daños por exposición. También hay que tomar fotografías exteriores de todas las fachadas y esquinas del edificio a través de las que se puedan estudiar todos los elementos estructurales y su relación mutua. (*Ver Figura 16.2.6.4.*)

16.2.6.5 Fotografías del Edificio. Las fotografías del edificio documentan los daños que ha recibido por su exposición al calor y a las llamas. Estas fotos pueden presentar marcas de quemaduras que permitan seguir la evolución del fuego y ayuden a determinar su origen.

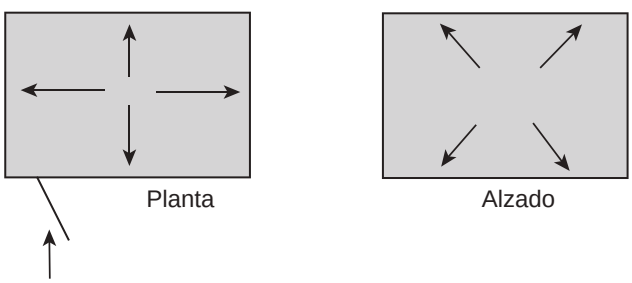


FIGURA 16.2.6.6 Fotografiando los Cuatro Muros, el Suelo, el Techo, y cada uno de los dos Lados de Cada Puerta.



Figura 16.2.6.6.3 Baldosín Protegido del Calor Radiante por un Cable.

16.2.6.5.1 Un procedimiento recomendado es hacer fotos desde todos los ángulos y puntos de vista posibles del exterior del edificio. Las fotos oblicuas de las esquinas pueden ofrecer puntos de referencia como orientación. Las fotografías deben presentar todos los ángulos necesarios para explicar completamente el estado del edificio.

16.2.6.5.2 Se deberían tomar fotografías de fallos estructurales por ejemplo de las ventanas, techos o paredes, porque dichos fallos pueden cambiar el camino de propagación del fuego y desempeñar un papel importante en su resultado final. También habría que hacer fotografías que revelen incumplimiento de las normas o deficiencias estructurales, porque las marcas de propagación del fuego puede estar determinada por esas deficiencias.

16.2.6.6 Fotografías Interiores. Las fotografías interiores son igualmente importantes. Las condiciones de luz probablemente serán distintas que las del exterior, lo que requerirá ajustar los parámetros, pero el objetivo (seguir y documentar el camino de propagación del fuego hasta su origen) son los mismos. Hay que fotografiar todos los puntos de ventilación existentes o creados por el fuego así como todas las marcas de humo, calor y quemaduras. La figura 15.2.6.6 es un diagrama de fotos básicas.

16.2.6.6.4 Es importante la posición de las puertas y ventanas durante un incendio. Por eso hay que tomar fotografías que documenten estos datos y las marcas resultantes.

16.2.6.6.5 Hay que fotografiar también los dispositivos interiores de protección contra incendios como detectores, rociadores automáticos, extintores utilizados, cierres automáticos de puertas o cortafuegos.

16.2.6.6.6 Los relojes pueden indicar el momento en que el tiempo se interrumpió, o el momento en que el fuego o el calor detuvo su movimiento. Debe tenerse mucho cuidado a la hora de interpretar relojes alimentados por baterías, en la medida en que pueden haberse detenido antes de fuego o haber continuado funcionando después del fuego.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

16.2.6.7 Fotografías de las Acometidas de Servicios y Aparatos. Hay que fotografiar las entradas de servicios (gas electricidad) y los mandos, tanto en el interior como en el exterior del edificio. Por ejemplo, los contadores de gas y electricidad, los reguladores de gas y su posición con relación al edificio. Además el poste o postes eléctricos que haya cerca del edificio y en el que esté el transformador de ese edificio y los servicios eléctricos que entran los cuadros de fusibles o de disyuntores. Si hay aparatos de gas en la zona de origen del fuego, hay que fotografiar la posición de todos los mandos que tengan. Cuando se fotografíen los cuadros de disyuntores, se tiene que ver bien la posición de todas las empuñaduras y el plano que indique a qué circuito corresponde cada disyuntor. Igualmente hay que fotografiar todos los cordones y salidas de los servicios del lugar del incendio.

16.2.6.8 Fotografías para pruebas. Hay que fotografiar en el lugar de los hechos todos los objetos que se puedan utilizar como prueba y volverlos a fotografiar en la oficina o laboratorio del investigador, si se necesita una foto con más detalle. Durante la excavación de las distintas capas de escombros, los artículos que aparezcan pueden ser reconocidos o no como prueba. Si se toman fotografías de tipo arqueológico, hay que documentar de modo permanente la situación y posición de las pruebas que puedan tener importancia vital. Las fotografías orientan las pruebas en su posición original y muestran su estado a encontrarlas. Las pruebas son esenciales en cualquier pleito y las fotografías de pruebas son importantes si están bien identificadas. En las fotos de las pruebas se debería usar una regla para identificar su tamaño relativo. También se pueden utilizar otros objetos para ello, por ejemplo una moneda. Antes de tomar la foto con la regla o el objeto de referencia, hay que fotografiar la prueba sola (*ver 16.5.2.1*).

16.2.6.9 Fotos de Víctimas. Hay que documentar la posición de los ocupantes y fotografiar cualquier prueba de las acciones que hubieran realizado. Por ejemplo, marcas en las paredes, camas donde estaban o zonas protegidas por el cuerpo encontrado (*véase figura 16.2.6.9*) Si hay muertos, hay que fotografiar sus cuerpos. También las heridas de los supervivientes y sus ropas rotas.



Figura 16.2.6.9 Zona Protegida Donde se Encontraba el Cuerpo.



FIGURA 16.2.6.11 Vista aérea del Escenario de un Fuego.

16.2.6.10 Fotografías desde el punto de vista de los testigos. Si durante una investigación surge algún testigo que da testimonio de lo que observó desde un determinado punto de vista, hay que tomar una foto desde ese mismo lugar o desde lo más cerca posible. Esta foto puede orientar a todas las personas que participen en la investigación o a un jurado desde el punto de vista del testigo, apoyando o refutando la posibilidad de que el testigo haya visto lo que dice que ha visto.

16.2.6.11 Fotografías Aéreas. Las fotografías desde un punto elevado, que puede ser la escala de los bomberos un edificio o colma adyacente o un avión o helicóptero, pueden revelar a menudo marcas de la propagación del fuego. Las fotografías aéreas pueden ser caras y plantear distintos problemas, que afecten a la calidad de sus resultados. Si es necesario tomar fotografías aéreas, se sugiere que el investigador pida el consejo o la ayuda de un fotógrafo aéreo especializado.

16.2.6.12 Fotografías de Satélite. En muchas áreas se dispone de imágenes de satélite. Uno de sus aspectos únicos es la posibilidad de disponer de fotografías mostrando la situación del área antes y después de que se produzca el fuego. Dependiendo de la programación del satélite, puede disponerse de imágenes posteriores al fuego. Muchas fotos están disponibles en Internet, pero la NASA puede ayudar a obtener fotos de mayor resolución.

16.2.7 Consejos sobre las Fotografías. Los investigadores podrían ayudarse aplicando algunos de los consejos en 16.2.7.1 a 16.2.7.9.

16.2.7.1 En el momento de la llegada al escenario de un fuego, debería escribirse una página con los "títulos de crédito", que muestre la información específica del escenario (localización, fecha, e información del lugar) y hacer una fotografía deesta página.

16.2.7.2 Debe llevar un trípode que le facilite la toma de fotografías en mosaico, que alivie el peso de la cámara y evite las fotografías movidas y le permita mantener la cámara alejada de los escombros. Un trípode de enganche rápido le ahorrará tiempo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

16.2.7.3 Debe llevar baterías de repuesto, sobre todo en tiempo frío, que se pueden consumir antes. Hay distintos tipos de baterías, algunas más grandes y de mayor duración.

16.2.7.4 El investigador debe recordar que las baterías o pilas no se deben dejar en la cámara durante mucho tiempo. Si las pilas tienen fugas, pueden causar muchos problemas en los sistemas eléctricos y mecánicos de la cámara.

16.2.7.5 Debería evitarse siempre la obstrucción de flashes y lentes por culpa de manos, correas de la cámara o partes del fuego.

16.2.7.6 Antes de abandonar el escenario de un incendio, es recomendable recorrer otra vez el lugar mientras se realiza una revisión de las fotografías realizadas para asegurarse de que se han tomado todas las imágenes necesarias.

16.2.8* Presentación de Fotografías. Existe una gran variedad de metodologías disponibles para que el investigador realice la presentación de sus informes, diagramas y fotografías. A la hora de decidir cómo presentar sus fotografías, el investigador debería tener en cuenta los siguientes aspectos:

(1) ¿Qué método de presentación permite mayor claridad a la hora de exponer imágenes?

(2) ¿La imagen será usada en un formato instructivo? Si es el caso, el investigador deberá seguir la guía para creación de manuales de instrucciones

(3) ¿Cuáles son los requisitos exigidos por la compañía o agencia que ha encargado la investigación?

(4) ¿Cuáles son los requisitos del Tribunal de Justicia en el cual van a ser presentadas las fotografías?

16.2.8.1 Presentaciones Sobre Soporte Informático. Las presentaciones realizadas gracias a programas informáticos como pueden ser PowerPoint o Keynote, se usan de forma habitual para realizar presentaciones de fotografías, videos, o cualquier otra prueba documental.

16.2.8.1.1 Las presentaciones sobre soportes informáticos proporcionan al usuario la posibilidad de insertar dibujos e imágenes en la misma transparencia, así como destacar o suministrar otra información que pueda incrementar la capacidad del espectador para entender las relaciones o la información presentada.

16.2.8.1.2 Antes de realizar su presentación, el investigador debería asegurarse de que tanto la distribución de la sala y el juez, están dispuestos para esa presentación. Se debería tener en cuenta la situación de la pantalla y del proyector de tal manera que todas las partes pudieran observar al mismo tiempo.

16.2.8.2 Debería ponerse a disposición de todas las partes una copia en papel de los materiales que van a ser presentados. En algunos Tribunales puede prohibirse al investigador realizar presentaciones que no han sido enviadas a todas las partes, de acuerdo a las reglas locales. El investigador también podría llegar a necesitar una copia en caso de que el equipo de presentación fallase.

16.3 Toma de Notas. La toma de notas es un complemento de los dibujos y las fotografías y se debe utilizar sobre todo para completar los objetos y documentos que no se puedan fotografiar, o dibujar. Por ejemplo:

(1) Nombres y direcciones.
(2) Modelos y números de serie.
(3) Declaraciones.
(4) Número de las fotos.
(5) Identificación de objetos.
(6) Tipos de materiales (p. ej., paneles de madera, gomaespuma, moqueta).
(7) Información necesaria para reproducir un modelo informático preciso
(8) Observaciones del investigador (p. ej., condiciones del edificio, emplazamiento de interruptores y controladores)

16.3.1 Notas en Campo. Es importante conjunto de la información relacionado con una investigación a la hora de analizar un incidente. No se requiere el uso de formularios en la toma de datos; sin embargo algunos han sido creados para ayudar al investigador en la toma de los mismos. Estos formularios y la información recogida en ellos no están diseñados para constituir un informe. Proporcionan un medio de recopilar la información que puede ser útil para redactar y obtener las conclusiones de un informe.

16.3.2* Formularios para Recopilar Información. Es importante conjunto de la información relacionado con una investigación a la hora de analizar un incidente. Algunos de estos formularios han sido diseñados para ayudar al investigador a recopilar información. Estos formularios y la información recogida en ellos no están diseñados para constituir un informe. Proporcionan un medio de recopilar la información que puede ser útil para redactar y obtener las conclusiones de un informe. Ver Tabla 16.3.2.

16.3.3 Dictado de Notas. A muchos investigadores les gusta dictar sus notas en magnetofones portátiles. Cuando el investigador documente datos o pruebas críticas, debería tener cuidado y no fiarse sólo de las cintas grabadas o de las pruebas recogidas con un solo equipo.

Tabla 16.3.2 Formularios y notas de campo

Formulario	Propósito
Incendio	Cualquier investigador de incendios para recopilar información relacionado con el incidente
Notas de Heridos en Campo	Recopilar información acerca de cualquier víctima herida o fallecida
Notas de Campo de Incendio Incontrolado	Recopilación específica de Datos de Incendio Incontrolado
Formularios para Pruebas	Recopilación de Documentación de Pruebas y Cadena de Custodia
Inspección de vehículos	Recopilación de información de incidentes en los que están involucrados vehículos
Fotografías	Documentación de fotografías tomadas durante la investigación
Cuadros eléctricos	Recopilar información relacionada con cuadros eléctricos
Notas sobre incendio de estructuras	Recopilación de datos concernientes a incendio de estructuras
Modelado de incendio en compartimento	Recopilación de datos necesarios para modelado de incendio en compartimento

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

16.3.4 La mejor práctica es guardar las notas, diagramas, fotografías y medidas como se detalla en la Sección 16.3. A menos que se exija de otro modo por una regulación o exigencia escrita, tales datos deberían guardarse. Estos datos constituyen un conjunto de información sobre los hechos que debería ser mantenido hasta que todo proceso de litigio razonable sea resuelto. La información reunida durante la investigación puede ser importante mucho después de su recopilación y de que se haya escrito el informe inicial. Por ejemplo, las notas y diagramas de un cuadro de disyuntores mostrando el estado de los mismos puede no ser pertinente para un incendio en el que el origen sea el mobiliario, pero puede tener valor en relación con el estado de un circuito que alimenta a un detector de humo. La guarda de notas no solo es necesaria para ayudar al bombero para completar la información de campo requerida en el informe sobre un incidente de incendio.

16.4 Diagramas y Dibujos. Unos diagramas y dibujos claros y concisos pueden ayudar al investigador al documentar las pruebas del desarrollo del incendio, condiciones del lugar y otros detalles del lugar del incendio. Los diagramas son también útiles para proporcionar apoyo y comprender las fotografías del investigador. Los diagramas pueden ser también útiles al realizar entrevistas a los testigos. Sin embrago, independientemente de lo profesional que parezca un diagrama, su utilidad es la exactitud de los datos usados al crearlo. Para ayudar al investigador un documentar y analizar el lugar del incendio pueden hacerse u obtenerse diferentes tipos de diagramas, incluyendo croquis, diagramas y planos.

16.4.1 Tipos de Dibujos. Puede esperarse razonablemente que las investigaciones de incendio que conduzcan a litigios criminales o civiles deberían estar croquizadas y dibujadas.

16.4.1.1 Croquis. Los croquis suelen ser dibujos a mano alzada o dibujados con muy pocas herramientas de dibujo que se realizan en el escenario del incendio. Pueden ser representaciones en dos o tres dimensiones.

16.4.1.2 Diagramas. Son dibujos más formales que se completan una vez hecha la investigación del incendio. Estos se realizan utilizando los croquis realizados en el escenario del incendio utilizando métodos tradicionales o programas informáticos. Hay que tener en cuenta que en algunos casos puede que estos no sean necesarios. La decisión de hacer unos dibujos en regla será determinado por el investigador, la policía y el alcance de la investigación.

16.4.2 Elección de Dibujos. Se recomienda que los croquis originales y dibujos finales sean mantenidos rigurosamente durante la duración de la investigación y de cualquier litigio resultante. Ver ejemplos de varios tipos de dibujos en las Figuras 16.4.2(a) a 16.4.2(f).

16.4.3 Herramientas y Equipo de Dibujo. Dependiendo del tamaño y complejidad del incendio, pueden usarse varias técnicas para preparar los dibujos. Como las fotografías, los dibujos se usan para reforzar la memoria, ya que el investigador puede tener solo una ocasión para inspeccionar el lugar del incendio. Como con otros medios de documentar el lugar, el investigador necesitará determinar el tipo y tamaño de los diagramas desarrollados y el tipo y tamaño de los dibujos que requerirán el edificio o el diseñador o fabricante del equipo. En el transcurso de la investigación, el investigador podría disponer de una diversidad de planos. Estos planos pueden haber sido preparados por el diseñador o fabricante de un edificio o equipo, pueden haber sido realizados por el investigador o pueden haber sido realizados por otros investigadores y documentar las condiciones halladas en el momento de la investigación.

16.4.3.1 Existen programas informáticos que permiten al investigador preparar dibujos de una alta calidad a partir de los croquis. El investigador de incendios debe considerar diferentes aspectos a la hora de elegir la herramienta informática

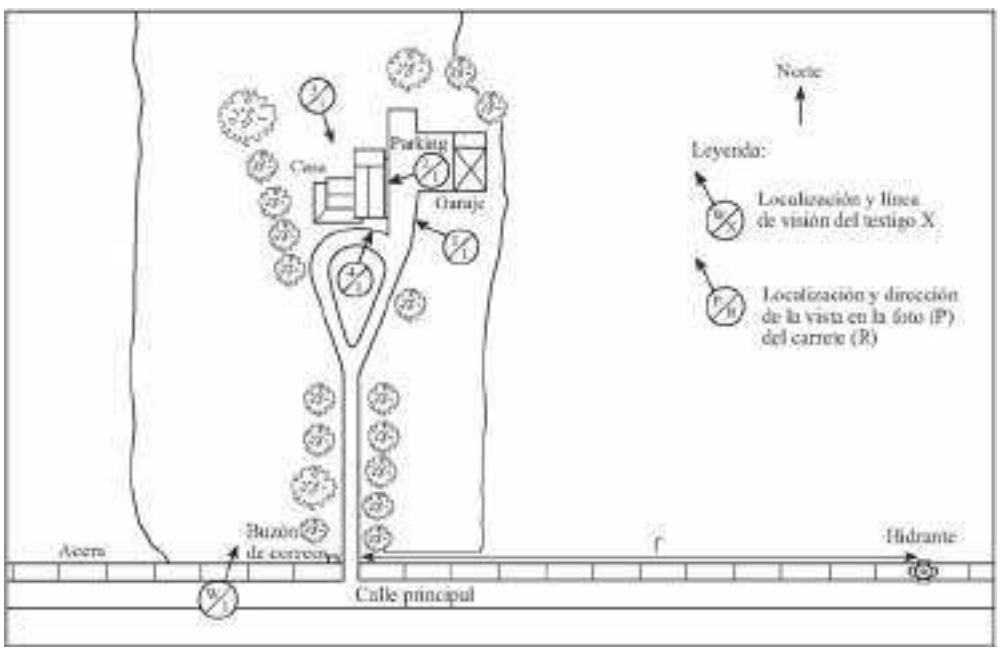


Figura 16.4.2(a) Plano del Lugar Mostrando la Posición de las Fotos y el Testigo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

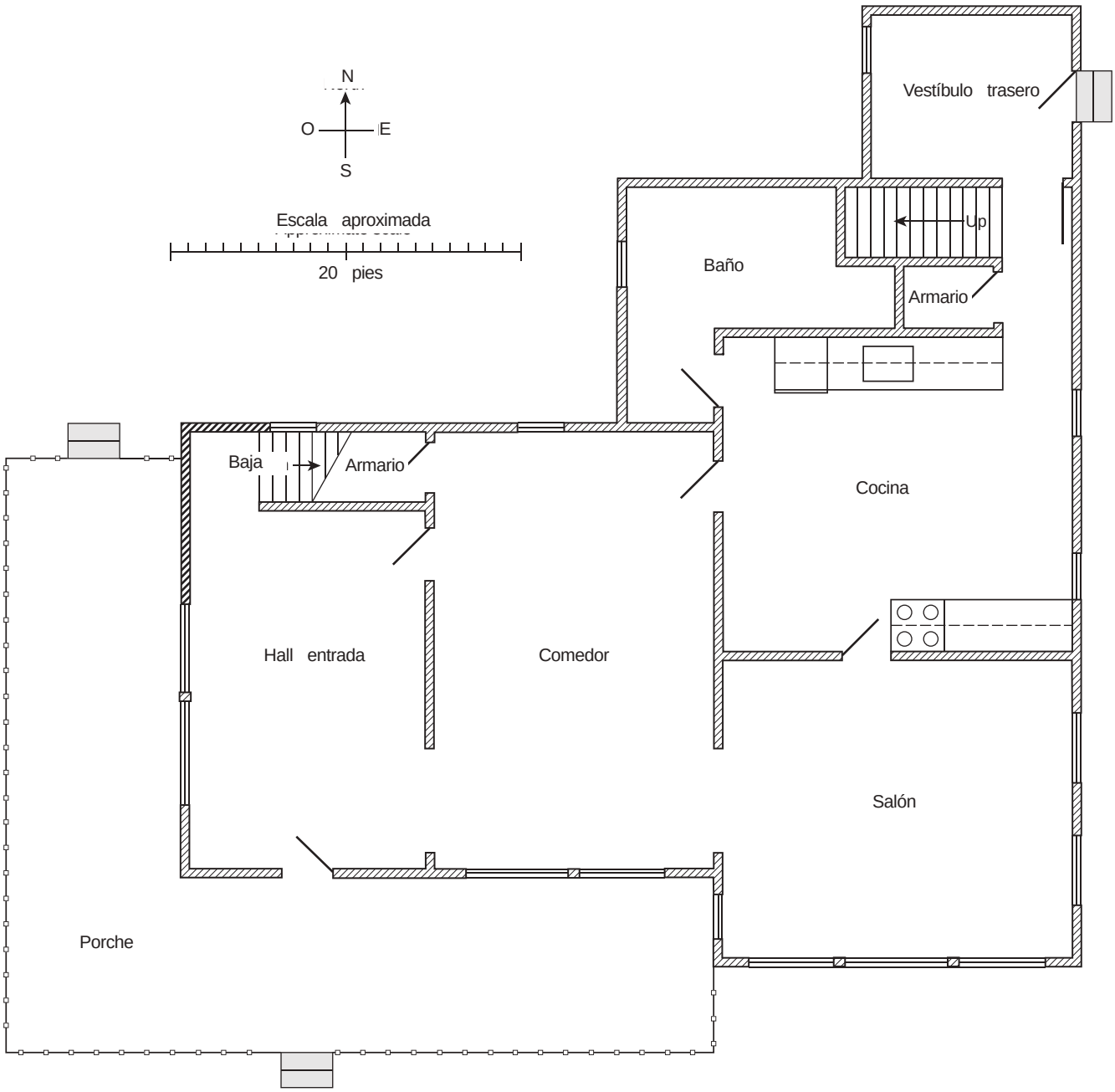


FIGURA 16.4.2(b) Plano Detallallado de una Planta.

que le permita conseguir los objetivos previstos. Lo primero en decidir es si es necesario utilizar una herramienta en dos o tres dimensiones. A la hora de tomar la decisión, el investigador de incendios debe decidir si le compensa el tiempo que va a invertir en aprender a manejar dicho paquete informático. Sin embargo, los dibujos en 3D pueden resultar muy beneficiosos en la investigación para determinar la interrelación de los componentes del edificio así como el campo visual de los testigos. Independientemente del paquete seleccionado, el criterio más importante es la habilidad del investigador para crear, modificar, producir y manipular el dibujo en el paquete de diseño. Otro aspecto a considerar es la compatibilidad de un programa de CAD para realizar modelos de incendio informáticos.

16.4.3.2 Un buen paquete de diseño debería también permitir organizar el dibujo en capas que pueden activarse o desactivarse según la necesidad, como un dibujo previo y posterior al incendio. El paquete debería también permitir dimensionar automáticamente y contar con diferentes estilo (por ejemplo, decimal 1.5 pies, arquitectónico 1 pie 6 pulgadas, y

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

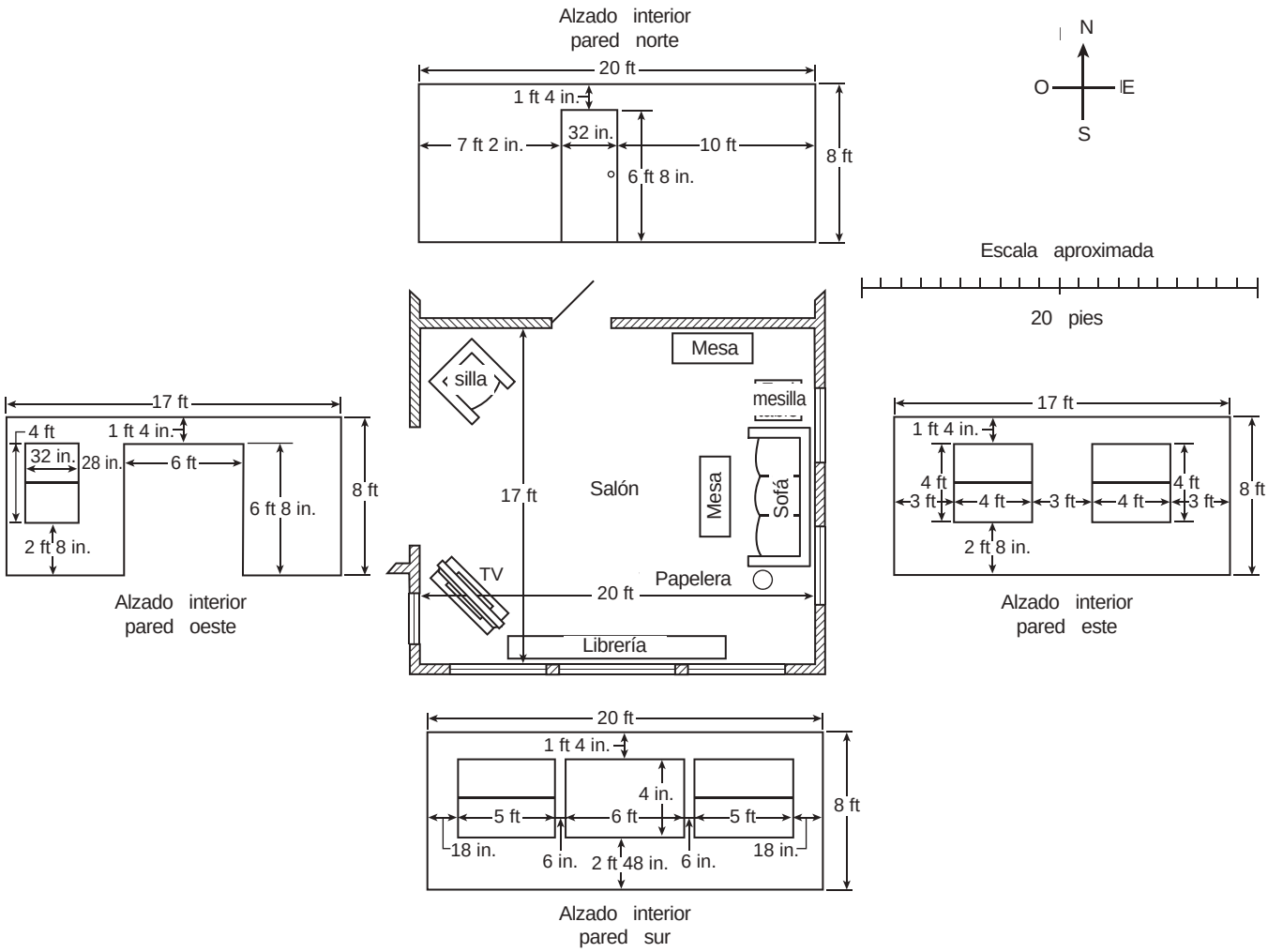


Figura 16.4.2(c) Diagrama acotado de una Habitación y su Contenido.

conversiones). También debería contar con librerías, que permiten dibujar detalles, como una cocina, baño y situarlos en el plano.

16.4.4 Elementos del dibujo. Dependiendo del alcance, complejidad y procedimientos de la investigación, el investigador decidirá qué elementos debe incluir en los croquis o dibujos, sin embargo hay ciertos elementos clave que deberían estar en todos ellos, como se indica en 15.4.4(A) a 15.4.4(D).

(A) Información General. Identificación de la persona que realizó el plano, título, fecha y otra información pertinente.

(B) Orientación. Los croquis y diagramas deberían incluir la orientación geográfica.

(C) Escala. El dibujo debe estar hecho aproximadamente a escala. Se debe indicar la escala o señalar que no está a escala., y se debe dibujar un gráfico de escala en el dibujo y se debe incluir en el dibujo una escala gráfica o la escala aproximada.

(D)* Símbolos. Los símbolos se usan habitualmente en los dibujos y planos para señalar determinados elementos; por ejemplo, el símbolo de una puerta se usa para indicar que hay una puerta en la pared y se dibuja en el sentido del giro. Para facilitar la comprensión del dibujo, se recomienda utilizar símbolos estándar reconocidos en el ámbito de la arquitectura e ingeniería. En el caso de la protección contra incendios, el investigador debería utilizar los símbolos contenidos en la NFPA 170, "Standard for Fire Safety Simbols", *Estándar de Símbolos de Protección contra Incendios*.

(E) Leyenda. Si los símbolos no son fácilmente identificables, el investigador debería utilizar una leyenda en el dibujo para evitar posibles confusiones con los símbolos utilizados.

16.4.5 Dibujos. Generalmente**,** debería prepararse un simple boceto de la escena de origen del incendio de la inmediata e incluir un bosquejo simple de posición de las habitaciones, escaleras, ventanas, puertas y otros datos. Un croquis típico de un edificio puede mostrar la posición relativa de las habitaciones, escaleras, ventanas, puertas y los daños por incendio asociados. Estos dibujos pueden realizarse a mano alzada con

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

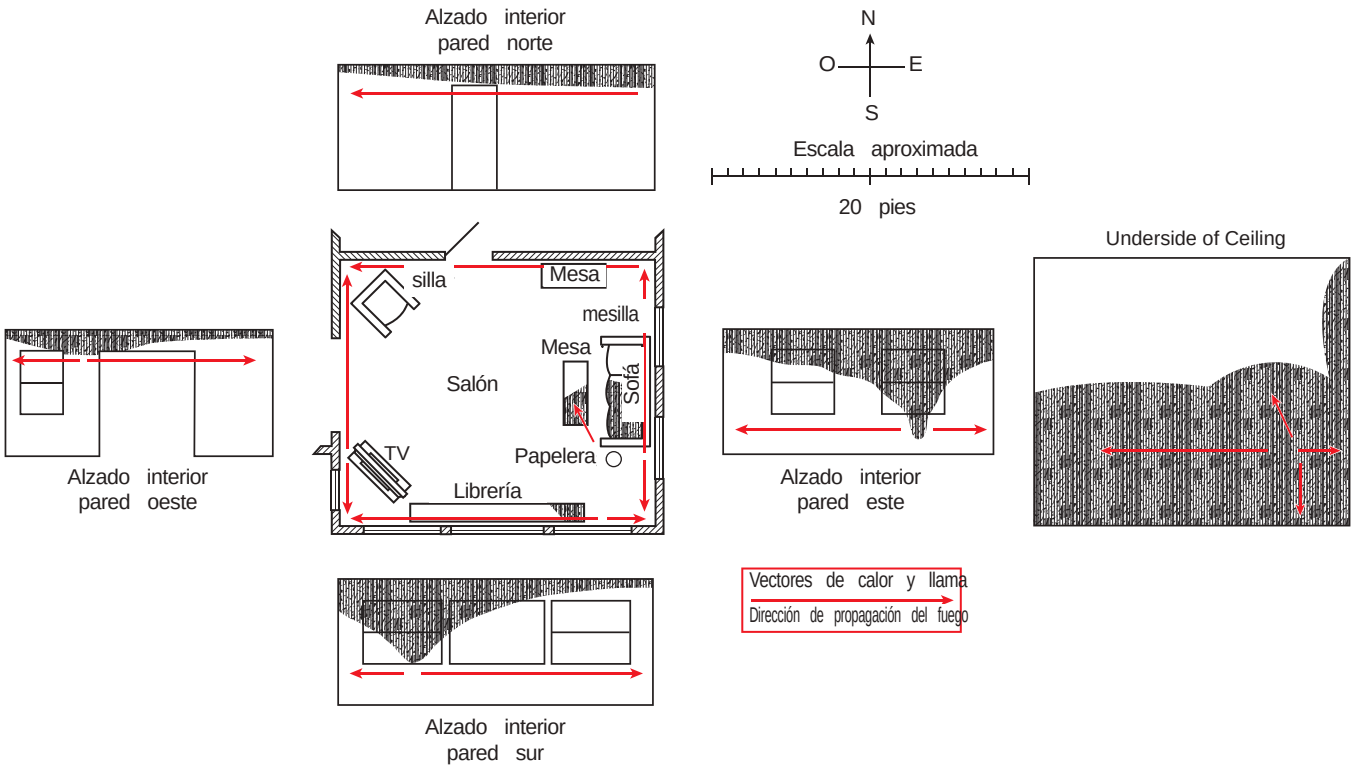


Figura 16.4.2(d) Diagrama de todas las vista de una Habitación, Mostrando las Marcas de los Daños, las localizaciones de las muestras, y la localización de las fotos.

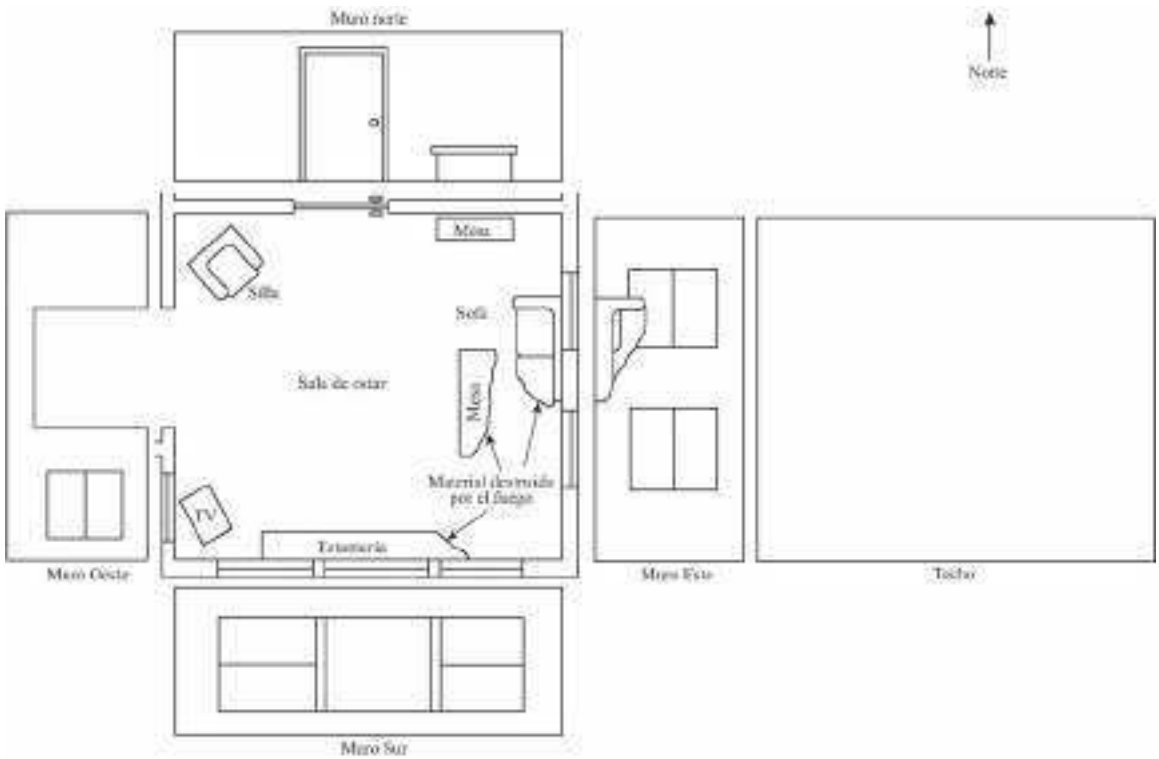


Figura 16.4.2(e) Diagrama de Reconstrucción del Contenido Mostrando los Muebles Dañados en sus Posiciones Originales.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

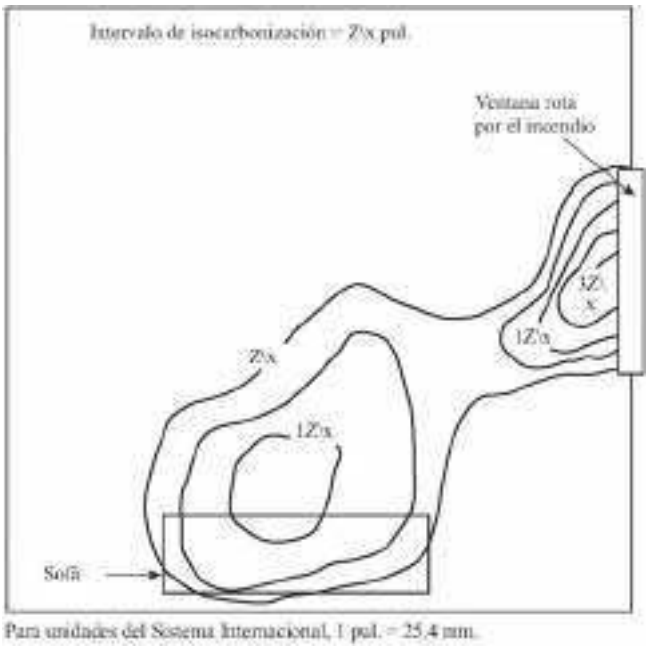


Figura 16.4.2 (f) Diagrama de Isocarbonización que Muestra las Líneas donde el Carbonizado de los Rastreles del Suelo Presenta la Misma Profundidad.

dimensiones aproximadas. Este tipo de dibujo debe ser suficiente para casos donde el análisis de incendio y las conclusiones son sencillos. Para casos más complicados o litigios será necesario contar con planos actuales del edificio e información documentada de la construcción, equipos, acabados, testigos y daños.

16.4.5.1 Planos de emplazamiento. Pueden ser necesarios planos que muestren el emplazamiento de aparatos, abastecimiento de agua o elementos similares. Dibujos de esta naturaleza ayudan a documentar factores importantes fuera del edificio. Ver figura 16.4.2(a).

16.4.5.2 Planos de Planta. Los planos de planta permiten localizar habitaciones, escaleras, ventanas, puertas, y otros elementos del edificio. Ver figura 16.4.2 (b).

16.4.5.3 Alzados. Un plano de alzado muestra las paredes, ya sean interiores o exteriores e información específica sobre los muros. Ver figuras 16.4.5.3.

16.4.5.4 Secciones y detalles. Los detalles y secciones se realizan para mostrar un elemento en concreto. Se pude mostrar una gran variedad de información con las secciones y detalles como la posición de los interruptores, elementos dañados, emplazamiento de algún elemento, especificaciones constructivas, entre algunos ejemplos.

16.4.5.5 Vistas Desarrolladas. Los planos con vistas desarrolladas se usan a menudo para mostrar conjuntos de componentes o listas de partes. El investigador puede también utilizar este formato para mostrar todas las superficies dentro de un local o compartimento en el mismo diagrama. Ver Figura 16.4.2(d).

16.4.5.6 Representaciones Tridimensionales. En muchos casos, será deseable para el investigador, si no necesario, obtener suficientes datos dimensionales para desarrollar una representación tridimensional del lugar del incendio.

16.4.5.6.1 Dimensiones Estructurales. El investigador debería medir y documentar las dimensiones que pudieran ser requeridas para desarrollar una representación tridimensional del edificio, como se ilustra en la Figura 16.4.2 (c). Debería tenerse en cuenta que en la documentación a menudo se omiten dimensiones como el espesor de paredes, pasos de aire en puertas y la pendiente de suelos, paredes y techos. Esta representación geométrica puede ser requerida si se van a realizar posteriores modelos de incendio o ensayos experimentales como parte de la investigación del incidente.

16.4.5.6.2 Disponibilidad de Datos Dimensionales. Aunque los datos dimensionales puedan ser encontrados en planos de construcción, esquemas o planos finales, la existencia de tales fuentes puede desconocerse en el momento de la investigación, especialmente en el caso de edificios antiguos. Por ello, es prudente que el investigador recoja las dimensiones físicas independientemente de la existencia de tal documentación.

16.4.5.7 Diagramas Especializados para Investigación de Incendios.

16.4.5.7.1 Además de un plano básico de planta, se recomienda que el investigador utilice croquis o planos especializados para ayudar en la documentación específica de una investigación de incendio. La decisión de usar estos croquis y diagramas u otros especializados es decisión del investigador y la necesidad de representar un hecho o situación complejos. Este tipo de diagramas especializados de investigación incluirán esquemas eléctricos, mecánicos, del sistema de proceso, esquemas de tuberías de combustible y gas, patrón del incendio, profundidad de chamuscado,

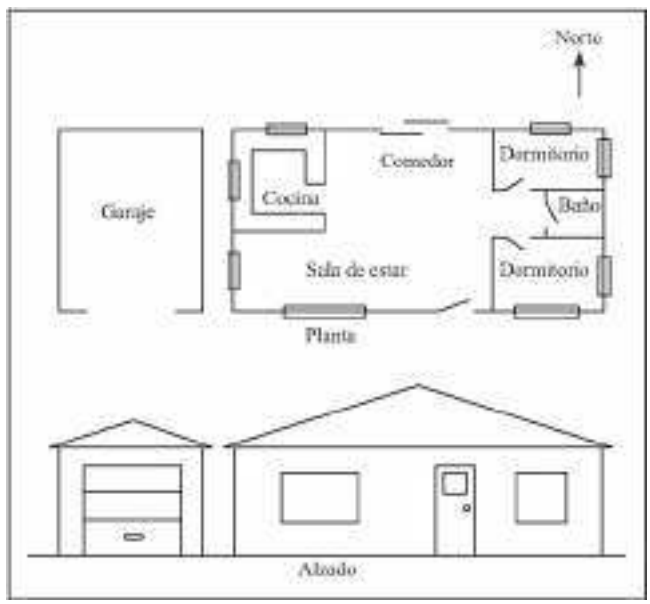


FIGURA 16.4.5.3 Dibujo Mínimo para un Análisis Sencillo de Incendio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 16.4.6.2 Planos de Proyecto y Construcción de los que se Puede Disponer

Tipo	Información	Disciplina
Topográfico	Planos del terreno	Perito topógrafo
Plano de situación	Estructura del terreno con las acometidas de agua y electricidad, salidas de alcantarillado, etc., del edificio	Ingeniero civil
Plano de planta	Muestra las paredes y habitaciones del edificio como si se estuviera mirando desde arriba	Arquitecto
Fontanería	Trazado y tamaño de las tuberías de agua potable y residual	Ingeniero mecánico
Electricidad	Tamaño y disposición de la entrada de servicio, interruptores, enchufes y aparatos eléctricos fijos.	Ingeniero eléctrico
Mecánicos	Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado	Ingeniero mecánico
Rociadores/alarmas contra incendios	Como su nombre indica	Ingeniero de protección contra incendios
De el edificio	Estructura del edificio	Ingeniero de estructuras
Alzados	Muros y paredes interiores y exteriores	Arquitecto
Secciones	Presenta diversos cortes para ver el interior del edificio	Arquitecto
Planos de detalle	Planos ampliados de las zonas o instalaciones más complejas	Todos los anteriores

profundidad de carbonización, línea visual del testigo, análisis de la flecha de calor y llama y otros, según se requiera.

16.4.5.7.2 Los programas de diseño por ordenador pueden facilitar el desarrollo de dibujos especiales a partir de un plano inicial en planta. El uso de capas también puede ayudar a entender características concretas y a reducir la complejidad del dibujo.

16.4.6 Planos de Diseño y Construcción.

16.4.6.1 General. Este tipo de dibujos son los que se preparan para el diseño y construcción de edificios, equipos, y elementos similares. Estos dibujos suelen ser muy útiles para el investigador para ayudarle a determinar componentes, especificaciones de diseño, y otros aspectos.

16.4.6.1.1 La disponibilidad y complejidad de este tipo de dibujos variará según el tipo y tamaño del edificio o la habilidad para identificar un determinado elemento.

16.4.6.1.2 Durante o después de la construcción o como resultados de cambios en la ocupación se pueden dar modificaciones. Puede que estos cambios no se reflejen en los planos existentes por lo que el investigador debe compararlos con la situación real actual.

16.4.6.2 Planos Arquitectónicos y de Ingeniería. Los más corrientes junto con los encargados de prepararlos se presentan en la Tabla 16.4.6.2.

16.4.6.3 Lista de Elementos de Arquitectura e Ingeniería. En los proyectos más grandes puede ser necesario detallar los tipos de equipos en listas que se llaman «listas de materiales». Si se necesitan muchos componentes con gran detalle, generalmente habrá ya una lista. Algunas de las listas de materiales más típicas son:

(1) Puertas y ventanas
(2) Acabados interiores
(3) Electricidad
(4) Calefacción aire acondicionado
(5) Fontanería
(6) Iluminación

16.4.6.4* Especificaciones. Los arquitectos e ingenieros redactan especificaciones que acompañan a los planos. Mientras que los planos presentan la geometría del proyecto, las especificaciones detallan la calidad de los materiales, responsabilidad de los subcontratistas y la administración general del proyecto. Las especificaciones se dividen normalmente en secciones de acuerdo con los componentes del edificio. El investigador de un incendio puede identificar las propiedades de los materiales revisando sus especificaciones y puede ayudar a su análisis.

15.4.6.5 Servicios y Equipamiento del Edificio. Pueden estar disponibles diagramas de partes y los planos de instalación de servicios y equipos que hayan estado involucrados en el lugar del incendio. Estos diagramas pueden ayudar al investigador para determinar u obtener información específica sobre componentes u otras características.

16.5* Informes. El propósito de un informe es el de comunicar las observaciones, análisis y conclusiones extraídas durante la investigación. El formato específico de un informe no está prescrito. Para ayuda sobre informes ordenados por un tribunal ver Capítulo 11.

16.5.1 Información descriptiva. Generalmente los informes suelen contener la siguiente información, preferentemente en la introducción:

(1) Fecha, hora y localización del incidente
(2) Fecha y localización del examen
(3) Fecha de elaboración del informe
(4) Nombre de la persona o entidad solicitante del informe
(5) Alcance de la investigación

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

(6) Naturaleza del informe (introducción, contenido, resumen, anexos)

16.5.2 Hechos. Se deben proporcionar una descripción del lugar del incidente, elementos examinados, pruebas recogidas. El informe debería recoger las observaciones e información relevante. Se hará referencia a fotografías, dibujos e informes de laboratorio.

16.5.3 Opiniones y conclusiones. El informe contiene las opiniones y conclusiones del investigador. El informe también debe reflejar los principios en los que se basan dichas opiniones y conclusiones. También se debe indicar, nombre dirección y Nº de Colegiado de la persona que realiza el informe.

Capítulo 17 Pruebas Físicas

17.1* General. Durante el curso de una investigación de un incendio, es probable que el investigador debería localizar, recoger, identificar, almacenar, examinar y preparar los ensayos de las pruebas físicas. El investigador del incendio debería estar muy familiarizado con los métodos generalmente aceptados y recomendados de procesar dichas pruebas.

17.2 Pruebas Físicas.

17.2.1 En general, son pruebas físicas cualquier objeto físico o tangible que pueda demostrar o hacer descartar un hecho o solución particular. Las pruebas físicas en el lugar del incendio tienen que ser importantes para determinar el origen, causa, propagación o responsabilidad del mismo.

17.2.2* El investigador del incendio debería ser quien decida qué pruebas físicas debería recoger en el lugar del siniestro para presentarlas a un laboratorio u otro organismo de ensayos para su examen y estudio o para apoyar un hecho u opinión. Esta decisión se puede basar en distintas consideraciones, como el alcance de la investigación, las exigencias o prohibiciones legales (véase sección 14.2). Otras personas pueden recoger también pruebas; por ejemplo, otros investigadores, representantes de las compañías de seguros, representantes de los fabricantes, propietarios y ocupantes. El investigador debería conocer también las normas y procedimientos relativos a temas de pruebas y aquellos relativos a expoliación de pruebas.

17.3* Protección del Lugar del Incendio y las Pruebas Físicas.

17.3.1 General. Se debería hacer todo lo posible para proteger y preservar el lugar del incendio tan intacto e inalterado como sea posible, con el edificio, contenidos, dispositivos y mobiliarios en el lugar que estaban antes del incendio. Una prueba como la caja de fósforos mostrada en la Figura 17.3.1 podría ser destruida o perdida fácilmente por una inadecuada preservación del lugar del incendio.

17.3.1.1 Generalmente, la causa de un fuego o un incendio no se conoce hasta casi el final de la investigación. Por lo tanto, el valor probatorio o interpretativo del conjunto de las pruebas físicas observadas en el lugar del incendio, no se conoce hasta que se acerca (o se llega) al fin del examen del lugar o se termina la investigación completamente. Por ello, el propio lugar del incendio se considera como una prueba física y debería protegerse y preservarse. Deben adoptarse medidas para la ubicación temporal de las cenizas y escombros recogidos, en bolsas, lonas u otros recipientes adecuados y etiquetados de forma que en éstas se indique el lugar del que fueron retirados. De esta manera, si concluimos que los componentes procedentes de un aparato o un artefacto incendiario se han perdido, será más fácil localizarlos en los recipientes etiquetados.

17.3.1.2 La preservación del lugar del incendio y las pruebas físicas no recae sólo en la responsabilidad del investigador: debería comenzar con la llegada de los bomberos o la policía. Una mala protección producirá generalmente la contaminación, pérdida o movimiento innecesario de otras pruebas físicas en el propio lugar de los hechos. Por tanto, el jefe del incidente y, posteriormente, el investigador del incendio, deben proteger el lugar de entradas no autorizadas. El acceso al lugar del incendio debería limitarse únicamente a las personas que deban estar allí para la extinción del incendio.

17.3.1.3 Las pruebas en el lugar de los hechos no se deberían considerar sólo en un contexto criminal, como en pruebas forenses tradicionales (por ejemplo, armas, fluidos corporales, huellas), ni limitarse a pruebas, elementos o artefactos relacionados con incendios provocados, tales como contenedores o dispositivos incendiarios. La prueba potencial en el lugar del incendio y áreas circundantes incluyen la estructura física, los contenidos, los artefactos, y cualquier material inflamado o cualquier material en el que aparezcan marcas de incendio.

17.3.2 Marcas de Incendio como Pruebas Físicas. La utilización probatoria e interpretativa de las marcas de incendio puede ser valiosa en la identificación de una fuente potencial de ignición, como un dispositivo incendiario en un incendio provocado o un equipo eléctrico en un incendio accidental. Las marcas de incendio son los efectos físicos visibles o mensurables que permanecen después del fuego, incluyendo los efectos térmicos en los materiales como la carbonización, oxidación, consumo de combustibles, depósitos de humo y hollín, deformación, fundición, cambios de color, cambios en el carácter de los materiales, colapso estructural, y otros efectos. (*Ver Sección 6.3.*)

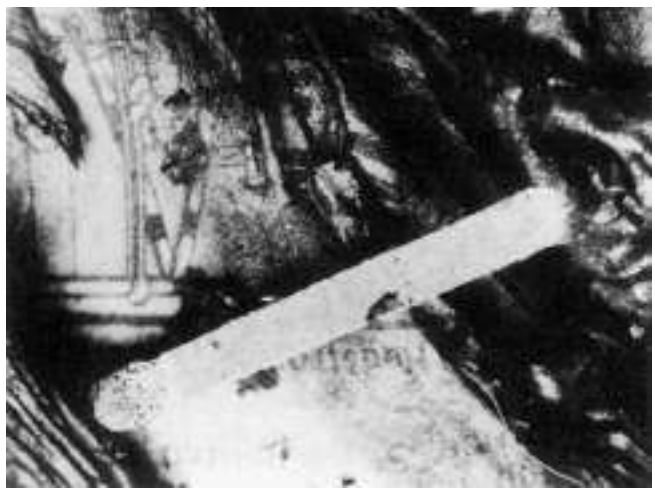


Figura 17.3.1 Prueba Física en el Lugar del Incendio

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

17.3.3 Pruebas de Artefactos. Los artefactos pueden ser los restos del material que primero se quemó, la fuente de ignición, u otros elementos o componentes de alguna manera relacionados con la ignición, desarrollo o propagación del incendio. También puede ser un elemento en el que estén presentes las marcas del incendio, en cuyo caso la preservación del artefacto no es del equipo en sí, sino por la marca de fuego que contiene.

17.3.4 Protección de las Pruebas.

17.3.4.1 Hay varios métodos que pueden utilizarse para proteger las pruebas contra la destrucción. Muchos métodos incluyen designar un bombero u oficial de policía como vigilante para evitar o limitar el acceso a un edificio, una sala o una zona; utilización de conos de tráfico o marcadores numéricos para identificar pruebas o zonas que garanticen análisis posteriores; cubrir la zona o prueba con lonas antes de la reparación; o aislar la sala o zona con cuerdas, cintas de precaución, o cintas de línea de policía. El investigador puede obtener ventajas supervisando las operaciones de reparación y salvamento.

17.3.4.2 Los elementos encontrados en el lugar de un incendio, como cajas o recipientes vacíos, pueden estar sobre un artefacto. Sin embargo, estos elementos puede que no identifiquen claramente el artefacto como prueba que los bomberos u otros deberían conservar en el lugar del incendio. Si la prueba no se identifica claramente, puede ser destruido o retirado del lugar del incendio.

17.3.4.3 Bandera, Bolsa, Etiqueta. A lo largo del proceso de examen de la escena de un incendio puede ser útil identificar, proteger y etiquetar objetos de interés u objetos que puedan ser considerados pruebas potenciales. Dicho trabajo de señalización puede servir para alertar a los investigadores acerca de dichos objetos de interés dando comienzo al proceso de documentación.

17.3.4.3.1 Bandera. La utilización de banderas de plástico de bajo coste para identificar objetos, o para proteger áreas de interés, puede ayudar a la investigación en curso. Las banderas sirven para alertar a otras personas en la zona de que no deben mover o alterar dichos elementos. Marcar los objetos de interés puede ser especialmente importante cuando se esté usando equipo pesado o cuando los asistentes no sean investigadores de incendios profesionales. Pueden usarse diferentes códigos de color para identificar objetos distintos, como pueden ser cables eléctricos o tuberías de gas. Los colores brillantes pueden utilizarse para identificar dichos objetos a la hora de tomar fotografías, especialmente fotografías de gran escala, utilizadas para mostrar la disposición general de las instalaciones. El uso de banderas comienza con la primera vuelta de reconocimiento del escenario del fuego, y continua mientras se realiza la reconstrucción de los elementos del área de origen del fuego.

17.3.4.3.2 Bolsa. Durante el examen de la escena del fuego es frecuente encontrar objetos cuyo valor como prueba es desconocido. El uso de bolsas puede ayudar en la preservación de dichos objetos. El objeto de interés debería ser documentado en el lugar en que fue encontrado, y después depositado en una bolsa de plástico (o cualquier otro contenedor apropiado) Esto puede ser de especial importancia en los casos en los que el objeto contenga piezas pequeñas o frágiles, que puedan ser alteradas con posterioridad durante el proceso normal de examen del escenario. En algunos casos los escombros situados cerca del objeto podrían ser depositados en contenedores aparte, para poder realizar después un examen más minucioso. El objeto puede dejarse en el lugar en el que fue encontrado en caso de ser necesitado como prueba, o para ayudar a otros investigadores que puedan volver a examinar la escena con posterioridad. En caso de que el objeto pueda ser necesitado como prueba con posterioridad, esté será conservado en el lugar en que fue encontrado y podrá ser recogido recurriendo los procesos de recogida de pruebas normales.

17.3.4.3.3 Etiquetas. A lo largo del proceso normal de examen del escenario de un fuego puede ser necesario mover objetos de su posición original. El investigador puede marcar dichos objetos, anotando información de importancia como puede ser su localización, orientación, y alteraciones sufridas. El proceso de marcado puede ser de ayuda con posterioridad a la hora de reconstruir el contenido del escenario del fuego, o para investigadores que realicen un examen con posterioridad, o en caso de que después el objeto sea recogido como evidencia.

17.3.5 Papel y Responsabilidades de Personal de Extinción de Incendios en la Conservación del Lugar del Incendio.

17.3.5.1 Generalmente, los bomberos y sus oficiales han sido instruidos durante el entrenamiento básico contra incendios de que tienen una responsabilidad sobre el lugar del incendio en relación a la investigación del suceso.

17.3.5.1.1 En muchos casos, se identifica esta responsabilidad si se encuentran indicadores de incendio provocado, como múltiples incendios, presencia de dispositivos o mechas incendiarias, y la presencia de líquidos inflamables en la zona de origen *(ver sección 24.2)*. Aunque este es un aspecto importante en sus responsabilidades relacionadas con la investigación de la causa del incendio, sólo es una parte pequeña.

17.3.5.1.2 El rápido control y extinción del incendio protege las pruebas. A menudo la capacidad para conservar el lugar del incendio es un elemento importante en la investigación. Incluso cuando los bomberos y sus oficiales no son responsables para determinar en ese momento el origen o causa del incendio, juegan un papel importante en la investigación por la preservación del lugar del incendio y las pruebas físicas.

17.3.5.2 Conservación. Una vez que se ha descubierto un artefacto u otras pruebas, se deben tomar acciones previas para conservar y proteger el elemento contra la pérdida, destrucción o desplazamiento. La persona que lo ha descubierto debería notificarlo al jefe del incidente tan pronto como sea posible. El jefe del incidente debería notificarlo al investigador del incendio u otras personas apropiadas o agencias con autoridad y responsabilidad en la documentación y recogida de la prueba.

17.3.5.3 Precaución en las Operaciones de Extinción de Incendios. Los equipos contra incendios deberían evitar causar daños innecesarios a las pruebas cuando utilicen mangueras de chorro recto, cuando rompan los techos o las ventanas, derriben las paredes o realicen tareas de desescombro y salvamento.

17.3.5.3.1 Utilización de Conducciones de Agua y Mangueras. Si es posible, los bomberos deberían utilizar con precaución la aplicación de chorro recto, especialmente en la base del fuego, porque puede ser la zona de origen. Muchas veces se puede encontrar la prueba de la fuente de ignición en la zona de origen. El uso de mangueras, especialmente aplicaciones de chorro recto,

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pueden desplazar, dañar, o destruir pruebas físicas que pudieran estar presentes.

(A) La utilización de mangueras de agua para operaciones de reparación, como baldeo, o apertura de paredes o techos, se debería restringir a zonas alejadas de posibles áreas de origen.

(B) La utilización del agua debería controlarse en las zonas donde el investigador podría desear mirar al suelo en busca de posibles marcas de fuego. Cuando se drena el agua acumulada del suelo, el agujero de drenaje se debería ubicar de modo que tuviera el menor efecto posible sobre el lugar y las marcas del incendio.

17.3.5.3.2 Desescombro.

(A) Es durante el desescombro cuando alguna prueba existente que no ha sido dañada por el incendio, es susceptible de ser destruida o desplazada. El desescombro excesivo del lugar del incendio antes de la documentación y análisis de las marcas del fuego puede afectar a la investigación, incluyendo la incapacidad para determinar la zona de origen.

(B) Aunque los bomberos tienen una responsabilidad en el control y extinción del incendio y luego vigilar que no se propague, también son responsables de la conservación de las pruebas. Estas dos responsabilidades pueden parecer en conflicto y, como resultado, la prueba normalmente es la afectada durante la búsqueda del incendio oculto. Sin embargo, si las operaciones de desescombro se desarrollan de manera sistemática, se puede cumplir con ambas responsabilidades satisfactoriamente.

17.3.5.3.3 Salvamento. El desplazamiento o retirada de artefactos del lugar del incendio puede dificultar la reconstrucción al investigador. Si el investigador no puede determinar la localización de la prueba antes del incendio, se pierde el valor analítico o interpretativo de la prueba. Mover, y especialmente retirar los contenidos y mobiliario u otras pruebas del lugar del incendio, debería evitarse antes que se termine la documentación, reconstrucción y análisis.

17.3.5.3.4 Desplazamiento de Tiradores e Interruptores. Los bomberos deben abstenerse de girar tiradores y operar interruptores de cualquier equipamiento, equipos eléctricos, o servicios públicos en el lugar del incendio. La posición de los componentes, como los tiradores y los interruptores, puede ser un elemento necesario en la investigación, especialmente en el desarrollo de escenarios o hipótesis de ignición del incendio. Estos componentes, que a menudo se hacen de plástico, pueden volverse muy frágiles al quedar expuestos al calor. Su movimiento puede alterar el estado original tras el incendio y causar la rotura del interruptor o hacerse imposible su recolocación en su posición original tras el incendio. (*Ver 26.5.3*.)

17.3.5.3.5 Utilización de Herramientas Automáticas. El acceso al lugar del incendio se debería limitar a aquellos que necesitan estar ahí. Esta precaución incluye limitar el personal de bomberos y otros equipos de rescate a los necesarios para la tarea en curso. Cuando sea posible, se debería posponer la actividad u operación hasta que se haya documento, protegido, evaluado y recogido la prueba.

17.3.5.3.6 Limitación del Acceso a Bomberos y Otro Personal de Emergencia. El acceso al lugar del incendio se debería limitar a aquellos que necesitan estar ahí. Esta precaución incluye limitar el personal de bomberos y otros equipos de rescate a los necesarios para la tarea en curso. Cuando sea posible, se debería posponer la actividad u operación hasta que se haya documento, protegido, evaluado y recogido la prueba.

17.3.6 Papel y Responsabilidades del Investigador del Incendio. Si los bomberos no han tomado los pasos preliminares para conservar o proteger el lugar del incendio, será el investigador quien deberá asumir esta responsabilidad y hacerlo. Después, dependiendo de la autoridad y responsabilidad individual, el investigador debería documentar, analizar y recoger la prueba.

17.3.7 Consideraciones Prácticas. Las precauciones mostradas en esta sección no se deben interpretar como exigencia de conservación infinita o insegura del lugar del incendio. Puede necesitarse la reparación o demolición del lugar del incendio por razones de seguridad u otras razones prácticas. Una vez que las partes implicadas han documentado el lugar y se han retirado las pruebas relevantes, no hay razón para continuar con la conservación del lugar del incendio. La decisión de cuándo se han tomado los pasos suficientes para permitir el reinicio normal de actividades, debería realizarse por parte de todas las partes interesadas conocidas en ese momento.

17.4 Contaminación de las Pruebas Físicas. La contaminación de las pruebas físicas se puede producir por utilizar métodos inadecuados de recogida, almacenaje o transporte. Igual que la mala conservación del lugar de un incendio, la contaminación de las pruebas físicas puede reducir su valor probatorio.

17.4.1 Contaminación de los Recipientes de las Pruebas.

17.4.1.1 A menudo, las pruebas físicas se contaminan por el uso de recipientes contaminados. Por tanto, el investigador de un incendio debería tomar todas las medidas razonables para que los recipientes nuevos y sin contaminar en los que se vayan a recoger las pruebas físicas, se guarden en un lugar alejado de otros recipientes usados o de zonas contaminadas.

17.4.1.2 Un método que puede contribuir a limitar posibles contaminaciones de los recipientes para la recogida de pruebas, como botes de acero pintados o frascos de cristal, es cerrarlos inmediatamente después de que se hayan recibido del fabricante. Estos recipientes deben permanecer cerrados durante su almacenaje y transporte hasta el lugar de los hechos. Un recipiente de este tipo sólo se debería abrir para guardar las pruebas en el momento de recogerlas y en ese momento volverlo a cerrar hasta su examen en el laboratorio.

17.4.2* Contaminación durante la recogida. La mayor parte de la contaminación de las pruebas físicas se produce durante su recogida. Esto es cierto sobre todo cuando se trata de pruebas de acelerantes líquidos y sólidos. Estos acelerantes pueden ser absorbidos por los guantes del investigador o pueden impregnar las herramientas e instrumentos de recogida.

17.4.2.1 Por tanto, evitar la contaminación de las pruebas físicas es crítico para el investigador del incendio. Para evitar la contaminación, el investigador debería llevar guantes de plástico desechables o ponerse en las manos bolsas de plástico cuando vaya a

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

recoger pruebas de acelerantes líquidos o sólidos. Para la recogida de nuevas pruebas de acelerantes, el investigador deberá ponerse siempre guantes o bolsas nuevas.

17.4.2.2 Un método alternativo para limitar la contaminación durante la recogida es utilizar como herramienta el propio recipiente. Por ejemplo, la tapa de una lata de metal se puede utilizar como pala para meter las muestras en la lata, eliminando así la posibilidad de contaminación por las manos, guantes o herramientas del investigador.

17.4.2.3 Del mismo modo, el investigador debería limpiar cualquier herramienta que utilice como escobas, palas o pinzas después de la recogida de cada prueba de acelerante líquido o sólido, para evitar la contaminación. El investigador debería tener el máximo cuidado para no utilizar limpiadores en seco o de cualquier otro tipo que puedan contener disolventes volátiles.

17.4.3 Contaminación por los Bomberos. La contaminación es posible cuando los bomberos están utilizando o reabasteciendo herramientas y equipamientos con combustibles, en una zona donde un investigador más tarde examina la presencia o ausencia de un líquido inflamable. Los bomberos deberían tomar las precauciones necesarias para asegurarse de que la posibilidad de contaminación se mantiene al mínimo, y si existe, se debería informar al investigador.

17.5 Métodos de Recogida.

17.5.1 General. La recogida de pruebas físicas forma parte integrante de una investigación de un incendio bien hecha.

17.5.1.1 El método de recogida de las pruebas físicas viene determinado por muchos factores, como:

(1) *Estado físico*: si las pruebas son sólidas, líquidas o gaseosas
(2) *Características físicas*: la forma, tamaño y peso de las pruebas
(3) *Fragilidad*: facilidad de ruptura, daño o alteración de la prueba
(4) *Volatilidad*: facilidad de evaporación de la prueba

17.5.1.2* Con independencia del método de recogida que emplee, el investigador debería guiarse por los estándares ASTM y las prácticas y procedimientos establecidos por el laboratorio que vaya a examinar o analizar las pruebas físicas.

17.5.2 Documentación de la Recogida de Pruebas Físicas.

17.5.2.1 Antes de trasladarlas, las pruebas físicas deben quedar perfectamente documentadas. Esta documentación se puede realizar mejor mediante notas, informes escritos, dibujos y diagramas con medidas exactas y fotografías. Los diagramas y las fotografías deben hacerse siempre antes de que las pruebas físicas se muevan o alteren. El investigador debería procurar hacer una lista de todas las pruebas desplazadas y de quién las ha desplazado.

17.5.2.2 El objetivo de dicha documentación es doble. Primero, la documentación debería ayudar al investigador del incendio a establecer el origen de las pruebas físicas, no sólo respecto de su posición en el momento de su descubrimiento, sino también de su estado y su relación con la investigación. En segundo lugar, la documentación puede ayudar también al investigador para establecer que las pruebas físicas no han sido contaminadas o alteradas. (*Ver 16.2.6.8.*)

17.5.3 Recogida de Pruebas Forenses Físicas Típicas. Las pruebas físicas típicas de los forenses, son entre otras, las huellas dactilares y de las manos, los líquidos corporales como la sangre y la saliva, los cabellos y fibras, las huellas de los pies, marcas de herramientas, restos de tierra y arena, madera y serrín, cristal, pinturas, metales, papeles escritos, documentos sospechosos y cualquier tipo de rastro de combustible. Aunque se puedan asociar normalmente a otros tipos de investigación, estas pruebas físicas pueden ser también parte de la investigación del incendio. Los métodos para la recogida de estas muestras forenses varían enormemente. Por tanto, el investigador del incendio debería consultar con el laboratorio forense que vaya a examinar o analizar las pruebas físicas.

17.5.4 Recogida de pruebas para el ensayo de acelerantes. Un acelerante es cualquier agente, generalmente un producto combustible u oxidante, a menudo un líquido inflamable, que se utiliza para iniciar o acelerar el crecimiento y la propagación de un fuego. Los acelerantes pueden encontrarse en cualquier fase: gaseosa, líquida o sólida. Las pruebas para los ensayos de acelerantes se deben recoger y analizar de acuerdo con la ASTM E 1387, *Standard Test Method for Flammable or Combustible Liquid Residues in Extracts from Samples of Fire Debris by Gas Chromatography (método normalizado de ensayo para residuos de líquidos inflamables o combustibles extraídos de muestras de restos de un incendio, mediante cromatografía de gases)* o la ASTM E 1618, *Standard Test Method for Ignitable Liquid Residues in Extracts from Fire Debris by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (método normalizado de ensayo para residuos de líquidos inflamables extraídos de muestras de restos de un incendio, mediante cromatografía de gases – Espectrometría de masa).*

17.5.4.1 Características de los Líquidos Acelerantes. Los acelerantes tienen características exclusivas relacionadas directamente con su recogida como pruebas físicas. Por ejemplo:

(1) Los acelerantes líquidos son fácilmente absorbidos por la mayoría de los componentes estructurales, acabados interiores y otros restos del incendio.
(2) En general, los acelerantes líquidos flotan en el agua (una excepción notable es el alcohol).
(3) Los acelerantes líquidos tienen una notable persistencia (supervivencia) cuando entran en contacto con materiales porosos.

17.5.4.2 Perros Adiestrados. Cuando se utiliza un perro adiestrado para detectar la posible prueba del uso de acelerantes, se debería permitir al domador decidir qué áreas del edificio o del lugar se debería examinar (si hay alguna). Antes de cualquier búsqueda, el domador debería evaluar cuidadosamente los riesgos de seguridad y salud en el lugar, tales como colapso, caída, materiales tóxicos, calor residual, y vapores, y debería ser el árbitro final para permitir que el perro entre en acción. Debería ser decisión del domador si debería rastrear todo el edificio o el lugar, incluso las zonas no involucradas en el incendio. El perro adiestrado puede ayudar con el examen de los residuos (sueltos o agrupados) retirados del lugar directo como un paso de cribado para confirmar si se han recuperado los residuos apropiados para el análisis del laboratorio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

17.5.4.3 Recogida de Muestras Líquidas para el Ensayo de Acelerantes Líquidos inflamables. Cuando se encuentre un posible acelerante líquido inflamable en su propio estado líquido, podrá recogerse fácilmente usando una gran variedad de métodos. Pero sea cual sea el método empleado, el investigador debería asegurarse de que la prueba no resulte contaminada. Si está fácilmente accesible, el líquido acelerante puede recogerse con una jeringa, cuentagotas, pipeta o dispositivo sifónico, todos ellos nuevos, o recogiéndose el propio recipiente en el que esté contenido. También se pueden utilizar para absorber el líquido bolas o bastoncitos de algodón estéril. Este método de recogida hace que el líquido acelerante quede absorbido en el algodón. Por tanto, las bolas o bastoncitos de algodón con el líquido absorbido se convierten en las pruebas físicas que se deben guardar y sellar en un contenedor hermético y enviar al laboratorio para su examen y ensayos.

17.5.4.4 Recogida de Pruebas Líquidas Absorbidas por Materias Sólidas. A menudo, la prueba de que existe un acelerante líquido sólo se puede encontrar en materias sólidas que han absorbido el acelerante, como tierra o arena. Este método de recogida supone únicamente la de esas materias sólidas que han absorbido el líquido. La recogida de las mismas se puede realizar directamente con el recipiente donde se vayan a guardar o cortándolas, serrándolas o raspándolas. Los bordes intactos, sin cerrar o serrados, los extremos, agujeros de clavos, grietas, nudos y otras zonas similares de la madera; la escayola, la piedra, el mortero o incluso el hormigón, son zonas especialmente buenas para buscar pruebas. Si el acelerante ha penetrado mucho en el sólido, se puede quitar toda una pieza de material y guardarla para su examen en el laboratorio. En algunas materias sólidas como la tierra o arena, el acelerante líquido puede estar profundamente absorbido. Por tanto, el investigador debería tomar muestras a la máxima profundidad. En situaciones en las que se sospeche que puede haber acelerantes líquidos absorbido en materiales porosos, como suelos de cemento, el investigador puede utilizar otras materias absorbentes como cal, tierra de diatomeas o harina que no fermente. Este método de recogida supone extender el absorbente sobre la superficie del suelo y dejarlo allí 20 o 30 minutos. Después se recoge en un recipiente limpio y hermético. El absorbente se separa luego en el laboratorio. El investigador debería tener cuidado y utilizar herramientas y recipientes limpios para la recogida, pues el absorbente se puede contaminar fácilmente. También debería guardar por separado una muestra del absorbente sin utilizar, como muestra para comparación.

17.5.4.5 Recogida de Muestras Sólidas para Ensayos de Acelerantes. Los acelerantes sólidos pueden ser materiales domésticos corrientes y productos químicos compuestos o peligrosos. Como algunos materiales incendiarios siguen siendo corrosivos o reaccionan, debería tener cuidado al guardarlos para que su naturaleza corrosiva no ataque al recipiente. Además debería manejar esos materiales con cuidado o hacer que los recojan personas especializadas, para mayor seguridad.

17.5.4.6* Muestras de comparación. A menudo es necesario recoger también muestras de comparación cuando se recogen pruebas físicas para su examen y prueba.

17.5.4.6.1 La recogida de muestras de comparación es especialmente importante en la recogida de materiales que se cree contienen acelerantes líquidos o sólidos. Por ejemplo, la muestra de comparación para pruebas físicas que consista en un pedazo de moqueta, que se cree contiene un líquido acelerante, será un fragmento de la misma moqueta que no contenga ningún líquido acelerante. Las muestras de comparación permiten que el laboratorio evalúe las posibles contribuciones al análisis de los productos volátiles de la pirolisis, y valorar las propiedades de inflamabilidad del combustible normal presente.

17.5.4.6.2 Cuando se recojan con el propósito de identificar la presencia de residuos de acelerantes, la muestra de comparación debería recogerse de zonas donde el investigador crea que éstas están libres de tales acelerantes, como debajo del mobiliario o en zonas que no se han visto involucradas en el incendio. Asumiendo que el ensayo de la muestra de comparación da negativo respecto de la presencia de acelerantes líquidos, cualquier acelerante líquido que se encuentre en la muestra sospechosa podrá presentarse como elemento o producto ajeno a la zona donde se tomó la muestra sospechosa.

17.5.4.6.3 Se asume que las muestras de comparación pueden no estar disponibles por la situación de la escena del fuego. También se asume que frecuentemente las muestras de comparación son innecesarias para una identificación fácil de residuos líquidos inflamables. Determinar si son necesarias las muestras de comparación, es tarea del analista del laboratorio, pero ya que normalmente es imposible que el investigador vuelva al lugar de los hechos para recoger muestras de comparación, se deberían recoger en el momento de la investigación inicial.

17.5.4.6.4 Si se sospecha la presencia de equipos eléctricos o mecánicos en la ignición del incendio, se puede identificar y recoger o comprar equipos ejemplo como muestra de comparación.

17.5.4.7* Perros Adiestrados. Los perros adecuadamente adiestrados y válidos para detección de líquidos inflamables han demostrado su habilidad para mejorar las investigaciones de incendio, ayudando en la localización y recogida de muestras para que el laboratorio analice la presencia de líquidos inflamables. La utilización adecuada de estos perros es ayudar en la localización y selección de muestras.

17.5.4.7.1 Para que se demuestre científicamente la presencia o ausencia de un líquido inflamable en una muestra, se debería analizar en un laboratorio según 17.5.3. Cualquier alerta del animal que no se confirme por el análisis del laboratorio, no se debería considerar validada.

17.5.4.7.2* La investigación ha demostrado que los perros han reaccionado o se han alarmado por productos de pirólisis no generados por un líquido inflamable, y que no siempre han reaccionado cuando previamente se sabía que había líquidos inflamables acelerantes. Si el investigador sospecha que hay indicadores de acelerantes, se deben tomar muestras incluso si el perro no los detecta.

17.5.4.7.3 Se considera al olfato canino capaz de detectar gasolina a concentraciones por debajo de las mencionadas normalmente por los métodos de laboratorio. Sin embargo, el límite de detección no es el único criterio ni el más importante para cualquier técnica forense. Específicamente, la capacidad para distinguir entre líquidos inflamables y materiales de fondo, es incluso más importante que la sensibilidad de detección de residuos líquidos inflamables. Al contrario de los perros detectores de explosivos o

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

drogas, estos perros se entrenan para detectar sustancias que son comunes en el ambiente normal diario. Las técnicas actuales de laboratorios forenses para detección de cantidades por debajo del microlitro no tienen gran valor probatorio, ya que son intrínsecas en el mundo mecanizado actual.

17.5.4.7.4* La investigación actual no indica qué compuestos o clases químicas concretas son la clave del "disparo" de la alarma en el perro. Las investigaciones revelan que la mayoría de los componentes contenidos en líquidos inflamables se pueden producir por la combustión de materiales sintéticos normales. Los laboratorios que utilizan las guías ASTM (*ver sección 17.10*) tienen estándares mínimos que definen esos compuestos químicos que deben estar presentes para hacer una determinación positiva. Las diversas variedades de los productos de pirólisis presentes en los lugares del incendio indican posibles razones para las alertas caninas no confirmadas. La capacidad discriminatoria de un perro para distinguir entre productos de pirólisis y líquidos inflamables es destacable pero no infalible.

17.5.4.7.5 El objetivo apropiado del uso de los perros adiestrados es ayudar en la selección de muestras que tienen una mayor probabilidad de confirmarse en el laboratorio que las seleccionadas sin su ayuda.

17.5.4.7.6 La detección de líquidos inflamables por parte de los perros se debería utilizar junto al resto de métodos de análisis e investigación descritos en esta guía, no en su lugar.

17.5.5 Recogida de Muestras Gaseosas. En la investigación de ciertos tipos de incendios y explosiones, sobre todo si se han visto implicados combustibles gaseosos, puede que sea necesario que el investigador del incendio tome muestras gaseosas. La recogida de muestras gaseosas se puede hacer por distintos métodos.

17.5.5.1 El primero supone el uso de dispositivos mecánicos de recogida que sean fáciles de encontrar en el mercado. Estos dispositivos simplemente extraen una muestra de la atmósfera y la guardan en una cámara o la absorben a través de un filtro de carbón o con material absorbente a base de polímeros, para su posterior análisis.

17.5.5.2 Otro método es la utilización de botes de muestra para evacuar el aire, que están especialmente diseñados para tomar muestras gaseosas.

17.5.6 Recogida de muestras de Equipos y Componentes Eléctricos. Antes de iniciar la recogida de cualquier equipo o componente eléctrico perteneciente al circuito del sistema de alimentación eléctrica, el investigador del incendio debería comprobar si están apagadas o desconectadas todas las tomas de corriente. Deberán seguirse todos los procedimientos de seguridad que se describen en el Capítulo 13. Los equipos y componentes eléctricos se deben recoger como pruebas físicas que ayuden al investigador a establecer si estaban o no relacionados con la causa del fuego.

17.5.6.1 Los componentes eléctricos que hayan resultado afectados por el fuego pueden haber quedado muy frágiles y por tanto se pueden estropear si no se manejan con cuidado. Los métodos y procedimientos de recogida deben conservar, en la medida de lo posible, el estado en que se encontraron las pruebas físicas. Antes de recoger cualquier componente eléctrico como prueba física, se debería documentar completamente, haciendo incluso fotos y diagramas. Los cables eléctricos se pueden cortar y quitar fácilmente. Este tipo de prueba puede consistir en un trozo pequeño, un extremo seriamente afectado o fundido o un trozo mucho más largo, por ejemplo una parte larga sin quemar en la que el aislante haya permanecido intacto. El investigador del incendio debería recoger un trozo de cable lo más largo posible para poder examinar el aislante que hubiera quedado. Antes de cortar los cables debería tomar fotos y después marcar con etiquetas los extremos del cable cortado y los que queden, para poder identificar:

(1) El mecanismo o aparato al que iba conectado el cable o de donde se ha cortado.
(2) El disyuntor o fusible o conexión a los que iba conectado el cable o de donde se ha cortado.
(3) El camino que recorría el cable desde el aparato hasta el protector del circuito.

17.5.6.2 Los cables eléctricos, cajetines, termostatos, relés, regletas de conexiones, cuadros de distribución y componentes similares se utilizan a menudo como pruebas físicas. Por tanto, se recomienda que estas pruebas se conserven intactas, en el mismo estado en que fueron recogidas.

17.5.6.3 Si fuera posible, se recomienda quitar los armarios o regletas en los que estaban instalados dichos equipos, sin alterar sus componentes internos. Por ejemplo, los cuadros de distribución se deben quitar enteros. Alternativamente se pueden quitar del cuadro algunos fusibles o disyuntores. Si fuera necesario quitar determinados componentes, el investigador debería tener cuidado de no manipularlos ni hacerlos funcionar y de anotar cuidadosamente su posición y función en el sistema eléctrico general.

17.5.6.4 Si el investigador no está familiarizado con los equipos eléctricos, debería pedir ayuda a alguien que los conozca antes de desmontarlos o probarlos en el lugar de los hechos, para evitar que se estropeen.

17.5.7 Recogida de Pequeños Equipos Eléctricos y Electrodomésticos. Cuando se crea que un pequeño electrodoméstico o cualquier otro equipo han formado parte de la declaración del incendio, se recomienda que el investigador lo examine o pruebe. Los electrodomésticos se pueden recoger como pruebas físicas que apoyen la opinión del investigador de que han podido o no ser causa del incendio. Este tipo de pruebas físicas puede ir desde grandes aparatos (hornos, calentadores de agua, estufas, lavadoras, secadoras) hasta los más pequeños (tostadores, cafeteras, radios, planchas o bombillas).

17.5.7.1 Cuando resulte posible, se debería recoger entero todo el aparato o equipo como prueba física, incluidos sus cables de alimentación eléctrica o líneas de entrada de combustible.

17.5.7.2 Si el tamaño o el mal estado del aparato o equipo hace que resulte impracticable retirarlo entero, se recomienda protegerlo donde está para su examen y ensayos. Sin embargo, algunas veces sólo se puede recoger un componente o subconjunto de un equipo o aparato como prueba física. En esos casos, el investigador del incendio debería procurar que el desmontaje, transporte y almacenaje de tal elemento como prueba, conserve a dicho elemento en el mismo estado en el que fue descubierto. (Ver12.3.5 sobre expoliación.)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

17.6 Recipientes para Pruebas.

17.6.1 General. Una vez recogida, la prueba física se debería colocar y guardar en un recipiente adecuado.

17.6.1.1 Como la recogida de la prueba en sí misma, la elección del recipiente contenedor de la prueba también depende del estado, características físicas, fragilidad y volatilidad de ésta. Los recipientes para pruebas deben conservar la integridad de las mismas y evitar cualquier cambio o contaminación. Las pruebas no deben embalarse directamente protegidas con materiales sueltos, tales como virutas de papel o similares, deberán estar primeramente embaladas en bolsas o contenedores adecuados de forma que se evite la pérdida de pequeños componentes. Posteriormente, los materiales sueltos de protección pueden introducirse en bolsas que sirvan para envolver o rodear el propio recipiente contenedor de la prueba

17.6.1.2. Estos recipientes pueden ser elementos corrientes como sobres, bolsas de papel o de plástico, frascos de cristal o botes de metal, o también estar específicamente diseñados para la recogida de distintos tipos de pruebas. La elección del recipiente adecuado debería estar orientada por los métodos y procedimientos del laboratorio que vaya a examinar las pruebas o el uso a que esté destinada la prueba.

17.6.2 Recipientes para la Recogida de Pruebas de Acelerantes Líquidos y Sólidos. Se recomienda que los recipientes utilizados para la recogida de pruebas de acelerantes, se limiten a estos cuatro tipos: latas metálicas, frascos de cristal, bolsas especiales para pruebas y bolsas corrientes de plástico para pruebas. El investigador del incendio debería evitar la evaporación y contaminación del acelerante. Por tanto, es importante que el recipiente utilizado esté totalmente hermético para evitar dicha evaporación o contaminación.

17.6.2.1 Latas Metálicas. El recipiente recomendado para la recogida de pruebas de acelerantes sólidos y líquidos es una lata metálica nueva y sin forrar, como se muestra en la figura 17.6.2.1. Estas latas sólo se deben llenar hasta los dos tercios, dejando un espacio para los posibles vapores que desprendan las pruebas.



Figura 17.6.2.1 Distintos Tipos de Latas Metálicas.

17.6.2.1.1 La ventaja de usar latas metálicas es que son muy corrientes, baratas, duraderas y que evitan la evaporación de los líquidos volátiles.

17.6.2.1.2 Las desventajas, sin embargo, incluyen la imposibilidad de ver la prueba sin abrir el contenedor, el espacio que requiere para ser almacenado, y la tendencia del contenedor a oxidarse cuando permanece almacenado por largos períodos de tiempo. En caso de que se utilicen latas de metal para almacenar a granel de líquidos volátiles, como puede ser la gasolina, las altas temperaturas de almacenaje [por encima de 40ºC(100F)] pueden producir la suficiente presión de vapor, para obligar a abrir la tapa de la lata y causar la pérdida de la muestra. Para dichas muestras, el uso de jarras de cristal puede ser más apropiado.

17.6.2.2 Frascos de Cristal. Para la recogida de pruebas de acelerantes líquidos y sólidos, también se pueden utilizar frascos de cristal. Es importante que las tapas de los frascos no estén forradas de partes pegadas ni tengan juntas de goma, sobre todo si se van a usar para recoger líquidos. A menudo esos pegamentos contienen disolventes que pueden contaminar la muestra y las juntas de goma se pueden reblandecer o incluso disolver por la presencia de acelerantes líquidos o sus vapores, produciendo fugas o la pérdida de la muestra. Estos frascos sólo se deben llenar hasta los dos tercios, dejando un espacio para los posibles vapores que desprendan las pruebas, que se deberán examinar y analizar.

17.6.2.2.1 La ventaja de usar frascos de cristal es que son muy corrientes, baratos y permiten ver la prueba sin abrirlos, evitan la evaporación de líquidos volátiles y no se deterioran aunque se guarden mucho tiempo.

17.6.2.2.2 Sin embargo también tienen inconvenientes, como que se rompen fácilmente y a veces no son suficientes para recoger grandes cantidades de pruebas.

17.6.2.3 Bolsas especiales para pruebas. También se puede usar para la recogida de pruebas bolsas especiales diseñadas específicamente para recoger pruebas de acelerantes líquidos y sólidos. Estas bolsas, a diferencia de las bolsas corrientes de plástico, no contienen productos químicos que puedan causar resultados erróneos durante los ensayos en el laboratorio de las pruebas físicas contenidas en las mismas.

17.6.2.3.1 Las ventajas de usar estas bolsas especiales es que existen en gran variedad de formas y tamaños, son baratas, permiten ver las pruebas sin abrir la bolsa, son fáciles de guardar y evitan la evaporación de los líquidos volátiles.

17.6.2.3.2 Sus principales inconvenientes son que se pueden romper fácilmente, produciendo la contaminación de las pruebas físicas que contienen, y que a veces no cierran bien.

17.6.2.4 Bolsas Corrientes de Plástico. Las bolsas corrientes de plástico (polietileno) se pueden usar también para la recogida de pruebas de acelerantes sólidos y líquidos, pero pueden ser permeables y permitir pérdidas y contaminación.

17.6.2.4.1 Las ventajas de usar bolsas corrientes de plástico son que hay muchas, de muchas formas y tamaños, son baratas, permiten ver la prueba sin abrir la bolsa y son fáciles de guardar.

17.6.2.4.2 Pero sin embargo son muy susceptibles de rotura y penetración, lo que puede producir la contaminación de las pruebas

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



Figura 17.7.1 Marcado del recipiente de pruebas.

que contienen, y no permiten conservar líquidos como hidrocarburos y alcoholes, perdiéndose la muestra, resultando difícil de identificar o contaminada con las de otros recipientes que haya en la misma caja.

17.7 Identificación de las Pruebas Físicas. Todas las pruebas se deben marcar o etiquetar en el momento de su recogida, para su identificación, como se requiere en ASTM E 1188, S*tandard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator*, y ASTM E 1459, *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation*.

17.7.1 La identificación consiste en el nombre del investigador que ha recogido la prueba física, la fecha y hora de la recogida, un nombre o número de identificación, el número y designación del siniestro, descripción de la prueba física y del lugar donde fue recogida. Esto se puede hacer directamente en el recipiente o en una etiqueta que después se pegue o se ate al mismo (ver figura 17.7.1).

17.7.2 El investigador del incendio debería tener cuidado para que esa etiqueta no se rompa, pierda, quite o altere con facilidad. También debería tener cuidado de dónde coloca la etiqueta, sobre todo si es abrasiva, para que no impida los posteriores exámenes o ensayos de las pruebas en el laboratorio.

17.7.3 Listado de Pruebas. El investigador debería preparar y mantener una lista completa y detallada de todas las evidencias físicas recogidas. Dicha lista debería identificar las pruebas de acuerdo a cada caso particular, pruebas individuales/ número o letra del objeto, lugar de recogida del objeto, y una breve descripción del objeto. La lista de pruebas debería actualizarse cada vez que se descubre y recoge una nueva prueba., o en caso de que una prueba sea dividida en sub pruebas a lo largo del proceso de examen o ensayo. También puede consultarse *ASTM E860, Standard Practice for Examining and Preparing Items That Are or May Become Involved in Civil or Criminal Litigation; ASTM E1188, Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator; ASTM E1459, Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation; and ASTM E1492, Standard Practice for Receiving, Documenting, Storing, and Retrieving Evidence in a Forensic Science Laboratory.*

17.8 Transporte y Almacenaje de las Pruebas Físicas. El transporte de las pruebas físicas al laboratorio o centro de ensayos se puede hacer personalmente o a través de terceros.

17.8.1 Entrega Personal. Siempre que sea posible, se recomienda que el investigador entregue personalmente las pruebas físicas para su examen y ensayos. Este método reduce al mínimo la posibilidad de que las pruebas se estropeen, se pierdan o las roben.

17.8.1.1 Durante la entrega, el investigador debería tomar todas las precauciones para conservar la integridad de las pruebas físicas. Se recomienda que las pruebas permanezcan bajo la posesión y control del investigador hasta la llegada y transmisión de su custodia al laboratorio o centro de ensayos.

17.8.1.2 El investigador del incendio debería definir por escrito el alcance del examen o ensayos que solicita. En la solicitud debería constar el nombre, dirección y número de teléfono del investigador; una lista detallada de las pruebas que presenta para su examen y ensayos y cualquier otra información necesaria, según la naturaleza y alcance de los exámenes y ensayos que solicite. En esta solicitud pueden constar también los hechos y circunstancias del siniestro en el que se han recogido las pruebas.

17.8.2 Transporte por Terceros.

17.8.2.1 Generalidades. A veces puede ser necesario enviar las pruebas físicas a un laboratorio o centro de ensayos para su examen y análisis. En tal caso, el investigador debería tomar todas las precauciones posibles para conservar la integridad de las pruebas.

17.8.2.1.1 Para enviar las pruebas, el investigador debería utilizar un contenedor de tamaño suficiente para que quepan todos los demás recipientes en los que haya pruebas del mismo caso. Nunca se deben enviar al laboratorio en la misma caja pruebas de distintos casos.

17.8.2.1.2 Dentro del contenedor, cada recipiente irá perfectamente cerrado. En un sobre cerrado unido al contenedor se debería meter una «carta de envío», que es una petición por escrito al laboratorio para que examine y haga ensayos con las pruebas y en la que debería constar el nombre, dirección y número de teléfono del investigador; una lista detallada de las pruebas que presenta para su examen y ensayos y cualquier otra información necesaria, según la naturaleza y alcance de los exámenes y ensayos que solicite. En esta solicitud pueden constar también los hechos y circunstancias del siniestro en el que se han recogido las pruebas. La carta de envío también puede incluir los hechos y circunstancias del suceso productor de la prueba.

17.8.2.1.3 El paquete cerrado se debería enviar por correo certificado o por mensajero. No obstante, el investigador debería pedir siempre un recibo y una confirmación firmada de la recepción del paquete.

17.8.2.2 Envío de Pruebas Eléctricas. Además de los procedimientos descritos en la sección 17.8.2, el investigador debería tener en cuenta que algunos componentes eléctricos con partes sensibles electromecánicas, no se deben enviar. Por ejemplo, ciertos disyuntores, relés o termostatos. El investigador debería consultar con el personal del laboratorio o centro de ensayos para que le indique cómo debería enviar esas pruebas.

17.8.2.3 Envío de Materiales Volátiles o Peligrosos. El investigador debería tomar las máximas precauciones al enviar materiales volátiles

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

o peligrosos. Debería procurar que tales envíos se hagan de acuerdo con las leyes federales, estatales y locales aplicables. Cuando maneje pruebas volátiles, es importante que las proteja de temperaturas extremas. La congelación o calentamiento de las pruebas volátiles puede afectar a los resultados de los ensayos en el laboratorio. En general, cuanto menor sea la temperatura a la que se almacenan las pruebas, mejor se conservarán las muestras volátiles, pero siempre que no lleguen a congelarse.

17.8.3 Almacenado de las pruebas. Las pruebas físicas se deben mantener en el mejor estado posible hasta que ya no se necesiten. Se debe evitar siempre su pérdida, contaminación y degradación. Las principales fuentes de degradación de la mayoría de las pruebas son el calor, la luz del sol y la humedad. Hay que guardar las pruebas preferentemente en un lugar seco, oscuro, y mejor es que sea un lugar frío. La apertura de bolsas selladas conteniendo pruebas, sin el propósito de un inmediato ensayo de acelerantes, permitirá la evaporación de la humedad, es mejor guardarlas en dispositivos metálicos, previniéndose el enmohecimiento de elementos orgánicos, tales como trapos húmedos. Si existen pruebas volátiles, se recomienda encarecidamente refrigerarlas. Si se han recogido muestras para analizar los restos del incendio, se pueden congelar pues así se evita la contaminación microbiana y su degradación biológica. Sin embargo, la congelación puede alterar el punto de inflamación y otras propiedades físicas y puede hacer que estallen los recipientes llenos de agua.

17.9 Cadena de Custodia de las Pruebas Físicas.

17.9.1 El valor de las pruebas físicas depende totalmente de los esfuerzos que haga el investigador del incendio por mantener la seguridad e integridad de esas pruebas desde el momento de su descubrimiento y recogida inicial hasta su examen y ensayos. En todo momento después de la recogida, las pruebas físicas se deben guardar en un lugar seguro especial para ello. El acceso a ese lugar debería limitarse a fin de que en la cadena de custodia de las pruebas participen las menos personas posible. Siempre que se pueda, el lugar donde se almacenen las pruebas deberá estar bajo el control exclusivo del investigador del incendio.

17.9.2 Si es necesario pasar la cadena de custodia de una persona a otra, se debería hacer mediante un documento que firme la persona que recibe las pruebas. En la figura 17.9.2 se recoge un ejemplo de impreso de este tipo.

17.10 Examen y Ensayos de las Pruebas Físicas. Una vez recogidas, las pruebas físicas se suelen examinar y analizar en un laboratorio u otro centro de ensayos. Las pruebas físicas se examinan y ensayan para determinar su composición química, establecer sus propiedades físicas, establecer si cumplen o no determinados requisitos legales; establecer si funcionaban, no funcionaban o funcionaban mal; para determinar su suficiencia o deficiencias de diseño u otras cuestiones que puedan proporcionar al investigador del incendio la ocasión de entender y establecer el origen del mismo, su causa específica, los factores que han contribuido a su propagación o las responsabilidades. El investigador debería consultar con el laboratorio o centro de ensayos para saber qué servicios concretos ofrecen y qué limitaciones tienen.

17.10.1 Recopilación de evidencias o inspecciones que incluyen alteraciones sin cambios en el valor probatorio de los objetos.

17.10.1.1 Con frecuencia, para realizar una recogida y examen eficaces de objetos se requiere hacer ciertas alteraciones



Informe de búsqueda de pruebas en la escena del crimen

Nombre del sujeto _____

Daño _____

Fecha del incidente _____ Hora _____ a.m. p.m.

Oficial de búsqueda _____

Descripción de la prueba _____

_____

Localización _____

_____

Cadena de posesión

Recibido de _____

Por _____

Fecha _____ Hora _____ a.m. p.m.

Recibido de _____

Por _____

Fecha _____ Hora _____ a.m. p.m.

Recibido de _____

Por _____

Fecha _____ Hora _____ a.m. p.m.

Recibido de _____

Por _____

Fecha _____ Hora _____ a.m. p.m.

Figura 17.9.2 Impreso para la Cadena de Custodia de Pruebas.

en ellos, sin los cuales la prueba no se puede preservar, examinar o evaluar de forma adecuada.

17.10.1.2 Estas inspecciones incluyen normalmente, fotografiado, inspección por rayos X y realización de esquemas; medición de tamaño, peso o densidad de los objetos (p.e. profundidad de carbonización o de calcinación); y ensayos de propiedades tales como resistencia eléctrica, continuidad y ferromagnetismo (tipo de metal).

17.10.1.3 En muchas ocasiones, para efectuar una recogida apropiada, una inspección o el examen de una prueba, es preciso retirar o alterar primero partes no representativas o restos de desechos adheridos a ella, que nos permitirá tener acceso a información valiosa. Este proceso no cambia el valor probatorio de la muestra.

17.10.1.4 Los procedimientos comunes incluyen la apertura o retirada de la cubierta de un artefacto, su carcasa exterior, o la puerta; el corte o limpieza del material carbonizado o fundido o la retirada de escombros que se obstruyen el acceso a un área o información de interés, o el corte de cables eléctricos o tuberías para un examen más eficaz, recogida de pruebas o realización de ensayos. [ver Figura 17.10.1.4(a) a Figura 17.10.1.4(c)]. Estos procedimientos, aun alterando partes de las pruebas, no afectan al valor probatorio de ellas.

17.10.1.5 Por ejemplo, las Figuras 17.10.1.4(b) y 17.10.1.4(c) muestran una porción de los restos de un suelo de la escena de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

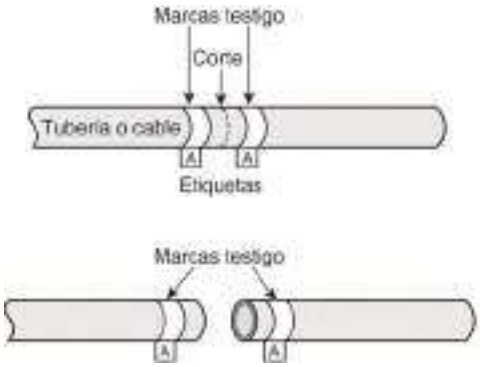


FIGURA 17.10.1.4(a) Método de corte y marcado de cables, conductores eléctricos y tuberías intrusivo y no destructivo de forma que se puedan documentar las relaciones entre los extremos

un incendio, que no podría ser radiografiado sin retirarlo de una zona de mayor tamaño. Para retirar la muestra fue necesario cortar 4 cables eléctricos y etiquetar sus extremos.

17.10.1.6 Examen y Ensayos de las Pruebas en el Laboratorio. Los laboratorios realizan una gran variedad de ensayos normalizados, según sean las pruebas físicas suministradas y los casos o hipótesis que se quieran evaluar o examinar. Estos ensayos se deben realizar mediante procedimientos establecidos por alguna institución reconocida. De este modo se asegura que los resultados son válidos y que podrán compararse con los de otros laboratorios o centros de ensayos.

17.10.1.6.1 Hay que tener en cuenta que los resultados de muchos exámenes y ensayos de laboratorio se verán afectados por muy diversos factores, como la capacidad del personal que realiza o interpreta los análisis, la capacidad de los aparatos de ensayos,

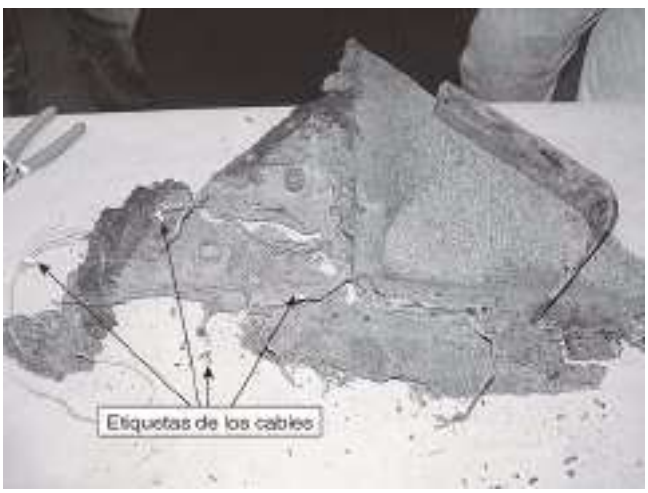


FIGURA 17.10.1.4(b) Muestra de alfombra parcialmente fundida con cables incrustados cortados y etiquetados (ver etiquetas de los cables), y otras pruebas ocultas por material fundido y re-solidificado de la alfombra.

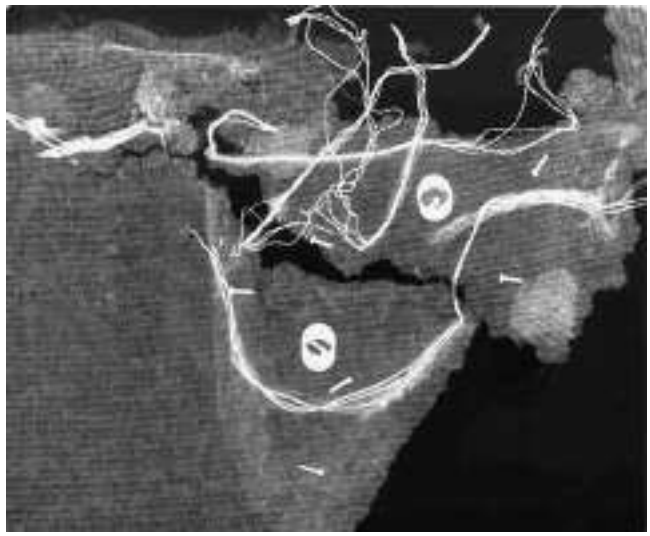


FIGURA 17.10.1.4(c) Imagen de rayos X de la alfombra parcialmente fundida de la figura 16.10.1.4(b), mostrando tornillos y cables eléctricos ocultos.

el estado o mantenimiento de cada aparato concreto, la suficiencia del protocolo de ensayos y la calidad de la muestra o prueba que se analiza. El investigador debería tener en cuenta todos estos factores cuando interprete los resultados del laboratorio.

17.10.1.6.2 En caso de que se determine que un ensayo pueda alterar la evidencia, todas las partes interesadas deberían ser informadas antes de realizar dicho ensayo, dándoles la oportunidad de presentar objeciones o personarse durante la realización de la prueba. Puede encontrarse una guía acerca de cómo realizar notificaciones en *ASTM E860, Standard Practice for Examining and Preparing Items That Are or May Become Involved in Criminal or Civil Litigation*.

17.10.1.6.3 Aunque lo recomendado es utilizar ensayos estándar, no siempre existe un ensayo previamente desarrollado que permita evaluar algunas situaciones. En este caso, el investigador puede verse obligado a desarrollar "ensayos específicos". Cuando esto ocurre, han de llevarse a cabo siguiendo los criterios científicos usados en los ensayos experimentales. Cada paso ha de ser documentado, de forma que otro investigador pueda reproducir el experimento y obtener los mismos resultados, dentro de unos márgenes de error aceptables. Los test específicos diseñador para evaluar algo desconocido han de realizarse cambiando una variable cada vez. El cambio de más de una variable puede que no permita determinar la causa o el efecto. Hay que incluir muestras que puedan servir de base para una comprobación. Los pasos clave del experimento han de filmarse o fotografiarse. El diseño y los resultados de un ensayo específico pueden ayudar al investigador a alcanzar una conclusión científica válida.

17.10.2 Métodos de Ensayo. A continuación se recoge una lista de determinados métodos analíticos y ensayos que se pueden utilizar en la investigación de un incendio. Cuando se encarguen estos ensayos a un laboratorio, el investigador del incendio debería tener en cuenta la calidad de los resultados que puede esperar.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

17.10.2.1 Cromatografía de Gases (CG). Este método de ensayo separa las mezclas en sus distintos componentes y después ofrece una representación gráfica de cada uno y su cantidad relativa. El método es muy útil para mezclas de gases o líquidos que se puedan evaporar sin descomponerse. La CG suele ser un ensayo preliminar que puede revelar la necesidad de otros ensayos para identificar más específicamente los componentes. En la mayoría de los acelerantes derivados del petróleo, este método ofrece una determinación adecuada si se hace debidamente. La metodología está recogida en la ASTM E 1387, *Standard Test Method for Flammable or Combustible Liquid Residuos in Extractsfrom Samples of Fire Debris by Gas Chromatography (método normalizado de ensayos de residuos de líquidos inflamables o combustibles extraídos de muestras de restos de un incendio mediante cromatografía de gases).*

17.10.2.2 Espectrometría de Masas (EM). Este método de ensayo se utiliza normalmente junto con la cromatografía de gases y sirve para analizar más a fondo los componentes identificados durante el ensayo cromatográfico. La metodología de CG/EM están recogidas en la ASTM E 1618, *Standard Test Method for Ignitable Liquid Residues in Extracts from Fire Debris by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (método normalizado de ensayos de residuos de líquidos inflamables extraídos de muestras de restos mediante cromatografía de gases – espectrometría de masas).*

17.10.2.3 Espectrometría por Rayos Infrarrojos (EIR). Este método de ensayo permite identificar determinados productos químicos según su capacidad de absorción de rayos infrarrojos en determinadas longitudes de onda.

17.10.2.4 Absorción Atómica (A). Este método de ensayo identifica los componentes de las sustancias no volátiles como metales, cerámicas o tierras.

17.10.2.5 Fluorescencia a los Rayos X. Este ensayo analiza los elementos metálicos evaluando su respuesta a los rayos X.

17.10.2.6 Punto de Inflamación Mediante Vaso Cerrado Tag (ASTM D56). Este método de ensayo (ASTM D 56, *Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester*), sirve para determinar el punto de inflamación de los líquidos de baja viscosidad y punto de inflamación inferior a 93°C (200 °F). Para el asfalto y los líquidos que tienden a formar durante los ensayos una capa superficial, así como los materiales que contienen sólidos en suspensión, se utiliza el ensayo en vaso cerrado de Pensky-Martens (*ver 17.10.2.8*.)

17.10.2.7 Determinación de los Puntos de Inflamación e Ignición Mediante el Vaso Abierto de tipo Cleveland (ASTM D92). Este método de ensayo (ASTM D 92, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup*), sirve para la determinación de los puntos de inflamación e ignición de todos los productos petrolíferos, excepto los aceites y aquellos cuyo punto de inflamación en copa abierta es inferior a 79°C (175°F).

17.10.2.8 Determinación del Punto de Inflamación Mediante Vaso Cerrado de Pensky-Martens (ASTM D93). Este método de ensayo (ASTM D 93, *Standard Test Method for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester),* sirve para determinar el punto de inflamación mediante ensayo en vaso cerrado de Pensky-Martens de los aceites combustibles y lubricantes, líquidos con sólidos en suspensión, líquidos que tienden a formar una capa superficial en condiciones de ensayo, y otros líquidos.

17.10.2.9 Determinación del Punto de Inflamación y de Ignición de Líquidos Mediante Vaso Abierto Tag (ASTM D1310). Este método de ensayo (ASTM D 1310, *Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus*), sirve para determinar mediante vaso abierto de Tag el punto de inflamación y de ignición de líquidos cuyos respectivos puntos se hallan entre -18 y 163°C (0ºF y 325°F) y más de 163°C (325°F), respectivamente.

17.10.2.10 Determinación del Punto de Inflamación Mediante Vaso Cerrado Setaflash (ASTM D3828). Estos métodos de ensayo (ASTM D 3828, *Standard Test Methods for Flash Point by Small Scale Closed Tester*), se refieren a la determinación del punto de inflamación mediante ensayo en vaso cerrado de tipo Setaflash, para lo que se necesitan en general muestras en menor cantidad.

17.10.2.11 Temperatura de Autoignición de Productos Químicos Líquidos (ASTM E659). Este método de ensayo (ASTM E 659, *Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals*), sirve para determinar la temperatura de autoignición a la llama caliente y fría de un producto químico líquido a presión atmosférica y en un recipiente uniformemente calentado.

17.10.2.12 Calor de Combustión de los Hidrocarburos Mediante Bomba Calorimétrica (método de alta precisión) (ASTM D2382). Este método de ensayo (ASTM D 2382, S*tandard Test Method for Heat of Combustion of Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (High Precision Method))*, sirve para determinar el calor de combustión de los hidrocarburos combustibles. Está diseñado específicamente para aplicarlo a combustibles de aviación cuando la diferencia permisible entre los distintos ensayos es del 0,1%. Se puede utilizar a una amplia gama de materias volátiles y no volátiles, siempre que se permitan tolerancias algo mayores.

17.10.2.13 Carácter Inflamable de los productos textiles. Esta metodología de ensayo, extraída de ASTM D1230, Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles, incluye la evaluación de la inflamabilidad de las telas tal y como llegan al consumidor con excepción de los pijamas para niños y la ropa protectora. Este método de ensayo es la norma consensuada equivalente al método de ensayo incluido en la norma, 16 CFR 1610, *Standard for the Flammability of Clothing Textiles, United States Consumer Product Safety Commission,* 2008, requerido para todas las telas.

17.10.2.14 Resistencia a la Ignición por un cigarro del mobiliario tapizado. Esta metodología de ensayo, extraída de ASTM *E1352, Standard Test Method for Cigarette Ignition Resistance of Mock-up Upholstered Furniture Assemblies,* prentede abarcar las evaluaciones de la resistencia a la combustión del mobiliario tapizado después de su exposición a cigarros encendidos bajo condiciones específicas. La metodología de prueba es técnicamente equivalente a la expuesta en NFPA 261, *Standard Method of Test for Determining Resistance of Mock-Up Upholstered Furniture Material Assemblies to Ignition by Smoldering Cigarettes.* Téngase en cuenta que los "cigarrillos" comerciales usados en el ensayo son que se han diseñado como "cigarrillos de combustión lenta" para ser vendidos en los EE.UU.

17.10.2.15 Resistencia a la ignición por cigarros de componentes de mobiliario tapizado. Esta metodología de prueba, extraída de ASTM E1353, *Standard Test Methods for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture,* trata de evaluar la resistencia a la ignición de los componentes del mobiliario tapizado

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

al ser expuestos a un cigarro encendido bajo condiciones específicas. Esta metodología de prueba es técnicamente equivalente a la expuesta en NFPA 260, *Standard Methods of Tests and Classification System for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture*. Téngase en cuenta que los "cigarrillos" comerciales usados en el ensayo son que se han diseñado como "cigarrillos de combustión lenta" para ser vendidos en los EE.UU.

17.10.2.16 Inflamabilidad de materiales textiles para revestimiento de suelo colocados. Esta metodología de prueba, extraída de ASTM D2859, *Standard Test Method for Flammability of Finished Textile Floor Covering Materials,* trata de determinar el carácter inflamable de los materiales para solados al ser expuestos a una fuente de ignición bajo condiciones de laboratorio controladas. Se aplica a todo de tipo textiles usados para cubrir suelos, sin importar el método de fabricación usado o si se han usado fibras naturales para su creación o fibras artificiales. Aunque esta metodología de prueba puede realizarse también sobre materiales aun no terminados, dicha prueba no se considera óptima para la evaluación de materiales textiles de revestimiento de suelos para venta al usuario final. Las moquetas y alfombras vendidas en los EE.UU. deben cumplir con los requisitos de esta prueba, también conocida como 16 CFR 1630, la cual ha regulado los test de inflamabilidad desde la década de los 70.

17.10.2.17 Inflamabilidad de los Aerosoles (ASTM D 3065). Este método de ensayo (ASTM D 3065, *Standard Test Methods for Flammability of Aerosol Products)*, sirve para determinar los riesgos de inflamación de los aerosoles.

17.10.2.18 Características de Combustión Superficial de los Materiales de Construcción (ASTM E 84). Este método de ensayo (ASTM E 84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials)*, del comportamiento comparado de la combustión superficial de los materiales de construcción, se aplica a las superficies expuestas como techos o paredes, siempre que el material o conjunto de materiales, por su propia naturaleza estructural o el modo en que se ensaya o en que está previsto utilizarlo, sea capaz de mantenerlo en su posición o soportarlo durante la duración del ensayo. El ensayo se realiza con el material en posición horizontal (de techo) y no se recomienda para usar con plásticos celulares.

17.10.2.19 Ensayos de Resistencia al Fuego de Recubrimientos de Tejados (ASTM E 108). Este método de ensayo (ASTM E 108, *Standard Test Method for Fire Tests of Roof Coverings)*, mide la resistencia relativa al fuego de recubrimientos de tejados en un incendio simulado que se produce fuera del edificio. Se aplica a las cubiertas previstas para instalar sobre soportes combustibles o no combustibles, tal como se van a utilizar.

17.10.2.20 Flujo de Radiación Crítico o Sistemas de Revestimiento de Suelos con una Fuente Calorífica de Energía Radiante (ASTM E 648). Este método de ensayo (ASTM E 648, *Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source),* describe un procedimiento para medir el flujo de radiación crítico de sistemas de revestimiento de suelos montados horizontalmente y expuestos a una fuente de ignición con llama en un entorno en el que aumenta la energía calorífica (en la cámara de ensayos). La muestra se puede montar sobre una capa inferior, sobre un suelo estructural de hormigón simulado, pegar a un suelo estructural simulado o de otro modo que resulte representativo.

17.10.2.21 Ensayos de fuego en una habitación. Esta guía, ASTM E603, *Standard Guide for Room Fire Experiments,* cubre ensayos de fuego realizados escala real, diseñados para evaluar las características de materiales, productos o sistemas bajo condiciones de fuego reales. Está pensada para servir de guía para el diseño de experimentos y el análisis de sus resultados. La ASTM E603 puede ser utilizada como guía para establecer condiciones de laboratorio que simulen las circunstancias de un incendio hasta alcanzar el máximo tamaño posible. Otro estándar similar sería el ASTM E2067, *Standard Practice for Full-Scale Oxygen Consumption Calorimetry Fire Tests,* el cual explica con detalle la manera de realizar pruebas de fuego a escala real, en los cuales la liberación de calor se mide por el principio de calorimetría por consumo de oxígeno.

17.10.2.22 Concentraciones Límites de Inflamabilidad de Productos Químicos (ASTM E 681). Este método de ensayo (ASTM E 681, *Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals)*, sirve para determinar las concentraciones límites superior e inferior de inflamabilidad de productos químicos con suficiente presión de vapor para formar mezclas inflamables en el aire a presión de una atmósfera a la temperatura del ensayo. Se puede utilizar para determinar esos límites en presencia de gases inertes diluidos. No se debería utilizar un comburente más fuerte que el aire.

17.10.2.23 Medida de los Gases Presentes o Generados Durante un Incendio (ASTM E 800). Esta norma (ASTM E 800, *Standard Guide for Measurement of Gases Present or Generated During Fires*), describe métodos de análisis para la medida del monóxido de carbono, dióxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno óxidos de azufre, sulfuro de carbonilo, haluros de hidrógeno, ácido cianhídrico, aldehídos en hidrocarburos junto con consideraciones sobre las muestras. Muchos de estos gases pueden encontrarse en el lugar de un incendio. Se describen técnicas de análisis para cada especie gaseosa junto con sus ventajas y desventajas. La aplicación de uno u otro método viene determinada a menudo por el entorno del ensayo, las limitaciones de las muestras, los fines del análisis y la precisión deseada.

17.10.2.24 Cantidad de Calor y Humo Visible Liberado por Distintos Materiales y Productos (ASTM E 906). Este método de ensayo (ASTM E 906, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products)*, se puede usar para determinar la cantidad de calor y humo visible liberado por determinados materiales y productos expuestos a distintos niveles de radiación de calor, mediante los aparatos de ensayo configuraciones de las muestras y procedimientos descritos en el mismo. (ASTM E 906).

17.10.2.25 Aumento de Presión y Velocidad de Aumento de Presión de los Polvos Combustibles (ASTM E 1226). Este método de ensayo (ASTM E 1226, *Test Method for Pressure and Rate of Pressure Rise for Combustible Dusts)*, se puede aplicar para medir los límites de explosividad, facilidad de ignición y presión de explosión de polvos y gases.

17.10.2.26 Tasas de Liberación de calor y humo visible para Materiales y Productos Usando un Calorímetro de Cosumo de Oxígeno. Esta metodología de prueba, extraída de ASTM *E1354, Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption Calorimeter,* es un instrumento de laboratorio a escala para medir las tasas de libe-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ración de calor, la inflamabilidad por radiación, la producción de humo, la tasa de pérdida de peso, y los productos de combustión (incluyendo gases tales como el monóxido y el dióxido de carbono), de los materiales que arden.

17.10.2.27 Propiedades de Ignición de los Plásticos (ASTM D 1929). Este método de ensayo (ASTM D 1929, *Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics)*, sirve para determinar en el laboratorio las temperaturas de autoignición e ignición repentina de los plásticos, mediante un horno de aire caliente.

17.10.2.28 Tensión Soportada por un Dieléctrico (Mil-Std–202F Method 301). Este método de ensayo (Mil-Std-202F, *Test Method for Electronic and Electrical Components*), también llamado de alto potencial, sobrepotencial, rotura de potencial o resistencia dieléctrica, consiste en la aplicación de una tensión superior a la nominal durante un tiempo determinado entre dos componentes aislados o entre componentes aislados y tierra.

17.10.2.29 Resistencia del Aislamiento (Mil-Std–202F Method 302). Este método de ensayo (Mil-Std-202F, T*est Method for Electronic and Electrical Components)*, mide la resistencia que ofrece un aislamiento de un componente eléctrico a una tensión directa aplicada para producir una corriente de fuga a través de o sobre la superficie de dicho componente.

17.10.3 Tamaño Suficiente de las Muestras. Los investigadores de incendios deben estar familiarizados con las capacidades y limitaciones del equipo científico del laboratorio. El hecho de no poseer este conocimiento puede dar como resultado el que el investigador recoja muestras de un tamaño insuficiente para que se puedan realizar las pruebas de laboratorio.

17.10.3.1 Es cierto que el investigador no siempre tendrá la ocasión de determinar la cantidad de pruebas físicas que puede recoger. Con frecuencia sólo dispondrá de la cantidad que descubra durante su investigación.

17.10.3.2 Para obtener resultados adecuados y precisos, los laboratorios necesitan una determinada cantidad mínima de muestras para hacer sus ensayos. Por tanto, el investigador debería procurar conocer esas cantidades mínimas. Si tiene alguna duda, debería consultar previamente al laboratorio que va a examinar o analizar las pruebas.

17.10.4 Exámenes y Ensayos Comparativos.

17.10.4.1 Durante la investigación de un incendio, el investigador puede necesitar examinar aparatos, equipos eléctricos u otros productos para ver si cumplen las normas en vigor. Tales normas están publicadas por la ASTM, Underwriters Laboratorios Inc., y otros organismos.

17.10.4.2 Otro método de hacer exámenes y ensayos comparativos es el uso de un ejemplar o producto de referencia. Mediante esta referencia, se pueden hacer ensayos de un aparato eléctrico o producto igual al siniestrado para determinar si ha sido o no capaz de causar el incendio. Hay que procurar que el ensayo se haga con un aparato o producto de la misma marca y modelo que el que se ha visto implicado en el incendio.

17.11 Eliminación de las Pruebas.

17.11.1 El investigador de un incendio se encuentra a menudo con que tiene que eliminar las pruebas, una vez terminada la investigación. En tal caso no debería destruir ni tirar pruebas si no cuenta con la debida autorización. Algunas circunstancias pueden exigir que las pruebas se guarden muchos años e incluso que, en último término, se devuelvan a su propietario.

17.11.2 Los casos criminales, como los incendios provocados exigen conservar las pruebas hasta que se pronuncie la sentencia. Durante el proceso, las pruebas presentadas como informes, fotografías, diagramas y objetos físicos, pueden formar parte del proceso y ser retenidas por el tribunal. El juez puede devolver al investigador las pruebas volátiles o de gran tamaño. El investigador puede tener en su poder otras pruebas que quizá no utilice durante el proceso. Cuando haya terminado la posibilidad de apelación, el investigador puede pedir al tribunal que destruya o le devuelva las pruebas aportadas. Debería guardar cualquier autorización por escrito para destruir las pruebas. El investigador criminal debería tener en cuenta además los posibles litigios civiles que se pueden derivar del siniestro, lo cual exigirá conservar las pruebas aunque hayan terminado los litigios criminales.

Capítulo 18 Determinación del Origen

18.1 Introducción. Este capítulo recomienda una metodología para determinar el origen de un incendio. El *área de origen* se define como una estructura, parte de una estructura, o como una localización geográfica general dentro del escenario de fuego, dentro de la cual, el "punto de origen" de un incendio o explosión puede ser localizado de manera razonable. El *punto de origen* se define como la localización física exacta dentro del área de origen, donde una fuente de calor y un combustible interactúan, dando como resultado un incendio o explosión. El origen de un incendio es una de las hipótesis más importantes que un investigador tiene que desarrollar y probar durante la investigación. Por norma general, si el origen del fuego no puede ser determinado, la causa tampoco podrá ser determinada, y generalmente, si no se puede identificar de forma correcta el origen, la determinación subsecuente de la causa podrá ser también incorrecta. El propósito de determinar el origen de un incendio es identificar en tres dimensiones la localización en la cual empezó el incendio.

18.1.1 Este capítulo trata principalmente de la determinación del origen afectando a estructuras; sin embargo, la metodología se aplica generalmente a todas las determinaciones de origen. Otros capítulos se dedican a los requisitos particulares para determinar el origen en incidentes de incendio no estructurales (vehículos a motor, embarcaciones, incendios incontrolados, etc.).

18.1.2 La determinación del origen de un incendio conlleva la coordinación de información derivada de uno o más de los siguientes:

(1) *Información de testigos.* El análisis de las declaraciones hechas por las personas que han sido testigos del incendio o conocían las condiciones que se daban en el momento de declararse
(2) *Marcas de incendio.* El análisis de los efectos y marcas dejadas por el incendio (*ver Capítulo 6*).
(3) *Mapa de arcos.* El análisis de los puntos donde arcos eléc-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

tricos han causado daños y la documentación de los circuitos eléctricos involucrados (*ver Sección 8.10*.)

(4) *Dinámica del incendio.* El análisis de la dinámica del incendio, es decir, los datos físicos y químicos del comienzo del incendio y de su crecimiento (*ver Capítulo 5*) y la interacción entre el incendio y los sistemas del edificio *(ver Capítulo 7.)*

18.2 Metodología General. La metodología general para determinar el origen de un incendio es el método científico descrito en el Capítulo 4. Esta metodología incluye el reconocimiento y definición del problema a resolver, la recopilación de datos, el análisis de los datos, el desarrollo de una o varias hipótesis y, lo más importante, probar las hipótesis. Para usar el método científico, el investigador debería desarrollar al menos una hipótesis basada en los datos disponibles en el momento. Estas hipótesis deberían ser consideradas "hipótesis de trabajo", que las pruebas pueden descartar, revisar o ampliar en detalle a medida que se obtienen nuevos datos recopilados durante la investigación y se aplican nuevos análisis. Este proceso se repite cuando se dispone de nueva información. (*Ver Figura 18.2.*).

18.2.1 Probar cualquier hipótesis de origen requiere un conocimiento de los eventos asociados al incendio así como sobre el crecimiento del incendio y como se propaga el incendio a través de un edificio. Un enfoque limitado de solo identificar el primer elemento quemado y una fuente de ignición adecuada deja de tener en cuenta datos importantes que pueden ser usados para comprobar cualquier hipótesis de origen. En ese enfoque limitado, no se tienen bien en cuenta el crecimiento y propagación del incendio y los daños resultantes.

18.2.1.1 El propósito del análisis de la propagación del incendio es determinar si los daños físicos resultantes y los datos disponibles concuerdan con la hipótesis del área de origen. Por ejemplo, un incendio iniciado en una papelera es una hipótesis de trabajo plausible, pero los daños a consciencia del incendio podrían depender en gran medida de la posición del combustible inicial y de los combustibles inflamados posteriormente. Si la papelera estaba en un área sin combustibles adyacentes, los resultados pueden ser sustancialmente diferentes de si la papelera hubiese estado próxima a un sofá de poliuretano. En ambas hipótesis el primer elemento inflamado sería el mismo, pero las consecuencias muy diferentes. Por tanto, si la hipótesis de origen no concuerda con el crecimiento y propagación resultantes del incendio, la hipótesis no es válida. Los escenarios de propagación de incendio dentro de un compartimento de un edificio deberían ser analizados usando los principios de dinámica del incendio presentados en el Capítulo 5 y el desarrollo de marcas de incendio tratado en el Capítulo 6.

18.2.1.2 En algunos casos, un solo elemento, como un artículo irrefutable de prueba física o un testigo creíble de la ignición o una grabación de video, pueden ser la base pata una determinación del origen. Sin embargo, en la mayoría de los casos no basta por sí mismo un único elemento. El investigador debería usar todos los recursos disponibles para desarrollar las hipótesis de origen y propagación del incendio y para determinar cuál de estas hipótesis encaja en todas las pruebas disponibles. Cuando una hipótesis aparentemente plausible falla en ajustarse a algún elemento probatorio, el investigador debería intentar reconciliar a ambos y determinar cuál de ellos es erróneo.



FIGURA 18.2 Un Ejemplo de Aplicación del Método Científico para la Determinación del Origen.

18.2.1.3 En algunos casos, será imposible fijar el punto de origen de un incendio. Cuando no puede ser identificado un solo punto, todavía puede ser valioso para muchos propósitos identificar el área o áreas de origen. En tales ocasiones, el investigador debería ser capaza de proporcionar explicaciones plausibles para el área de origen con el apoyo de pruebas para cada opción. La no identificación de un punto de origen no eliminará necesariamente la determinación de un origen y una causa. En tales situaciones, la extensión de los daños puede reducir la capacidad para identificar específicamente el punto de origen, sin impedir aportar un origen creíble y una hipótesis de causa.

18.2.2 Secuencia de Actividades. Las diversas actividades requeridas para determinar el origen usando el método científico (recopilación de datos, análisis, hipótesis de desarrollo e hipótesis de prueba) suceden continuamente. Igualmente, grabar el lugar, tomar notas, fotografías, identificar pruebas, entrevistar testigos, investigar las causas, hacer análisis de fallos y otras actividades de recopilación de datos pueden ser realizadas simultáneamente. Generalmente, las diversas actividades de determinación del origen seguirán una secuencia rutinaria, mientras que las acciones específicas de cada actividad pueden realizarse al mismo tiempo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

18.2.3 Análisis Secuencial de Marcas. El área de origen puede determinarse examinando los efectos y marcas del incendio. Las superficies del lugar del incendio registrarán todas las marcas de incendio generadas durante la duración del evento, desde la ignición hasta la extinción, aunque estas marcas pueden ser alteradas, sobrescritas o eliminadas después de producidas. La clave para determinar el origen de un incendio es determinar la secuencia en que se han producido estas marcas. Los investigadores deberían procurar identificar y recopilar datos secuenciales y, una vez recopilados, organizar la información en un formato secuencial. Los datos secuenciales no solo indican que sucesión sino el orden en que sucedieron. Las marcas identificables de propagación del incendio podrían ser llevarnos a un punto de origen. Una vez que el área de origen ha sido establecida, el investigador debería ser capaz de comprender y explicar la propagación del incendio.

18.2.4 Procedimiento Sistemático. Los investigadores deberían establecer un procedimiento sistemático a seguir para cada tipo de incidente. Al seguir un procedimiento familiar, el investigador puede concentrase en el incidente en cuestión y no necesita tratar detalles que estarán en pasos posteriores del procedimiento. Al hacerlo, evita pasar por alto pruebas importantes y formar conclusiones prematuras sobre el origen.

18.2.5 Metodología Recomendada. En este capítulo vamos a explicar un procedimiento recomendado para el examen del lugar del incendio. Básicamente este procedimiento consiste en un examen preliminar del lugar, el establecimiento de una hipótesis preliminar de propagación del fuego y el examen en profundidad del lugar, la reconstrucción de los hechos, una hipótesis final sobre la propagación del fuego y la identificación de su origen. La identificación del origen puede tener lugar al principio del proceso, dependiendo del tipo de intervalo de tiempo de los diferentes datos. Estas técnicas sirven para informar al investigador, pero la determinación del origen del incendio no se limita a ellas. El investigador debería tener en cuenta todos los aspectos del siniestro. Por ejemplo, las declaraciones de los testigos, la experiencia anterior del investigador y los procedimientos de lucha contra el fuego, desempeñan un papel importante en la determinación de su origen. Pero todos estos aspectos se tratan en otras secciones de esta guía y en otros textos sobre el mismo asunto.

18.3 Recopilación de Datos para la Determinación del Origen. Esta sección describe el proceso de recopilación de datos para determinación de origen, incluyendo la evaluación del lugar, excavación y reconstrucción y recopilación de datos adicionales de testigos y otras fuentes.

18.3.1 Evaluación Inicial del Lugar. Debería hacerse una evaluación inicial del lugar del incendio. La recopilación de datos para la determinación del origen comienza cuando el investigador inicia la evaluación inicial del lugar. Debería tenerse cuidado durante cada uno de los pasos en la evaluación inicial del lugar para proteger al investigador de los riesgos del lugar y preservar éste. El propósito de este examen inicial es determinar el alcance de la investigación, así como el equipo y personal necesario, para determinar la seguridad del lugar del incendio y las áreas que precisarán un estudio posterior.

18.3.1.1 Evaluación de la Seguridad. Primero el investigador debería hacer una evaluación inicial de la seguridad. El investigador deber determinar si es seguro entrar en el lugar. Si no es seguir entrar, el investigador puede determinar qué pasos se requieren para proporcionar seguridad personal o que hay que hacer para que entrar en el lugar sea seguro. Deberían evaluarse cada uno de los riesgos descritos en el Capítulo 13. No hay motivo para que el investigador comprometa la seguridad.

18.3.1.2 Ámbito del Examen. Una vez resueltos los aspectos de seguridad, el investigador puede comenzar la evaluación inicial del lugar. El propósito de esta evaluación inicial es determinar la complejidad y extensión de la investigación, identificar el equipo y personal requeridos y determinar las áreas que precisarán un estudio posterior.

18.3.1.3 Orden del Examen. Esta evaluación puede tener lugar al mismo tiempo que la documentación inicial del lugar. La evaluación debería incluir el aspecto general del lugar o edificio, tanto exterior como interior, y de todas las áreas pertinentes. El orden en que se realiza la evaluación puede variar, dependiendo de las condiciones del lugar. Algunos investigadores prefieren comenzar por el área menos dañada y moverse hacia el área más dañada. Otros investigadores prefieren empezar en el punto más elevado del lugar y trabajar descendiendo. Independientemente del orden que se elija para un lugar en particular, la cuestión es evaluar todas las áreas que sean pertinentes para el origen y propagación del incendio.

18.3.1.4 Áreas Circundantes. Los investigadores deberían incluir en su examen la localización o áreas que rodean el lugar. Estas áreas pueden mostrar pruebas importantes o marcas de incendio, lejos del núcleo principal del lugar, que pueden permitir al investigador definir mejor el lugar y la investigación. Debería documentarse todo lo que tenga interés asó como su ubicación en relación con el lugar. Esta fase del examen puede usarse para buscar testigos entre los vecinos del incendio y personas que pudieran aportar información sobre el incidente.

18.3.1.5 Exterior del Edificio. Una inspección del perímetro completo del edificio puede revelar la extensión y ubicación de los daños y puede ayudar a determinar el tamaño y complejidad del lugar. Debería anotarse el método general de construcción y la clasificación de ocupación. La construcción relata cómo fue construido el edificio, tipos de materiales usados, superficies exteriores, remodelaciones previas y cualesquiera características inusuales que pudieran haber afectado al inicio y propagación del incendio. Una consideración importante es el grado de destrucción que puede darse en un edificio de tipos y métodos de construcción mixtos.

18.3.1.5.1 La ocupación del edificio se refiere al uso a que se dedicaba. El uso viene definido por las actividades que se realizan en el mismo, por el modo de ejecutarse esas actividades y por el tipo, número y estado de las personas que lo ocupaban. El número y circunstancias de aquellos individuos que ocupaban el espacio también pueden ser importantes. Si la clasificación de la ocupación o el uso del edificio han cambiado, debería tenerse en cuenta y anotarse. Los cambios de uso y clasificación de ocupación a veces requieren modificaciones del edificio, arquitectónicas o de prevención de incen-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

dios de acuerdo con los códigos aplicables. Tales modificaciones pueden haber sido realizadas o no.

18.3.1.5.2 Hay que anotar los daños producidos por el fuego en el exterior del edificio como manera de ayudar a establecer las zonas que hay que estudiar con más atención. En este punto de la investigación no es necesario todavía hacer un análisis en profundidad de los daños.

18.3.1.6 Interior del Edificio. En su evaluación inicial, los investigadores deberían examinar todas las habitaciones y zonas que pueden ser importantes para la investigación, incluyendo aquellas áreas dañadas por el incendio o adyacentes al incendio y las áreas dañadas por humo. El propósito principal de esta evaluación es identificar las áreas que requieren un examen más detallado. El investigador debería observar las condiciones de ocupación, incluyendo métodos de almacenamiento, naturaleza del contenido, uso y mantenimiento. Deberían anotarse el tipo de construcción, acabados interiores y equipamientos. Deberían anotarse las áreas dañadas y la extensión de los daños (severos, menores o nulos) de cada área. Estos daños deberían compararse con los daños observados en el exterior. Durante este examen el investigador debería comprobar la resistencia del edificio.

18.3.1.7 Alteraciones Posteriores al Incendio. Durante esta evaluación el investigador debería documentar cualquier indicación de alteraciones posteriores al incendio. Tales alteraciones pueden afectar la interpretación de la investigación acerca de las pruebas físicas. Las alteraciones pueden incluir eliminación o retirada de escombros, del contenido, alteraciones del cuadro eléctrico, cambios de posición de válvulas de sistemas de rociadores automáticos y cambio en los sistemas de gas y combustibles. Si existen tales alteraciones pueden afectar enormemente a la interpretación de las pruebas físicas por parte del investigador. Si observa alteraciones, debería contactar con las personas que las hayan hecho y preguntarles acerca de la magnitud de las mismas y por cualquier documento que puedan tener del lugar antes de producirse éstas.

18.3.1.8 Al terminar la evaluación preliminar del lugar, el investigador debería haber determinado la seguridad del lugar del incendio, las necesidades probables de equipos y personal y las zonas circundantes del edificio que requieren una inspección más detallada. La evaluación preliminar del lugar es un aspecto importante de la investigación. El investigador debería dedicar todo el tiempo necesario en hacer estas determinaciones. El tiempo que dedique a esta tarea le ahorrará después mucho tiempo y esfuerzo.

18.3.2 Excavación y Reconstrucción. Las excavaciones en el escenario de un fuego (el examen, estratificación y retirada de escombros) y la reconstrucción, permiten al investigador observar marcas sobre las superficies expuestas y localizar pruebas que puedan ayudar a la hora de realizar un análisis preciso del origen del fuego. El propósito de la reconstrucción del escenario de un incendio es recrear lo mejor posible, la situación previa al fuego del contenido y de los componentes estructurales. Entrevistas, diagramas, fotografías, y cualquier otro medio puede ser de ayuda a la hora de establecer las condiciones previas a un incendio.

18.3.2.1 Ámbito de Excavación y Reconstrucción. Ya que la evaluación preliminar del lugar ha identificado las áreas que necesitan examen más detallado, la tarea de reconstrucción del lugar del incendio puede no requerir la retirada de residuos la reposición del contenido en la totalidad del edificio. Como se indicó previamente, la evaluación preliminar del lugar no debería hacerse precipitadamente. Un cuidadoso análisis del lugar del incendio puede ayudar a reducir a in nivel práctico la dura tarea de retirar los restos. Si el área a reconstruir no puede ser reducida, el investigador debería aceptar la necesidad de retirar los restos del la totalidad del área de interés.

18.3.2.2 Seguridad. En todos estos trabajos se requieren prácticas seguras. La excavación y retirada de restos puede debilitar un edificio y hacerlo colapsar. La retirada de restos puede también exponer sustancias peligrosas, orificios descubiertos del suelo, cableado eléctrico energizado, Todo riesgo importante que pueda ser encontrado durante la investigación debería ser minimizado antes de continuarla. Ver Capítulo 13 para un tratamiento detallado de la seguridad.

18.3.2.3 Excavación. Una adecuada retirada de restos es esencial para una cuidadosa investigación de incendio. Una inadecuada retirada de restos y la exposición resultante de porciones reducidas de marcas de incendio y otras pruebas puede conducir a un análisis incorrecto. Una investigación del lugar del incendio supone normalmente un trabajo sucio y duro. Es esencial aceptar este hecho al llevar a cabo una adecuada investigación de incendio.

18.3.2.3.1 La retirada de restos durante las operaciones de comprobación de la extinción del incendio son un punto preocupante para el investigador del incendio. Los bomberos pueden perturbar el lugar, haciendo más difícil la determinación del origen. Solamente deberían realizarse aquellas necesarias para asegurar la completa extinción del incendio. Cuando estas operaciones suponen alteraciones sustanciales del lugar, se debería intentar documentar el lugar del incendio con fotografías y notas antes de las alteraciones, si es posible.

18.3.2.3.2 Los investigadores deberían tener en cuenta donde se situarán los restos que se retiran. En algunos casos, puede ser deseable mover los restos a un lugar seguro. Los restos deberían moverse solo a un área que ya ha sido examinada o que no precisa un examen y documentación futuros. Mover dos veces los restos es contraproducente. Su retirada debería hacerse de una forma planificada y sistemática. Esto supone que los restos deberían retirarse por capas, con una documentación adecuada a medida que el proceso continúa. Si la retirada es hecha por más de un investigador, deberían debatir el propósito de la retirada de restos antes de comenzarla. Un debate puede evitar que in investigador descarte algo que otro puede considerar importante. Cada capa debería ser examinada por si se retiran artefactos significativos con los restos.

18.3.2.3.3 Durante la excavación de un lugar existe un peligro evidente de destrucción. Aunque es deseable trabajar eficientemente, el uso de equipo pesado para retirar restos solo debería hacerse si no es práctico el uso de herramientas manuales para realizar la tarea. El uso inadecuado de equipo me-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

cánico de excavación puede potencialmente destruir más pruebas de las que revela.

18.3.2.4 Equipo Pesado. Un investigador puede requerir el uso de equipo pesado como grúas, retroexcavadoras o palas excavadoras. Las condiciones del lugar del incendio pueden necesitar la retirada de componentes o contenido del edificio, porque constituyan un riesgo de seguridad, bloqueen accesos o necesitan ser retirados durante la sistemática revisión del lugar. Debido al uso de equipo pesado, le lugar debería ser documentado del mismo modo por todos los investigadores. Cuando se usa equipo pesado la documentación debería ser llevada a cabo a intervalos frecuentes.

18.3.2.4.1 Trabajar con equipo pesado puede ser peligros y ruidoso. Debería designarse a un investigador pata la comunicación con el operador de equipo pesado. A medida que la investigación avanza hacia nuevas áreas físicas, debería realizarse una sesión de instrucciones con el personal de equipo pesado que incluya los objetivos de esta sección. La velocidad de una investigación de incendio es mucho menor que la de operación normal del equipo pesado. Debería consensuarse un código común de señales manuales antes de empezar a usar equipo pesado de modo que el personal operador tenga claro quién da las órdenes y las señales manuales que indican acciones específicas. Para reducir el riesgo de daños personales, la operación de equipo pesado debería cesar cuando entra una persona en el área de riesgo en la que opera el equipo pesado.

18.3.2.4.2 Si es posible, antes de usar equipo pesado, deberían ser identificadas las áreas en las que se sospeche la presencia de residuos líquidos inflamables. Si es posible, las muestras deberían recogerse antes del uso de equipo en estas áreas. Antes de ser usado, el equipo pesado debería ser inspeccionado y anotarse si hay fugas de compuestos petrolíferos. El repostaje del equipo debería hacerse en un área definida, alejada de las áreas de interés, de modo que no se contaminen el lugar o elementos al entra en el lugar. Si la contaminación es posible, se deberían tomar muestras de los fluidos del equipo para compararlos.

18.3.2.4.3 Es preferible usar equipo pesado de modo que se minimice su influencia sobre el lugar. La destrucción menor normalmente se consigue situando el equipo fuera del edificio para levantar o mover los elementos del interior al exterior del edificio. Cuando se levanta una potencial pieza de prueba, puede usarse atirantado para minimizar los daños al elemento retirado. Si tiene que demolerse componentes grandes como paredes, es preferible hacerlo de modo que no cambien o añadan restos al área inferior a examinar. Pueden modificar esta práctica problemas de seguridad y restricciones del lugar. Cuando sea posible y adecuado, debería tenerse en cuenta el apuntalamiento como alternativa a la demolición.

18.3.2.4.4 Los elementos que se han retirado del edificio pueden ser examinados y documentados y permanecer en el lugar del incendio si precisan más investigación. La retirada de restos a otro sitio puede limitar investigaciones posteriores pero a veces es necesaria. Debería documentarse bien lo que se retira.

18.3.2.4.5 Algunas investigaciones requerirán el uso de equipo pesado dentro del lugar. En tales casos, el equipo debería usarse de modo que perturbe el lugar lo menos posible. Un método requiere que el equipo avance por el edificio. El equipo se sitúa inicialmente fuera del edificio y se usa pata ayudar al examen de una parte del interior del edificio. Una vez que el área está examinada, documentada y retirados los restos, el equipo pesado pasa al área limpiada. Desde esta nueva posición, el equipo se usa para ayudar en el examen de áreas adyacentes. Esta secuencia se repite tantas veces como sea necesaria. En todo momento, el equipo está localizado solo en áreas que han sido previamente examinadas y documentadas. Asimismo, el operador del equipo debería estar bajo la dirección de un investigador de incendios. La recogida y descarga de cada carga debería examinarse en búsqueda de pruebas. La planificación previa del avance del examen puede ayudar a limitar las alteraciones innecesarias en el lugar.

18.3.2.5 Evitar Expoliación. Durante la excavación, debería tenerse cuidado en evitar daños a fuentes de ignición, combustibles y otras pruebas potencialmente importantes en el lugar. Si el área de interés para el investigador contiene pruebas importantes, debería tenerse en cuenta la suspensión de la investigación u avisar a las partes interesadas para que puedan ver las pruebas en su sitio. Para más información sobre cómo evitar la expoliación, véase el Capítulo 12.

18.3.2.6 Evitar Contaminación. Para evitar la contaminación del lugar, debería tenerse un cuidado extremo en relación con el uso de equipo portátil alimentado por combustible líquido, como sierras alimentadas con gasolina. El repostaje de este equipo debería hacerse lejos del edificio.

18.3.2.7 Lavado de Suelos. Después de la adecuada retirada de restos, de que se han tomado las muestras necesarias para examen o pruebas y terminado la completa documentación, puede ser útil lavar con agua el suelo o superficie. Deberían usarse con precaución el uso de alta presión y chorro directo ya que pueden dañar pruebas importantes.

18.3.2.8 Contenidos. Cualesquiera contenidos, o sus restos, descubiertos durante la retirada de restos deberían documentarse sobre su localización, condición y orientación. Una vez que los restos se han retirado, los contenidos pueden ser ubicados en su posición anterior al incendio para análisis.

18.3.2.8.1 Cuando el contenido ha sido desplazado durante la extinción o revisión, la reconstrucción previa al incendio es más difícil. La posición donde fue localizado el elemento pude mostrar un área protegida u otra indicación, como las marcas que las patas de una mesa dejan en el suelo. El problema es saber que pata va en cada marca. Si no es posible una determinación precisa mediante el análisis del lugar o la identificación por un testigo, deberían tenerse en cuenta todas las orientaciones posibles. En caso contrario, la orientación no debería incluirse en la reconstrucción del lugar del incendio. Una suposición sobre cómo estaba orientado el contenido puede ser falsa y, por tanto, proporcionar datos falsos al proceso de análisis. Una alternativa es documentar los contenidos en todas las posiciones posibles con la esperanza de que información posterior indique la ubicación exacta.

18.3.2.8.2 Además de reemplazar el contenido, la reconstrucción debería incluir también la reposición de los elementos estructurales (p.e. puertas, uniones, pernos, secciones de paredes y techos) que puedan mostrar marcas de incendio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

18.3.3 Actividades de Recopilación de Datos Adicionales para Determinación del Origen. Los epígrafes siguientes describen actividades adicionales al examen y reconstrucción del lugar que pueden conducir al desarrollo de datos útiles para la determinación del origen.

18.3.3.1 Condiciones Antes del Incendio. Las condiciones del edificio antes del incendio podrían ser determinadas hasta donde sea posible. Detalles como el estado de conservación, condiciones de cimientos y chimeneas, daños por insectos, existencia y condición de sistemas de protección y otros pueden ser datos significativos. La obtención de fotografías y videos previos al incendio puede ser beneficiosa pero debería tenerse en cuenta los cambios que pueden haber ocurrido desde que se tomaron hasta el momento del incendio. Los propietarios, empleados u ocupantes pueden ser capaces de proporcionar información y diagramas sobre las condiciones anteriores al incendio. La comprobación de los vecinos puede proporcionar también fotografías mostrando el edificio. Algunas jurisdicciones ofrecen actualmente fotografías del edificio previas al incendio en su web de información sobre impuestos. Hay compañías especializadas en fotografía aérea, sobre todo de edificios comerciales, que pueden ofrecer vistas previas al incendio. También se dispone de imágenes por satélite de muchas áreas y pueden ofrecer documentación previa al incendio del lugar y el área circundante. Puede haber información disponible del departamento de bomberos, que puede incluir fotografías, planos del edificio, riesgos especiales y sistemas de protección contra incendios. Otras agencias gubernamentales pueden tener también información y archivos previos al incendio.

18.3.3.2 Descripción de los Combustibles. El investigador debería identificar los combustibles presentes en el edificio o área de interés y sus características. Al estudiar el área de origen, el tipo, cantidad y ubicación específica de los combustibles estructurales y contenidos deberían ser identificados para ayudar al análisis de marcas de incendio, crecimiento del incendio y características de su propagación. En este proceso, no solo es importante identificar el posible combustible inicial sino también identificar los posteriores combustibles involucrados.

18.3.3.3 Dimensiones del Edificio. Las dimensiones físicas de un edificio son un dato importantes. En muchos casos, la estructura posterior al incendio constituye el único medio de obtener dimensiones. Deberían anotarse las dimensiones de todas las áreas del edificio que puedan usarse para comprender el crecimiento del incendio y la propagación del humo y el incendio. Las dimensiones deberían incluir el ancho, largo y altura de una habitación o edificio. La ubicación, tamaño y condición (abierto/cerrado) de todas las aberturas debería ser anotada, así como cualquier estructura u obstrucción que afectase al flujo de los gases del incendio. El esfuerzo necesario para obtener información de dimensiones puede requerir mucho tiempo y la cantidad de información recogida ser limitada dependiendo de la extensión de la destrucción. Para reconstruir un incendio mediante un modelo de incendio o cálculo manual puede ser necesaria información específica (ver Capítulo 20). Cuando el lugar ya no está disponible, la información puede obtenerse de fotografías de la investigación, notas y diagramas de investigadores anteriores o de arquitectos, ingenieros, contratistas, compañías aseguradoras u oficinas gubernamentales como el departamento de edificación. El investigador debería comprobar la exactitud de los planos y si éstos representan el estado final del edificio. (*Ver el tema de diseño del edificio en la Sección 7.2.2.6.)*

18.3.3.4 Servicios y Ventilación del Edificio. Los sistemas del edificio pueden causar incendios o influir en el crecimiento del incendio. El investigador debería considerar la recopilación de información sobre las condiciones previas al incendio de sistemas eléctrico, de calefacción, ventilación y aire acondicionado, gases combustibles y protección contra incendios de un edificio. Esta recopilación deberá hacerse siempre cuando se cree que un sistema puede estar involucrado en la causa, detección, propagación o extinción de un incendio.

18.3.3.5 Condiciones Atmosféricas. El investigador debería documentar los factores atmosféricos que pudieran haber influido en el incendio. El área circundante puede proporcionar pruebas sobre las condiciones atmosféricas. La dirección del viento puede indicar mediante el movimiento del humo o el daño causado a edificios o vegetación. Además, las condiciones atmosféricas posteriores al incendio pueden causar cambios en las condiciones físicas del lugar.

18.3.3.6 Sistemas Eléctricos. Debería documentarse al sistema eléctrico. Deberían determinarse los medios usados para distribuir electricidad y deberían documentarse los daños a los sistemas. El proceso de documentación debería comenzar en la acometida eléctrica. Deberían anotarse el amperaje y tensión de entrada del cuadro principal. El tipo, características nominales, posición (en servicio/desconectado/fuera de servicio) y condiciones de los dispositivos de protección de circuitos pueden ser relevantes para la investigación y deberías ser documentados.

18.3.3.7 Cargas Eléctricas. Observe la situación de las cajas e interruptores eléctricos en la habitación o lugar de origen. Los aparatos eléctricos enchufados deberían ser identificados y documentados. El proceso de investigación puede incluir el trazado de circuitos en un edificio. El propósito de este trazado es identificar los interruptores, cajas y fijaciones de un circuito en particular, así como que dispositivo de sobretensión protege dicho circuito y su posición y condición. Deben anotarse los aparatos y cargas eléctricas. Puede ser necesaria una documentación más detallada de los sistemas eléctricos cuando se cree que son la causa o un factor contribuyente del incendio o cuando se usa un mapa de arcos. Tenga precaución cuando interprete los daños del cableado y equipo eléctrico ya que puede ser difícil distinguir entre causa y efecto. Para una explicación más detallada sobre sistemas eléctricos ver Capítulo 8.

18.3.3.8 Sistemas de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC). El movimiento de aire a través de sistemas HVAC puede afectar al crecimiento y propagación de un incendio y puede ocasionar el transporte de productos de combustión a través de un edificio. El investigador debería anotar la ubicación, el tamaño y función (suministro/retorno/extracción) de aireadores en el área de interés y si el aireador estaba abierto, cerrado o tapado en el momento del incendio. La comprobación de filtros puede proporcionar

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pruebas de daños por calor o humo y depósitos de hollín para determinar si el sistema HVAC estaba funcionando en el momento del incendio. Algunos sistemas HVAC están equipados don detectores diseñados para cambiar el funcionamiento del sistema en caso de incendio. Algunos sistemas están equipados con compuertas manuales o automáticas diseñadas para controlar la propagación del incendio, el movimiento de humos o el flujo de aire. Cuando estos dispositivos están presentes, su ubicación y condiciones específicas deberían ser anotadas y obtenerse cualquier registro de activación. La localización y ajuste de termostatos, interruptores o controles de sistemas HVAC debería ser identificada y documentada.

18.3.3.9 Sistemas de Gas Combustible. Debería identificarse y documentarse la alimentación de gas combustible. El propósito de este examen es ayudar a determinar si el gas combustible contribuyó al incendio. Si el examen revela que los gases combustibles pueden haber sido un factor contribuyente, entonces el sistema debería ser examinado y documentado detalladamente. Este examen debería incluir pruebas de fugas, si es posible, y la determinación de la presión de suministro. Como con los sistemas eléctricos, puede ser difícil distinguir entre causa y efecto. Los incendios pueden, y frecuentemente lo hacen, comprometer la integridad del sistema de distribución de gas. El investigador debería documentar la condición y posición) abierta/cerrada) de las válvulas del sistema. Frecuentemente las válvulas se cierran durante un incendio, por ello se debería asegurarse de si alguien operó cualquier válvula durante el evento.

18.3.3.10 Sistemas de Combustibles Líquidos. Existen muchos sistemas y aparatos de combustibles líquidos. Pueden ser sistemas permanentes, como estufas de aceite, o sistemas portátiles, como calentadores de queroseno o gasolina. En cualquier caso, la ubicación y cantidad de combustible presente debería documentarse. Las tuberías de alimentación y válvulas conectadas a suministros de combustible en tanques alejados también deberían documentarse. Si el aparato contiene o tiene adosado un depósito, la cantidad de combustible que queda en el aparato debería ser estimada o medida. Si se sospecha que el dispositivo calefactor es una causa o que su combustible ha contribuido a la del incendio debería guardarse una muestra del combustible.

18.3.3.11 Sistemas de Protección Contra Incendios. El examen de todos los sistemas de protección contra incendios involucrados (sistemas de detección, alarma y supresión de incendios) es importante para determinar si cada sistema funcionó adecuadamente y puede ayudar a seguir el crecimiento y propagación de un incendio. Si el sistema estaba supervisado, deberían obtenerse los registros del servicio de supervisión. En algunos casos, la información puede ser descargada del cuadro central, indicando ubicaciones y tiempos de alarma y avería. Estos datos son volátiles y debería tenerse cuidado al extraerlos del cuadro de alarma. La extracción de estos datos generalmente requiere equipo y conocimientos específicos. Debería emplearse un técnico cualificado para la descarga de datos ya que si se hace incorrectamente pueden perderse. En muchos casos, la energía eléctrica del edificio puede estar cortada después de un incendio por lo que se dispone de tiempo limitado para la recuperación de datos mientras el sistema está alimentado por la batería de respaldo. Debería tenerse en cuenta esta limitación de tiempo cuando se ordenen actividades en el lugar.

18.3.3.12 Datos del Sistema de Protección Contra Incendios. Deberían documentarse las ubicaciones y condiciones de los dispositivos, incluyendo la altura de los montados sobre pared o la distancia a paredes de los montados en el techo. Al examinar marcas de propagación del incendio debería tenerse en cuenta que rociadores funcionaron. La activación de detectores y rociadores puede proporcionar datos secuenciales. En algunos casos, la específica localización o zona del primer detector o rociador activado puede usarse para reducir el área de origen, permitiendo al investigador evaluar fuentes de ignición específicas en dicha área. Algunos sistemas proporcionan solo datos de alarma o flujo de agua y no especifican una zona en particular. Esta información puede ser útil para la comparación del momento de activación del sistema con las observaciones del los primeros bomberos en llegar u otros testigos, para evaluar el crecimiento y propagación del incendio.

18.3.3.13 Cámaras de Seguridad. Las cámaras de seguridad que vigilan edificios o ATM's pueden ser muy útiles, particularmente para proporcionar momentos "duros" (*ver examen de líneas cronológicas en Capítulo 25*). En algunos casos, los eventos previos o durante el incendio pueden haber sido grabados. La grabación de video puede ser encontrada en un área segura o un lugar remoto. Debería ser recuperada y revisada aunque esté dañada.

18.3.3.14 Sistemas de Alarma de Intrusión. Un sistema de intrusión puede activarse durante un incendio debido al calor, movimiento de humo, destrucción de cableado o falta de energía. Un sistema de intrusión supervisado puede enviar una señal de avería a la estación de control si la línea de transmisión está afectada o pierde energía. Al igual que los sistemas de alarma de incendio, debería intentarse recuperar el histórico del cuadro de alarma antes de rearmar el sistema de alarma.

18.3.3.15 Observaciones de Testigos. Las observaciones de testigos son datos que pueden usarse en el contexto de determinación del origen. Tales testigos pueden proporcionar conocimiento sobre las condiciones antes, durante y después del incendio. Los testigos pueden ser capaces de proporcionar fotografías o grabaciones del lugar antes o durante el incendio. Las observaciones no son necesariamente solo visuales. Los sonidos, olores y percepciones pueden arrojar luz sobre el origen. Las declaraciones de testigos acerca de la localización del origen crean al investigador de incendio una necesidad de llevar a cabo una investigación tan detallada como sea posible para recopilar datos que apoyen o refuten las declaraciones de los testigos. Cuando las declaraciones de testigos no están soportadas por la interpretación del investigador de las pruebas físicas, éste debería evaluar cada una por separado.

18.4 Análisis de Datos. El método científico requiere que se analicen todos los datos. Es un paso esencial que debe preceder a la formulación de cualquier hipótesis. La identificación, reunión y catalogación de datos no equivale a su análisis. El análisis de los datos se basa en el conocimiento, formación, experiencia y pericia del individuo que realiza el análisis. Si el investigador carece del conocimiento para atribuir un significado apropiado a un dato, debería buscarse ayuda de alguien con el conocimiento necesario. La comprensión del significado de los datos permitirá al

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

investigador formular hipótesis basadas en pruebas, en lugar de en especulaciones o creencias subjetivas.

18.4.1 Análisis de Marcas de Incendio. Un investigador debería leer y comprender los conceptos de los efectos del incendio, su dinámica y el desarrollo de sus marcas descritos en los Capítulos 5 y 6. Este conocimiento es esencial en el análisis de un lugar para determinar el origen del incendio.

18.4.1.1 Considerar Todas las Marcas. En el análisis, deberían tenerse en cuenta todas las marcas observadas. Es rara la exacta determinación del origen de un incendio por una sola marca dominante, como en el caso de un muy limitado daño por incendio cuando solo hay una marca de incendio.

18.4.1.2 Secuencia de Marcas. Aunque las marcas de incendio pueden ser el dato más fácilmente disponible para la determinación del origen, el investigación debería no olvidar que los daños y marcas de quemado observados después de un incendio representan la historia total del incendio. Un gran desafío en el análisis de datos sobre marcas de incendio es determinar la secuencia de la formación de las marcas. Las marcas observadas en incendios con extinción temprana pueden presentar datos diferentes de las que quedan después de la total combustión de una habitación o una destrucción importante en un edificio. Las marcas generadas como consecuencia de reignición pueden modificar la percepción de la historia dl incendio o la secuencia de generación de marcas.

18.4.1.3 Generación de Marcas. El investigador no debería asumir que el incendio ardió más en el origen y, por tanto, las marcas de incendio que indican mayores daños deben estar en el área de origen. Unos mayores daños en un lugar que en otro pueden ser el resultado de diferencias en la exposición térmica debido a diferencias en las cargas de fuego, la ubicación del conjunto combustible en el compartimento, un aumento de ventilación o las tácticas de lucha contra incendios. Por razones parecidas, un investigador de incendios debería tener en cuenta estos factores si hay la posibilidad de orígenes múltiples.

18.4.1.3.1 El tamaño, ubicación y velocidad de desprendimiento de calor de un conjunto combustible puede tener tanto efecto sobre la extensión de los daños como la cantidad de tiempo que estuvo ardiendo el conjunto combustible. Un área con grandes daños puede indicar simplemente que hubo un importante conjunto combustible en ese lugar. El investigador debería considerar si el incendio en tal lugar podría haberse propagado desde otro lugar donde la carga de fuego fuera mucho menor.

18.4.1.3.2 Conjuntos combustibles del mismo tamaño y composición pueden arder de forma diferente, dependiendo de su ubicación en un compartimento. Deberían tenerse en cuenta los posibles efectos de la situación de las paredes con relación al incendio al interpretar la extensión de los daños en relación con el origen del incendio. Al hacer la determinación, debería tenerse en cuenta la posibilidad de que el primer material que ardió no fue el combustible en el área de origen sospechosa y que la gran cantidad de daños fue consciencia de efectos de pared o rincón.

18.4.1.4 Ventilación. La ventilación, o su ausencia, durante un incendio tienen un impacto importante sobre la velocidad de desprendimiento de calor y consecuentemente sobre la extensión de los daños por combustión observados. El análisis de las marcas de incendio podría incluir, sin embargo, el tener en cuenta la influencia de la ventilación en la generación de marcas. Los incendios con ventilación controlada tienden a arder más intensamente cerca de ventanas abiertas u otros venteos, produciendo mayores daños. En al análisis de marcas de incendio es importante conocer la ubicación y el tipo de combustible. En condiciones de combustión total de una habitación, el desarrollo de las marcas de incendio está muy influenciado por la ventilación. Las condiciones de combustión total de una habitación pueden causar marcas de incendio que se producen durante la fase inicial de combustible controlado para evolucionar y cambiar. Además, los incendios producen hidrocarburos no quemados que pueden mezclarse con aire y ser arrastrados fuera del compartimento por las aberturas de ventilación. Este combustible no quemado puede mezclarse con aire y arder en el exterior del compartimento, produciendo marcas de incendio adicionales que indican la propagación del incendio fuera del compartimento original. Por tanto, es importante entender el conocimiento de los cambios de ventilación (p.e. ventilación forzada por sistemas del edificio, rotura de ventanas, apertura o cierre de puertas, combustión a través de compartimentos adyacentes) en el contexto del análisis de marcas de incendio. La determinación de que marcas fueron producidas en el punto de origen por el primer elemento que se quemó es normalmente más difícil cuando aumenta el tamaño y la duración del incendio. Es especialmente cierto cuando el compartimento está ardiendo totalmente.

18.4.1.5 Marcas de Movimiento e Intensidad. Como se trató en el Capítulo 6, las marcas de incendio son generadas por uno o dos mecanismos: la propagación del incendio y la intensidad de quemado. Como se trató anteriormente, la composición del combustible, la velocidad de desprendimiento de calor, la ubicación y las diferencias de ventilación pueden conducir a diferencias en la intensidad de las marcas que no indican necesariamente al área donde ardió el primer combustible. Las marcas que proceden del crecimiento y movimiento (propagación) del incendio son siempre mejores indicadores del área de origen. Sin embrago, puede ser difícil distinguir las marcas de movimiento de las de intensidad. No obstante, algunas marcas muestran una combinación de indicadores de intensidad y movimiento (propagación).

18.4.2* Análisis Vectorial de Calor y Llamas. El análisis vectorial de calor y llamas, acompañado de diagrama(s), es una herramienta para el análisis de patrones de fuego. El análisis vectorial de calor y llamas se realiza dibujando un diagrama del escenario. El diagrama deberá incluir muros, pasillos y puertas, ventanas, y cualquier otro elemento de mobiliario o elemento pertinente. Después, usando flechas, el investigador anotara sus interpretaciones sobre la dirección del calor o sobre la propagación de las llamas basándose en la identificación de las marcas de fuego presentes. El tamaño de las flechas debería reflejar la magnitud a escala (tamaño real) de las marcas individuales representadas. Las flechas pueden señalar la dirección en la cual viaja el fuego desde la fuente de calor, o apuntar hacia la fuente de calor, siempre y cuando la direc-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ción de los vectores sea consistente en todo el diagrama. El investigador debería identificar cada uno de los vectores, así como la marca de fuego que dicho vector representa. En una leyenda que acompañe al diagrama, el investigador puede proporcionar detalles de las correspondientes marcas de fuego, como puede ser su altura con respecto al suelo, altura del vértice de la marca, la naturaleza de la superficie sobre la que se encuentra la marca, geometría de la marca, el efecto del fuego que causo la aparición de dicha marca, y la dirección(s) en las que se propago el fuego, la cual queda reflejada en la marca(s). Por ejemplo, como se muestra en la Figura 18.4.2(a), el Vector#7 representa el daño por fuego en la alfombra, con un decrecimiento del daño por fuego a medida que uno se desplaza hacia el nordeste; el Vector#8 representa la comparación de las diferencias entre el daño producido por el fuego en los dos lados de una silla, y como el lado orientado al sur manifiesta daños mucho mayores; y el Vector#10 representa una marca de cono truncado con un decrecimiento del daño por fuego y un incremento en la altura de la línea de demarcación a medida que nos movemos hacia el norte.

18.4.2.1 Vectores Complementarios. Junto con los que muestran las direcciones actuales de propagación de calor y llamas pueden considerarse vectores complementarios. En este caso, el investigador debería identificar claramente que vectores representan las actuales marcas de incendio y cuales representan el flujo de calor derivado del análisis del investigador de estas marcas. Es importante para este tema la terminología fuente térmica y fuente de calor. Estos términos no son sinónimos en el origen del fuego. Al contrario, estos términos se refieren a cualquier fuente de calor que crea una marca de incendio identificable. El calor fuente puede ser generado o no por el combustible inicial. Es imperativo que el uso del análisis de vectores de calor y llama sea atemperado por un exacto conocimiento del progreso del incendio y de su dinámica básica. Un diagrama de vectores puede dar al investigador un punto de vista general para el análisis. El diagrama puede también usarse para identificar marcas en conflicto que deban ser explicadas. El propósito final del análisis de vectores el examinar y documentar gráficamente la interpretación del investigador de las marcas de incendio.

18.4.2.2 Calor Fuente. Un calor fuente puede ser cualquier conjunto combustible que crea una marca de incendio identificable. La marca puede ser producida o no por el combustible inicial. Consideremos un incendio que se propaga por un garaje e inflama líquidos combustibles allí almacenados. El líquido ardiendo representa un nuevo calor fuente que deja marcas de incendio en las superficies del garaje. Por tanto, es imperativo que el análisis de marcas de incendio sea atemperado por un exacto conocimiento del progreso del incendio y de su dinámica básica.

18.4.2.3 Visualización de Herramientas Adicionales para Marcas. Cuando las marcas de incendio no son claramente visibles, una inspección de la profundidad de carbonización o de calcinación puede ayudar al investigador a localizar áreas con mayor o menor daño por calor y reconocer líneas de demarcación que definan marcas. Los resultados de la inspección podrían representarse en un diagrama. En tales diagramas, las medidas de la profundidad de carbonizado o calcinación han

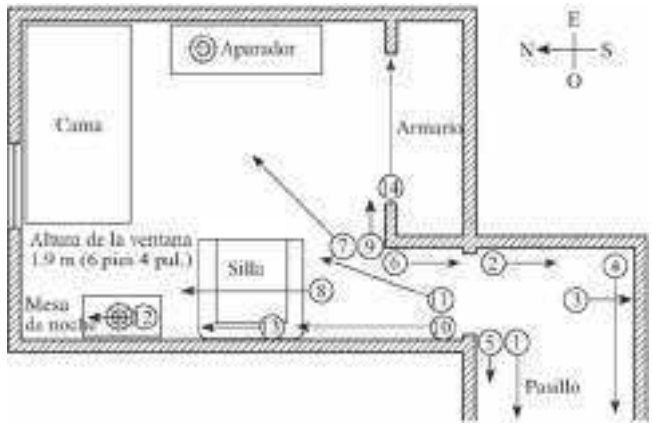


FIGURA 18.4.2(a) Diagrama de Análisis de Vectorial de Calor y Llamas incluyendo vectores asociados al tamaño y la dirección del movimiento del calor, de las marcas del fuego y mostrando el origen del fuego en el área de los vectores 7, 8, y 10.

sido anotadas a una escala conveniente. Una vez que la profundidad de carbonizado o calcinación han sido anotadas en el diagrama, se dibujan líneas conectando los puntos con igual o casi igual profundidad de carbonizado o calcinación. Las lí-



FIGURA 18.4.2(b) Fotografía asociada con el Vector#7



FIGURA 18.4.2(c) Fotografía asociada con el Vector#8.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 18.4.2(d) Fotografía asociada con el Vector#10.



FIGURA 18.4.2(e) Fotografía asociada con el Vector #11.

neas resultantes pueden revelar marcas identificables, [*Ver Figura 16.4.2(f).*]

18.4.3 Análisis de la Profundidad de Carbonizado. El análisis de la profundidad de carbonizado es más fiable para la evaluación de la propagación del incendio que para establecer tiempos específicos de quemado o intensidad de calor desde materiales adyacentes ardiendo. Mediante la medición de la profundidad relativa y la extensión del carbonizado. El investigador puede ser capaz de determinar que porciones del material o construcción estuvieron expuestas más tiempo a un calor fuente. La profundidad relativa de carbonizado de un punto a otro es la clave para el uso apropiado del carbonizado— localización de los lugares donde los daños fueron más severos debido a exposición, ventilación o ubicación de combustible. El investigador puede entonces deducir la dirección de propagación del incendio, mediante el decrecimiento de las profundidades de carbonizado que están más alejadas de un calor fuente. Algunas variables clave afectan a la validez del análisis de la marca de profundidad de carbonizado. Estos factores incluyen lo siguiente:

(1) Las fuentes de calor o combustible simples crean marcas de carbonización medibles frente a las múltiples. Las medidas de profundidad de carbonización pueden ser útiles para determinar más de in incendio o calor fuente.



FIGURA 18.4.2(f) Fotografía asociada al Vector#6.

(2) La comparación de medidas de carbonización deberían hacerse solo para materiales idénticos. No sería válido comparar la profundidad de carbonización de una viga de pared con la del panel de madera de la pared adyacente.
(3) Los factores de ventilación influencian la velocidad de quemado. La madera puede mostrar carbonización más profunda cuando está junto a una fuente de ventilación o a una abertura por la que pueden escapar los gases de incendio.
(4) Correlación entre la técnica de medida y el método. Cada medida de profundidad de carbonización comparable debería ser hecha con las mismas herramientas y técnica. [*Ver Figura 16.4.2(f).*]

18.4.3.1 Diagrama de Profundidad de Carbonización. Las líneas de demarcación pueden no ser obvias visualmente y a menudo pueden ser identificadas para análisis mediante un proceso de medición y trazado de profundidades de carbonización en un diagrama cuadriculado. Trazando líneas que conecten puntos de igual profundidad de carbonización (isocarbonización) sobre el diagrama de profundidad de carbonización pueden identificarse las líneas de demarcación.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

18.4.3.2 Medición de la Profundidad de Carbonización. La correlación en el método de medición de la profundidad de carbonizado es la clave para obtener datos fiables. Instrumentos puntiagudos afilados, como navajas, no son adecuados para medidas exactas ya que la punta de la navaja tendrá una tendencia a cortar la madera inferior no carbonizada. Los mejores son sondas fina y sin punta, como cierto tipo de calibres, profundímetros de bola o reglas metálicas modificadas. Los calibres de dial con profundímetros de sección, mostrados en la Figura Figure 18.4.3.2(a) son instrumentos excelentes para medir la profundidad de carbonización. La Figura 18.4.3.2(b) ilustra su uso. Debería ser usado el mismo instrumento de medida para cualquier conjunto de medidas comparables. Es también necesaria una presión constante para cada medida cundo se inserta el instrumento de medida para obtener resultados exactos.

18.4.3.3 Las mediciones de profundidad, mostradas en Figura 18.4.3.3, deberían hacerse en el centro de la ampollas carbonizadas, en lugar de en o cerca de las grietas entre ampollas.

18.4.3.4 Madera Perdida. Cuando se determina la profundidad de carbonización, el investigador debería tener en cuenta cualquier madera quemada que pudiera haber sido destruida completamente por el incendio y añadir la profundidad de madera perdida a la medición de profundidad.

18.4.3.5 Inspección de la Profundidad de Carbonización con Gases Combustibles. Cuando la fuente inicial del incendio son gases combustibles, estos producen profundidades de carbonización relativamente mayores sobre las a menudo amplias áreas que cubren. Los cambios progresivos en la profundidad de carbonización que son usados por los investigadores para trazar la propagación del incendio pueden existir solo en aquellas áreas a las que el incendio se ha propagado desde el lugar inicial de los gases combustibles embolsados. Puede darse una carbonización más profunda muy cerca del punto de fuga del gas, ya que puede seguir ardiendo después de que se haya consumido la cantidad inicial de gas. Esta carbonización puede ser fácilmente localizada debido a los chorros de gas presurizado que pueden existir en el inmediato punto de fuga y pueden ayudar al investigador a localizar la fuga.

18.4.4 Inspección de la Profundidad de Carbonización. Una relativa profundidad de carbonización puede indicar diferencias en el calentamiento total de un tabique de yeso expuesto al incendio. Lecturas de calcinación más profundas indican calentamiento más largo o más intenso (flujo de calor) y temperaturas más elevadas logradas durante el incendio que las de aquellas áreas del panel. Ciertas variables clave pueden afectar la validez del análisis de profundidad de calcinación. Estos factores incluyen lo siguiente:

(1) Deberían tenerse en cuenta las fuentes de calor o combustible simples, que crean marcas de calcinación medibles, frente a las múltiples. Las medidas de profundidad de calcinación pueden ser útiles para determinar más de in incendio o calor fuente.

(2) La comparación de medidas de carbonización debería hacerse solo para materiales idénticos. Debería observarse si un panel de yeso es de espesor diferente, está hacho con diferentes materiales de construcción y si cambia con el

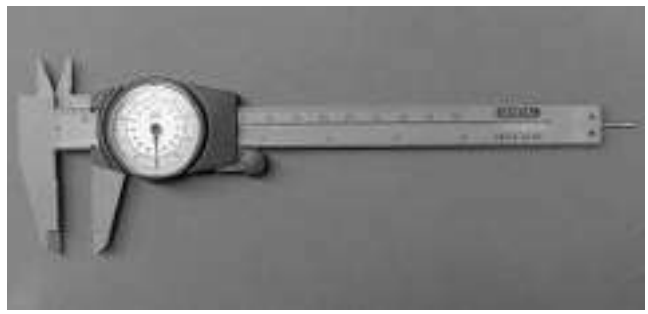


FIGURA 18.4.3.2(a) Calibres de Dial con Sondas de Profundidad.

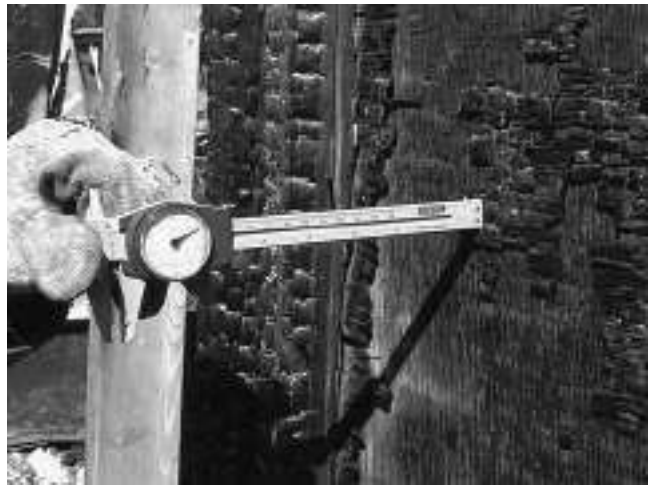


FIGURA 18.4.3.2(b) Uso de Calibres de Dial para Medir la Profundidad de Carbonización.

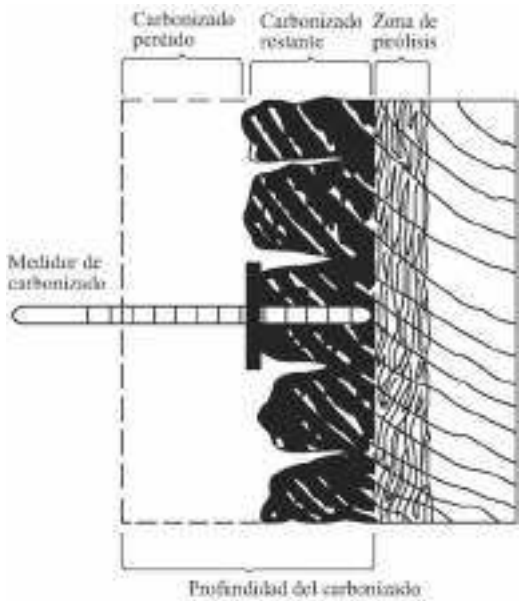


FIGURA 18.4.3.3 Medición de la Profundidad de Carbonización.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

tiempo. El investigador debería considerar cuidadosamente las secciones de paredes o techos que pueden ser nuevas debido a una reparación.

(3) Debería tenerse en cuenta el acabado de un panel de yeso (p.e. pintado, empapelado, estucado) cuando se evalúa la profundidad de calcinación. El investigador debería averiguar que acabados son combustibles y pueden afectar a las marcas al arder.

(4) Las medidas deberían hacerse del mismo modo para reducir errores en la recopilación de datos.

(5) Un panel de yeso puede ser dañado durante la supresión, revisión y chorros de agua estancada posteriormente al incendio. El mojado de un panel calcinado ablanda el yeso hasta el punto de que no puedan hacerse medidas fiables.

18.4.4.1 Diagrama de Profundidad de Calcinación. Puede hacerse un diagrama de profundidad de calcinación del mismo modo que el de profundidad de carbonizado.

18.4.4.2* Medida de la Profundidad de la Calcinación. La técnica de medida y análisis de la profundidad de la calcinación puede hacerse mediante observación visual de las secciones del material o mediante la toma de una muestra por sondeo. El método visual requiere retirar con cuidado de una pequeña muestra de toda la sección [mínimo aproximado de 50mm (2 pl.) de diámetro] de muros o techos para observar y medir el espesor de la capa calcinada. El método de sondeo se basa en un estudio de la profundidad de la calcinación por medio de la inserción de un dispositivo de muestreo, como se ilustra en la Figura 18.4.4.2(a) y la Figura 18.4.4.2(b), dentro de los paneles de yeso de la habitación investigada. Basándonos en los datos experimentales, se recomienda que el dispositivo tenga una punta roma sin bordes en ángulo. La sección transversal del dispositivo de muestreo usado deberá ser relativamente pequeña. En base a estudios experimentales, se ha determinado que el área debería ser de 1.9 a 3.1 mm^2 (de 0.003 a 0.005 pl^2.) El dispositivo puede estar unido a un dinamómetro para asegurar que se está aplicando una presión uniforme sobre la punta de la sonda en cada una de las mediciones. Se ha estudiado la presión requerida para alcanzar la línea de separación entre el yeso calcinado y el yeso virgen y los valores generalmente se encuentran en torno a un rango de 800 a 900 g/mm^2 (de 1120 a 1270 psi) Se debería tener mucho cuidado para usar la misma presión en cada una de las distintas mediciones. Los datos disponibles actualmente sugieren que las presiones de sondeo dentro de estas dimensiones son apropiadas tanto para paneles de yeso regulares (0.5 in.) como para los resistentes al fuego (0,625 in.). A la hora de usar este método, el investigador debería centrar sus inspecciones a lo largo de toda la superficie, en una cuadricula con intervalos regulares de 0.3 m (1 pi.) o menos. Dichas inspecciones pueden realizarse tanto sobre muros como sobre techos formados por paneles.

18.4.5 Inspección de Arcos o Mapa de Arcos. Las inspecciones de arcos (también conocidas como mapa de arcos) es una técnica que emplea el investigador para identificar las ubicaciones de arcos o "puntos" para ayudar a determinar el área de origen del incendio. Esta técnica se basa en el comportamiento predecible de los circuitos eléctricos energizados expuestos a un incendio en propagación. La relación espacial entre los puntos de arco y el edificio y entre sí puede ser una marca, que puede ser usada en un análisis de la secuencia en que fueron afectadas las partes dañadas del sistema eléctrico. Estos datos secuenciales pueden ser usados en combinación con otros para definir más claramente el área de origen. Hay circunstancias, como la destrucción completa de circuitos, fundido de conductores expuestos al incendio, reenergizado del sistema eléctrico posterior al incendio o la incapacidad para reconocer los daños por arco en conductores, que hacen más difícil o imposible el uso de esta técnica. La identificación de puntos de arco en el área de origen del incendio puede ayudar a identificar potenciales fuentes de ignición. El investigador debe tener en cuenta que conductores atraviesan ciertas áreas y, por tanto, la cantidad de información disponible estará limitada por la distribución espacial de los conductores que pueden generar arcos. El mapa de arcos sobre conductores que estuvieron expuestos al incendio, como cales de aparatos o ramales de circuitos en el compartimento incendiado, puede proporcionar una información muy útil. Los ramales de circuitos situados detrás de algún tipo de barrera térmica, paneles de yeso o madera, pueden no proporcionar información útil para el mapa de arcos, ya que la protección del circuito puede actuar antes de que el incendio dañe los conductores situados detrás de techos y paredes.

18.4.5.1* Procedimiento Sugerido. Un procedimiento para llevar a cabo una inspección de arcos es como sigue:

(1) Identificar el área a inspeccionar.

(2) Croquizar y dibujar el área tan completa y detalladamente como sea posible.

(3) Identificar zonas en el área a inspeccionar, tales como techo, suelo, pared norte pared sur, etc.

(4) Identificar todos los conductores de los circuitos eléctricos que atraviesan la zona, anotando, si es posible, cargas en cada circuito, dirección del flujo de corriente, ubicación de las cajas de conexión, tomas, interruptores (o cualquier otro control), tamaño de cada conductor y tamaño, tipo y estado del dispositivo de sobre tensión.

(5) Seleccionar para inspección una zona y comenzar el proceso sistemáticamente examinando cada uno de los conductores de la zona.

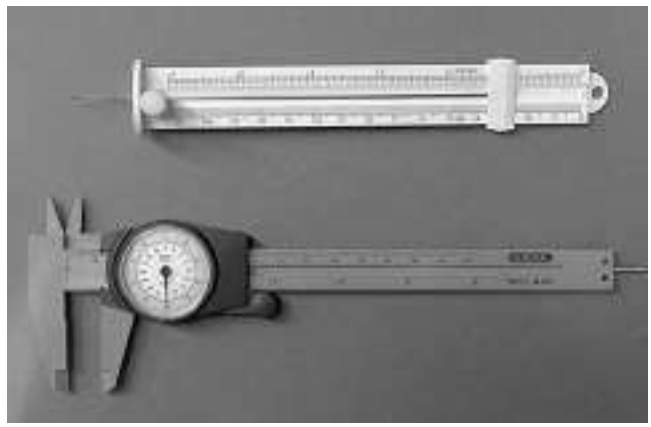


FIGURA 18.4.4.2(a) Dos Instrumentos que Pueden Ser Usados para Medir la Profundidad de Calcinación.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

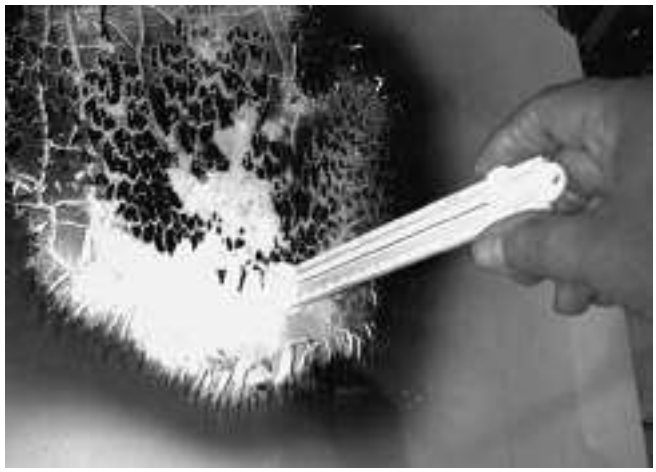


FIGURA 18.4.4.2(b) Medición de la Profundidad de Calcinación en una Pieza de Panel de Yeso.

(6) Examinar y tantear cada conductor, para identificar anomalías o daños superficiales, tales como perlas o cortes. Si es necesario retirar conductores de los circuitos, tener cuidado para evitar dañarlos.
(7) Determinar si la superficie presenta anomalías por arco, calor ambiental o fundido eutéctico (aleación de metales).
(8) Localizar el punto de arco sobre el croquis y documentar sus características físicas (avería a otro conductor en el mismo cable, avería del conductor por otro cable, conductor completamente cortado, avería por tubo metálico puesto a tierra o un elemento conductor del edificio).
(9) Marcar la ubicación del punto de arco con una marca adecuada y documentar dicha ubicación.
(10) Preservar los elementos como prueba, si procede.

18.4.5.2 Diagrama de Inspección de Arcos. El diagrama usado para marcar los puntos de arco debería ser tan detallado como sea posible. La precisión en el trazado del dibujo ayudará a reducir errores en el análisis posterior. Cuando se fijan los límites de cada zona, tener en cuenta que alguno o todos los conductores pueden ir también a otras zonas. Es especialmente útil tener una referencia direccional o brújula. Cuando se analiza el estado del dispositivo de sobrecarga, anótese el tipo de dispositivo como fusible, interruptor de circuito, interruptor de fallo a tierra del circuito (GFCT) o interruptor por arco en el circuito (AFCI).

18.4.5.3 Documentar Puntos de Arco. Para documentar puntos de arco, fijar marcadores visibles como cinta de color, cables con las puntas coloreadas o cinta aislante a los conductores y documentarlo con fotografías o video. Si es necesario como prueba el mapa de arcos, se pueden retirar los circuitos eléctricos del edificio. Retirar cada circuito, dañado por arco o no, que sea de valor, pero solo si se mantiene la relación espacial entre circuitos. La relación espacial de puntos de arco con los conductores no afectados por arco es una prueba significativa, no los conductores dañados por incendio.

18.4.5.4 Recopilación de Pruebas de Inspección de Arcos. Tener cuidado en identificar, etiquetar y recopilar conductores eléctricos. Los conductores son a veces quebradizos y pueden ser bastante frágiles. La manipulación puede causar fracturas, lo que hace el marcado y etiquetado más tedioso. Las uniones de conductores, como restos de cajas de conexión, pueden soltarse y perderse, lo que puede impedir el futuro trazado del circuito.

18.4.5.5 Utilización de la Inspección de Arcos. La utilización del mapa de arcos es principalmente el análisis de los datos para determinar la secuencia de eventos, pero debería tenerse en cuenta que el mapa de arcos puede ser útil para formular y probar hipótesis. Claramente, si un conductor está dañado seriamente por arco, puede deducirse correctamente que cualesquiera arcos aguas abajo eléctricamente sucedieron antes del daño serio. Una excepción a esta regla se da cuando los conductores son retroalimentados por un error de cableado previo al incendio, sistemas fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) o generadores. Además, si el área es hipotéticamente la de origen del incendio, entonces, a falta de pruebas en contrario, se podría esperar que el área de origen fuese una de las primeras áreas donde fue afectado el sistema eléctrico.

18.4.5.6 Limitaciones en el análisis de arcos eléctricos. La inspección de los arcos eléctricos producidos puede ayudar a identificar las áreas en el cuales el fuego daño a cables eléctricos con tensión en las fases iniciales del incendio. Del mismo modo, la situación especial de las zonas que muestran presencia de arcos, permiten identificar las zonas específicas en las cuales el fuego se desarrollo antes de que la energía que llegaba a ellas se cortara. Ambas investigaciones pueden ayudar a determinar la situación del origen del incendio. Sin embargo, la exactitud del trabajo depende de la identificación correcta del daño producido por el arco en los cables. El daño producido en los cables de cobre puede a veces ser el mismo que el producido por el arco, y la inspección visual no es a veces suficiente para determinar que el daño existente en una zona, se corresponde con la presencia de un arco eléctrico. Si se identifica de forma incorrecta el daño de los conductores



FIGURA 18.4.5.3 Bridas para cable rojas usadas para Marcar zonas de arco.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

como debido a un arco, las hipótesis basadas en estos análisis estarán basadas en datos erróneos y pueden ser incorrectas. El investigador deberá recoger cada muestra de supuesto daño por arco para realizar una evaluación y verificación mas detalladas

18.4.6 Análisis de Eventos Secuenciales. El análisis de los tiempos o secuencia de los eventos durante un incendio puede ser útil para determinar el origen. Muchos de los datos para este análisis provienen de testigos. En algunos casos, puede encontrarse un testigo que presenció el incendio en estado incipiente y puede proporcionar al investigador cual fue el área de origen. Tales circunstancias obligan al investigador a llevar la investigación para encontrar datos que apoyen o refuten el testimonio del testigo, en lo posible. Los medios para verificar dichos testimonios podrían incluir análisis de marcas, mapa de arcos o casar tiempos de activación de detectores de humo, calor y seguridad con las observaciones del testigo. Este análisis puede identificar vacíos o inconsistencias en la información, ayudar a plantear preguntas para entrevistas adicionales de testigos y proporcionar apoyo en el análisis y reconstrucción de la progresión del incendio. En la Sección 22.2 se incluye una información más detallada sobre cronología.

18.4.7 Dinámica de incendio. Los fundamentos de la dinámica de incendio pueden ser usados para analizar los datos en ayuda del desarrollo de hipótesis de origen y para complementar otras técnicas de determinación del origen. Tales análisis pueden ayudar en la identificación de combustibles potenciales que pudieran haber sido el primer elemento en arder, la secuencia de ignición de otros combustibles, el reconocimiento de otros datos necesarios de recopilar, el análisis de marcas de incendio y la identificación de fuentes potenciales de ignición.

18.5 Desarrollo de una Hipótesis de Origen. Basándose en el análisis de datos, el investigador debería ahora proponer una hipótesis o grupo de hipótesis para explicar el origen y desarrollo del incendio. Estas hipótesis deberían estar basadas únicamente en datos empíricos que el investigador haya recopilado. Se entiende que, al usar un método científico, un investigador pueda estar constantemente involucrado en recopilar datos, analizarlos y desarrollar y probar hipótesis. Un investigador puede desarrollar una hipótesis de origen al principio del proceso de investigación, pero cuando se ha terminado el proceso, independientemente del de los pasos seguidos, el investigador debería ser capaz de describir como estos pasos se ajustan al método científico. La Figura 18.2 muestra como los procedimientos indicados en este capítulo siguen el método científico.

18.5.1 Hipótesis Inicial. La hipótesis de origen inicial se desarrolla considerando las observaciones de los testigos, haciendo una evaluación inicial del lugar e intentando explicar el movimiento del incendio por el edificio. Este proceso se realiza usando los métodos descritos en las secciones anteriores de este capítulo. La hipótesis inicial permite al investigador organizar y planificar el resto de la investigación. En este momento es importante que el investigador intente identificar otros posibles orígenes y mantener vivas todas las otras hipótesis de origen hasta que hay suficientes pruebas para justificar descartarlas.

18.5.2 Modificación de la Hipótesis Inicial. La investigación no debería ser planeada únicamente para probar la hipótesis inicial. Es importante mantener una mente abierta. El esfuerzo investigativo puede modificar muchas veces la hipótesis inicial antes de que la investigación termine. El investigador debería continuar reevaluando áreas potenciales de origen mediante la consideración de datos adicionales acumulados a medida que la investigación progresa.

18.6 Prueba de las Hipótesis de Origen. Para confirmar el método científico, una vez desarrollada la hipótesis, el investigador debe probarla usando razonamiento deductivo. Una prueba usando razonamiento deductivo se basa en la premisa de que si la hipótesis es cierta, entonces el lugar del incendio debería mostrar ciertas características, suponiendo que el incendio no ha destruido esas características. Por ejemplo, si un testigo afirma que una puerta específica estaba cerrada durante el incendio, entonces habría un área protegida en la jamba de la puerta, lo que tendería a probar la hipótesis de que la puerta estaba cerrada. (Ver Capítulo 4 y Apéndice A.4.3.6.)

18.6.1 Medios de Prueba de Hipótesis. Durante la investigación, el investigador puede desarrollar y probar muchas hipótesis sobre el progreso del incendio. Por ejemplo, a menudo el investigador tiene que determinar si una puerta o ventana estaban abiertas o cerradas. Al final, la determinación del origen llega mediante la prueba de las hipótesis de origen. Una determinación del origen técnicamente válida es aquella que es consistente con los datos disponibles. Al probar las hipótesis, deberían ser respondidas las preguntas indicadas en 18.6.1.1 a 18.6.1.3.

18.6.1.1 ¿Hay una fuente de ignición adecuada en la hipótesis de origen? La ausencia de una fuente de ignición adecuada en el hipotético origen debería obligar a que la hipótesis se analice más cuidadosamente. Los investigadores deberían evitar caer en razonamientos recurrentes. Ya que la causa del incendio tuvo que estar una vez localizada en el punto de origen, el investigador que elimina una potencial fuente de ignición porque " no está en el área del hipotético origen" necesita ser especialmente diligente en probar la hipótesis de origen y considerar hipótesis alternativas. *(Ver Sección 19.2.)* Es especialmente cierto en casos de combustión total de la habitación. A menos que haya pruebas fiables que reduzcan el origen a una posición particular en la habitación, debería tenerse como una causa posible en cuenta cada potencial fuente de ignición.

18.6.1.2 ¿Puede un incendio que se inicia en el origen hipotético causar los daños observados? El investigador debería ser cauto al decidir un origen solo porque están presentes un combustible fácilmente inflamable y una potencial fuente de ignición. La secuencia de eventos que unen la fuente de ignición y el combustible y causan el daño observado indica el origen y consecuentemente la causa. El hipotético origen debería no solo justificar los daños físicos de edificio y contenido, sino también la exposición de los ocupantes al ambiente de incendio.

18.6.1.3 ¿El crecimiento y propagación de un incendio que comenzó en el origen hipotético está de acuerdo con los datos disponibles en un momento específico? Pocos datos son más dañinos para una hipótesis del origen que una observación contradictoria

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de un testigo creíble. Cualquier dato puede contradecir a la hipótesis final. Los datos deben tenerse en cuenta en su conjunto la considerar una hipótesis, siendo analizados la fiabilidad y valor de cada uno de ellos. Finalmente, el investigador debería ser capaz de cómo el crecimiento y propagación del incendio, iniciado según la hipótesis del origen, está de acuerdo con los datos.

18.6.2 Técnicas y Herramientas de Análisis. Hay técnicas y herramientas de análisis disponibles para probar hipótesis del origen. El uso de tales técnicas y herramientas para analizar la dinámica del incendio puede proporcionar un conocimiento de del incendio que puede reforzar las bases técnicas para las determinaciones del origen. Tales análisis pueden también identificar ausencias e inconsistencias en los datos. La utilidad de las herramientas de dinámica de incendio no se limita a las pruebas de hipótesis. Pueden también ser usadas para el análisis de datos e hipótesis de propagación. Las técnicas y herramientas incluyen análisis de cronología, de dinámica de incendio y experimentación.

18.6.2.1 Análisis de Cronologías. Las cronologías son una herramienta del investigador que puede mostrar la relación entre eventos y condiciones asociadas al incendio. Estos eventos y condiciones dependen generalmente del tiempo y, por tanto, la secuencia de eventos puede ser usada para probar hipótesis del origen. Los eventos y condiciones importantes incluyen la ignición de conjuntos combustibles adicionales, cambios en ventilación, activación de detectores de calor y humo, combustión súbita generalizada (flashover), rotura de ventanas y propagación del incendio a compartimentos adyacentes. Las herramientas de análisis de dinámica de incendio (*ver 22.4.8*) pueden usarse para estimar eventos y condiciones de incendio dependientes del tiempo. Las cronologías se tratan más detalladamente en la Sección 22.2.

18.6.2.2 Modelos de Incendio. Los fundamentos de dinámica de incendio pueden usarse para probar hipótesis relativas al origen del incendio. Tales fundamentos se describen en la literatura científica disponible y están incorporados en los modelos de incendio que van desde sencillas ecuaciones algebraicas hasta complejos modelos de incendio para ordenadores (*ver Sección 22.4.8*). Los modelos usan datos específicos para predecir el ambiente de incendio a partir de una hipótesis propuesta. Los resultados pueden ser comparados con las pruebas físicas y de testigos para probar la hipótesis del origen. Los modelos pueden tratar temas relativos a desarrollo y propagación del incendio y exposición al mismo de los ocupantes.

18.6.2.3 Pruebas Experimentales. Se pueden llevar a cabo experimentos para probar la hipótesis del origen. Si los resultados del experimento coinciden con los daños en el lugar. Se puede decir que el experimento apoya la hipótesis. Si el experimento produce resultados diferentes, pueden necesitarse nuevas hipótesis del origen o datos adicionales, teniendo en cuenta las posibles diferencias entre las condiciones de prueba y del incendio real. Lo que sigue es un ejemplo de uno de tales experimentos. El origen hipotético es una cesta de mimbre situada en un rincón de una habitación empanelada de madera. Los datos del incendio real muestran restos parciales de la cesta, alfombra y empanelado sin daños en el rincón. Una prueba de incendio duplicando la hipótesis del origen consumió totalmente la alfombra, la cesta de mimbre y el empanelado. Entonces (suponiendo que la prueba reproducía las condiciones previas al incendio), la prueba revela que esta hipótesis del origen no es consistente con los daños esperados por tal incendio.

18.7 Selección de la Hipótesis Final. Una vez que han sido probadas las hipótesis referentes al origen del incendio, el investigador debería revisar todo el proceso, para asegurar que se han tenido en cuenta todos los datos creíbles de que se dispone y que se han considerado y eliminado todas hipótesis del origen alternativas y creíbles. Cuando se usa el método científico, el fallo en la consideración de hipótesis alternativas es un serio error. Una pregunta critica que debe ser respondida por el investigador de incendio es “hay cualesquiera otras hipótesis del origen compatibles con los datos?” El investigador debería documentar los hechos que apoyan la determinación para excluir todos los otros orígenes potenciales.

18.7.1 Definición del Área de Origen. Aunque área de origen es una terminología usada comúnmente para describir el origen, el investigador podría describir el origen en un espacio tridimensional donde se incoa el incendio, incluyendo los límites de tal espacio.

18.7.2 Datos No Consistentes. No es usual que una hipótesis sea consistente con todos los datos. Debería anisarse la fiabilidad y valor de cada dato — no todos los datos tienen el mismo valor en un análisis. Frecuentemente, algunas marcas de incendio o afirmaciones de testigos proporcionarán datos que perecen no consistentes. Los datos contradictorios deberían ser identificados y resueltos. Los datos incompletos pueden hacer esto más difícil o imposible. Si no es posible la resolución, debería reevaluarse la hipótesis del origen.

18.7.3 Revisión del Archivo del Caso. Otros investigadores pueden ayudar en la evaluación de la hipótesis del origen. Un investigador debería ser capaza de proporcionar los datos y análisis a otro investigador. Que debería ser capaz de llegar a la misma conclusión respecto al origen. La revisión por otros investigadores se va a dar seguramente en cualquier caso de incendio importante. Pude haber diferencia de opiniones sobre el peso dado a cierto dato por un investigador o por la aplicación de una explicación teórica diferente (dinámica de incendio) acerca de hechos relativos en un caso en particular.

18.8 Origen Insuficientemente Definido. Hay ocasiones en que no es posible formular una hipótesis que pueda probarse en un área útil para identificar causas potenciales. El objeto de la investigación del origen es identificar la exacta ubicación donde se inició el incendio. En la práctica, el investigador tiene una hipótesis del origen cuando llega al lugar del incendio. El origen está en el lugar. A veces, no es posible encontrar un área o volumen es menor que la totalidad del lugar. Entonces, una conclusión sobre la investigación del origen puede ser la identificación de un volumen o espacio demasiado grande para identificar factores causales o donde no hay establecidos límites alrededor del volumen de origen. Un ejemplo de tal origen puede ser un edificio que ha ardido totalmente sin testigos. Tales incendios a veces son llamados incendio total. El área de origen es el edificio, pero en realidad

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

no hay ninguna hipótesis del origen que pueda ser probada o desarrollad porque no hay datos fiables suficientes.

18.8.1 Área Grande Adecuada para la Determinación. Hay casos en que la ausencia de una determinación del origen no interfiere necesariamente con la investigación. Un ejemplo es el caso en el que un incendio se produjo por la ignición de vapores de un gas combustible dentro de un edificio. Los daños resultantes pueden impedir la definición del lugar donde el combustible se combinó con la fuente de ignición. Sin embargo, todavía pueden proponerse fuentes de ignición.

18.8.2 Justificación de una Gran Área de Origen. El análisis del origen debería identificar los datos que justifican las conclusiones de que un área de origen no puede reducirse a un tamaño práctico. Ejemplos de tales datos podrán incluir el establecimiento de que no hay marcas importantes a trazar, que se consumió la mayoría del combustible o que se intentaron otros métodos de determinación del origen sin que se pudiera llegar a conclusiones razonables.

18.8.3 Área de Origen Según Pruebas de Testigos. Si el origen es demasiado grande para ser útil, la determinación de la causa del incendio puede ser muy difícil o imposible. En algunos casos, cuando no se puede desarrollar mediante examen solo del lugar una hipótesis del origen que se pueda probar, puede ser encontrado un testigo que vio el incendio en su estado incipiente y puede proporcionar al investigador un área de origen.

Capítulo 19 Determinación de las Causas de Incendio

19.1 General.

19.1.1 El objetivo de este capítulo es la determinación de la causa del fuego o la explosión. La determinación de la causa de un incendio o explosión ha de tener en cuenta las circunstancias, condiciones o hechos que reúnen un combustible, una fuente de ignición y un oxidante (como aire u oxígeno).

19.1.1 Factores causantes del Incendio. Determinar la causa de un incendio requiere la identificación que aquellos factores que fueron necesarios para que éste ocurriera. Estos factores incluyen la presencia de una fuente de ignición apropiada, el tipo y la forma del primer producto que comenzó a arder y, las circunstancias, tales como fallos o actos humanos, que permitieron que los factores se reunieran y comenzara el fuego. Los fallos de equipos o electrodomésticos pueden ser consecuencia de un termostato que falla, El fallo puede ser debido a un fallo en el diseño. Las contribuciones humanas a la aparición de un fuego pueden ser, un fallo en control de una olla en la cocina, error al conectar de forma inadecuada un cable, creando una conexión de alta Resistencia, o actos intencionados. Por ejemplo, consideremos un incendio que comienza porque se prende fuego una manta dentro de un armario debido a la presencia de una lámpara incandescente. Los factores incluyen, tener una lámpara colgando dentro del armario muy cerca de los estantes, colocar productos combustibles muy cerca de la lámpara, dejar la lámpara encendida cuando no se está usando el armario. La ausencia de uno de estos factores habría evitado el incendio. La función del investigador es identificar los factores que han contribuido a que se produzca el fuego.

19.1.2 Combustible Inicial. El combustible inicial es el primero que mantiene la combustión más allá de la fuente de ignición. Por ejemplo, la madera de la cerilla no sería el combustible inicial encendido, sino que lo serían el papel, el líquido inflamable, o las cortinas, si se utilizó una cerilla para encenderlos

19.1.3 Fuente de Ignición. La fuente de ignición estará en o cerca del foco en el momento de la ignición, aunque en algunas ocasiones, tales como la ignición de vapores inflamables, los dos parecen o coincidir. A veces la fuente de ignición permanece junto al foco de una forma reconocible, mientras que otras veces la fuente puede ser alterada, destruida, consumida, desplazada o eliminada. No obstante, la fuente debe ser identificada para poder determinar la causa. Hay, sin embargo, ocasiones en las que no hay evidencia física de la fuente de ignición, pero se puede generar una hipótesis de secuencia de ignición basada en otros datos.

19.1.4 Oxidante. En general, el oxidante es el oxigeno contenido en la atmósfera. El oxigeno medicinal contenido en cilindros o producido por concentradores de oxigeno y algunos compuestos químicos pueden ayudar o incrementar las reacciones de combustión (Ver el apartado de Agentes Oxidantes en el capitulo de Ciencia Básica del Fuego).

19.1.5 Secuencia de Ignición. El combustible solo o la fuente de ignición sola, no pueden crear un incendio. Éste resulta de la combinación de combustible, oxidante y fuente de ignición. La descripción de los acontecimientos que realiza el investigador, incluyendo la secuencia de ignición (factores que permitieron que reaccionaran, combustible, fuente de ignición y oxidante) puede ayudar a establecer la causa del fuego.

19.2 Método General. El método general para determinar la causa de un incendio, es el método científico tal y como se describe en el capitulo de Metodología Básica. El método incluye la identificación y la definición del problema a resolver, la recogida de datos, el análisis de los datos, el desarrollo de una o varias hipótesis, y lo mas importante, la comprobación de la/s hipótesis. Para poder usar el método científico, el investigador ha de desarrollar al menos una hipótesis basada en los datos disponibles en ese momento. Las hipótesis iniciales se deben considerar “hipótesis de trabajo”, las cuales, tras los ensayos podrán ser descartadas, revisadas o modificadas con los nuevos datos recogidos durante la investigación y los nuevos análisis que se apliquen. Este procesos se repite cada vez que hay mas información disponible (*Ver Figura 19.2).*

19.2.1 Examen de los Datos. En algunos casos, un solo dato, como una evidencia física irrefutable o un testigo creíble de la ignición o una grabación de video, puede servir de base para determinar la causa. Sin embargo, en la mayoría de los casos un solo dato no es suficiente para permitir determinar la causa. El investigador debe usar todos los recursos disponible para desarrollar hipótesis sobre la causa, que encajen con todos los datos creíbles de que dispone. Si una hipótesis aparentemente creíble no encaja con algunos de los datos, el in-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 19.2 Ejemplo de aplicación del método científico a la determinación de las causas.

vestigador ha de intentar reconciliar ambos y determinar si lo erróneo es la hipótesis o el dato.

19.2.2 Secuencia de Actividades. Las diversas actividades necesarias para determinar la causa usando el método científico (recogida de datos, análisis, desarrollo de hipótesis, comprobación de las hipótesis) se suceden de forma continua. Del mismo modo, el registro de la escena, la toma de notas, la toma de fotografías, la identificación de pruebas, las entrevistas con los testigos, investigación del origen, análisis de fallos y demás tomas de datos pueden llevares a cabo al mismo tiempo. Los investigadores deben consultar otras secciones de esta guía para trabajar con estas actividades específicas. De igual manera, los investigadores han de estar alerta sobre expoliaciones o contaminación del escenario para lo cual pueden consultar los capítulos sobre Consideraciones Legales y Pruebas Físicas.

19.2.3 Foco y área de Origen. En algunas ocasiones no es posible determinar cual es el foco dentro del área de origen. Si no se puede identificar un punto único, aun puede ser valioso identificar el área o áreas de origen. En tales casos, el investigador debe poder suministrar una explicación fiable sobre el área de origen con las pruebas que avalan cada opción. En muchas ocasiones, la extensión de los daños puede reducir la capacidad de identificar un foco específico sin eliminar la capacidad de presentar un origen creíble y unas hipótesis sobre la causa

19.3 Recogida de Datos para Determinar la Causa de Un Incendio. El proceso de recogida de datos para determinar la causa de un incendio incluye la identificación de los combustibles, las fuentes de ignición y oxidantes dentro del área o áreas de origen. Los datos deberán ser recogidos para identificar todos los combustibles, fuentes de ignición, y oxidantes potenciales dentro del área de origen. Puede que sea necesario también recoger datos fuera del área de origen. Un ejemplo de esto puede ser una muestra de combustible sin arder, o ejemplos de fuentes de ignición localizadas en otras áreas. Los datos referidos como se ha aportado el combustible, fuentes de ignición y oxidantes pueden venir de diferentes fuentes. Es caso de estar disponible, un repaso de la documentación previa al incendio de las posibles áreas de origen puede ser de gran valor.

19.3.1 Identificación de los Combustibles en el Área de Origen. El investigador debe identificar los productos combustibles presentes en el área de origen en el momento de la ignición. Uno de esos productos será el primero que comenzó a arder. Se debe identificar el tipo, cantidad y situación de los productos combustibles tanto si son parte de la estructura como del contenido.

19.3.1.1 La identificación del combustible inicial es necesaria para poder evaluar la capacidad de las posibles fuentes de ignición y comprender que acontecimientos causaron el incendio. A veces, una parte del combustible inicial sobrevive al incendio, pero más a menudo no lo hace. El combustible inicial ha de ser capaz de comenzar a arder dentro las posibilidades de la fuente de ignición. Los componentes de los edificios no son susceptibles de comenzar a arder si la fuente de ignición tiene baja energía, baja temperatura o es de corta duración. Por ejemplo, los suelos de madera, las estructuras de madera, los armarios de madera y las alfombras no se inflaman a menos que se les exponga una fuente de calor elevada. El investigador debe identificar los productos fáciles de inflamar, que una vez ardiendo, pueden suministrar la fuente de calor que afecte o involucre a los objetos más difíciles de inflamar. (*Ver el capitulo Ciencia Básica del Fuego. Carga de combustible*).

19.3.1.2 El combustible inicial podría ser parte del aparato que funcionó mal o falló. Por ejemplo, el aislamiento de un cable que se calentó hasta su temperatura de ignición por ex-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ceso de corriente o la cubierta de plástico de una cafetera que se calentó en exceso.

19.3.1.3 El combustible inicial puede ser a veces algo que está demasiado cerca de un equipo que genera calor, por ejemplo, ropa cerca de una lámpara incandescente, o un calentador con resistencia, empanelado de madera cerca de una estufa o chimenea, o combustibles muy cercanos al tubo de escape o del catalizador de un motor.

19.3.1.4 Algunos combustibles producen residuos que no son normales después de un incendio. Estos residuos son diferentes de los que dejan los materiales de construcción o los que forman parte del contenido normalmente existente en le área de origen. Son ejemplo de esto, los residuos de líquidos inflamables o los materiales pirotécnicos, tales como bengalas.

19.3.1.5 Los gases, vapores y polvo combustible, pueden ser el combustible inicial y crear confusión acerca de la situación del foco, ya que éste puede estar a cierta distancia del lugar en el cual se produjo el un fuego continuado en la estructura o en el mobiliario. También pueden aparecer fuegos tipo flash cuando se queman materiales de baja densidad, tales como cortinas, que están situadas lejos del vapor que se considera como combustible inicial.

19.3.1.6 Se debe solicitar información de las personas que pueden tener conocimiento de las actividades recientes en el área de origen (como los ocupantes) y que combustibles debería y no debería de haber estado presentes. Se debe tener también información acerca de como es la estructura en el área de origen. Los detalles han de incluir información sobre suelos, techos, recubrimientos de las paredes, tipos de puestas y ventanas y demás información necesaria para llevar a cabo el análisis. También puede ser valioso conocer la edad de los materiales de construcción y los métodos de fijación usados. Toda esta información puede revelar cual fue el combustible inicial. También puede ayudad al investigador a no pasar por alto la presencia de combustibles secundarios presentes en el área de origen y podrían haber contribuido al crecimiento del incendio. Cuando esté analizando el área de origen para determinar cual fue el combustible inicial, el investigador debe consultar los capítulos, Ciencia Básica del Fuego, Patrones de incendios, Métodos de construcción y Fuentes de información.

19.3.2 Identificar la Fuente y la Forma en que se Aporto Energía de Ignición. El investigador debe identificar y documentar todos los objetos productores de calor existentes en el área de origen. Estos pueden ser dispositivos, equipos y materiales que generan calor o son reactivos. Ha de identificar también aquellos aparatos o equipos que no producen calor en condiciones normales, pero que, bien por mal funcionamiento bien por mal uso, pueden llegar a producir el calor suficiente como para ser la fuente de ignición.

19.3.2.1 Las posibles fuentes de ignición para gases, vapores o polvo, son, llamas abiertas, chispas de motores o interruptores, encendedores eléctricos, llamas piloto o llamas de equipos de gas, superficies calientes y electricidad estática

19.3.3 Identificación de Elementos y Actividades en el Área de Órigen. Hay que recabar información de los propietarios o los ocupantes, acerca de las actividades recientes que se habían llevado a cabo en el área de origen y que electrodomésticos, equipos o aparatos generadores de calor estaban presentes. Esta información es especialmente importante cuando no es posible identificar las posibles fuentes de ignición después del incendio. Esta información sería útil para alerten al investigador sobre la presencia de equipos u objetos pequeños que podrían fácilmente ser pasados por alto en el momento de la investigación de área de origen. Cuando los equipos eléctricos sean las posibles fuentes de ignición, el investigador debería consultar los capítulos de Electricidad y Electrodomésticos. Hay que recabar también información sobre si los equipos eran nuevos o viejos, estaban recién comprados, como y cuando se usaban, que reparaciones tuvieron y sobre cualquier otro tipo de problema.

19.3.4* Identificar el Oxidante. El oxidante mas común (agente oxidante) en un incendio es el oxigeno existente en la atmósfera y no se requiere ninguna documentación especial. Sin embargo, si se debe identificar y documentar otros oxidantes como los descritos en los apartados 19.3.4.1 a 19.3.4.3, si se encuentran cerca o en el área de origen.

19.3.4.1 En algunas ocasiones podemos encontrar el oxígeno en una concentración mayor de la atmosférica, como en cámaras hiperbáricas, cámaras de oxígeno, o alrededor de equipamiento capaz de generar, concentrar y almacenar oxígeno.

19.3.4.2 Además del oxigeno, existen otro productos químicos que se consideran oxidantes, Algunos productos químicos comunes como desinfectante para piscinas, pueden funcionar como oxidantes

19.3.4.3 Algunas mezclas de productos químicos, como el combustible sólido para cohetes contiene el oxidante y el combustible de forma que no necesita ninguna fuente externa de oxidante.

19.3.5 Datos para Identificar la Secuencia de Ignición. El investigador debe desarrollar los datos que puedan usarse para analizar los acontecimientos que llevaron a juntarse el combustible y la fuente de ignición (secuencia de ignición). La información de las condiciones que rodearon la coincidencia del combustible, fuente de ignición y oxidantes puede obtenerse a través de observaciones, testimonios de testigos o datos climatológicos. El uso de líneas de tiempo puede ser muy útil para analizar y organizar estos datos. (*Ver capítulos Análisis de Fallos y Herramientas de análisis*) Para determinar las circunstancias que hicieron coincidir, combustible, fuente de ignición y oxidante juntos puede ser necesario recabar información adicional. La recogida de datos puede continuar incluso después de que se termine de procesar el escenario del incendio y puede necesitar el uso de equipos especializados de laboratorio. Estos datos adicionales pueden dar como resultado la modificación o rechazo de las hipótesis previamente desarrolladas o la reconsideración de hipótesis previamente rechazadas.

19.4 Analizar los Datos. El método científico requiere que se analicen todos los datos recolectados que afecten a la causa de incendio. Analizar los datos requiere el examen y la interpretación de cada elemento que forme parte de los datos recogidos y afecte a la causa del incendio. Este es un paso esencial

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

que puede darse antes de la formación de cualquier hipótesis. El propósito del análisis es atribuir un significado específico a los resultados del examen y al proceso de interpretación, que serán los que, en última instancia, desempeñaran un papel en el desarrollo de las hipótesis en la prueba de éstas. La identificación, la recolección y catalogación de los datos no es lo mismo que el análisis de datos. El análisis de los datos se basa en el conocimiento, la formación, la experiencia y la pericia de la persona que realiza el análisis. Si el investigador no tiene los conocimientos necesarios para atribuir correctamente el significado a un dato, entonces deberá solicitar la intervención de alguien que tenga los conocimientos necesarios. Comprender el significado de los datos permitirá al investigador formular hipótesis basadas en la evidencia, y no en la especulación o creencia subjetiva.

19.4.1 Análisis de los Combustibles. El análisis de combustible es el proceso de identificación del primer (inicial) material o conjunto de materiales combustibles que mantuvieron la combustión más allá la fuente de ignición y la identificación de los combustibles subsiguientes que se quemaron tras el combustible inicial.

19.4.1.1 Geometría y Orientación. Conocer la forma del combustible y su orientación es importante a la hora de determinar si fue el primero en arder. La forma física del combustible tiene un papel muy importante en su capacidad para comenzar a arder. Un combustible no gaseoso con una gran relación superficie /masa es mas fácilmente inflamable que otro que tenga una relación muchas mas baja. Ejemplos de alta relación superficie/masa son productos en polvo, fibras o papel. A medida que la relación superficie/masa aumenta, disminuyen la cantidad de calor, o el tiempo necesario para inflamar el producto... Los gases y vapores están dispersos (con una gran relación superficie/masa) y pueden inflamarse de forma instantánea con una fuente de calor de baja energía.

19.4.1.2 Temperatura de ignición. La fuente de ignición teorizada ha de ser capaz de inflamar el combustible. Hay que conocer la temperatura de ignición del combustible. Es importante distinguir la diferencia entre temperaturas de ignición guiada y temperatura auto ignición. Los componentes de la mayoría de los edificios no son susceptibles de entrar en ignición a causa de fuentes de calor poco energéticas, de baja temperatura o de corta duración. Por ejemplo, los suelos, las estructuras de madera, armarios o alfombras no arden a no ser que se les exponga a una fuente de calor importante.

19.4.1.3 Cantidad de combustible. La combustión del primer material puede no tener como resultado el crecimiento del fuego y su extensión, si éste no se encuentra en cantidad suficiente. Por ejemplo, si el líquido utilizado para encender el fuego se consume antes de que se transfiera una cantidad de calor suficiente a las briquetas de carbón, el fuego se apagará. El investigador deberá analizar cual es la cantidad de combustibles (primario, secundario, terciario, etc.), para determinar si es suficiente para explicar el fuego resultante.

19.4.2 Análisis de la Fuentes de Ignición. El investigador debería evaluar todas las potenciales fuentes de ignición del área de origen y determinar si son adecuadas. Una fuente de ignición adecuada presentará la energía suficiente y podrá transferir dicha energía a un combustible el tiempo necesario para llevar al combustible a su temperatura de ignición.

19.4.2.1 El calentamiento del combustible se produce a causa de la energía que llega hasta él. Cada uno reacciona de forma diferente ante la energía que le alcanza, según sus propiedades físicas y térmicas. La energía puede ser reflejada, transmitida o dispersada dentro del material. Siendo la energía absorbida, la única que hace que la temperatura aumente.

19.4.2.2 Los gases inflamables o los vapores producidos por un líquido, como la gasolina, pueden desplazarse a una distancia considerable del punto en el cual se produjo su liberación antes de alcanzar una fuente de ignición adecuada. La ignición solo se produce en condiciones específicas, siendo los más importantes, la concentración dentro de los límites de inflamabilidad y la presencia de una fuente de ignición con energía suficiente colocada dentro de la mezcla inflamable.

19.4.3 Oxidante. El oxidante es normalmente el oxigeno de la atmósfera. En algunos casos pueden estar presentes oxidantes adicionales o alternativos y el investigador debe tener esto en cuenta y determinar su papel en la ignición y la extensión del fuego.

19.4.3.1 Si hay residuos que hacen sospechar de la presencia de un oxidante diferente del oxigeno de la atmósfera, se deberán recoger los residuos y analizarlos en el laboratorio. En general, los oxidantes no permanecen en su forma original tras el incendio, pero pueden dejar residuos característicos

19.4.4 Secuencia de la ignición

19.4.4.1 La secuencia de ignición de un incendio se define como la sucesión de acontecimientos y condiciones que, permiten que la fuente de ignición, el combustible y el comburente interactúen en las circunstancias y cantidades apropiadas para que comience la combustión. La identificación del combustible o de una fuente de ignición no permiten, por si solos, no hace ni puede describir porque se produjo el incendio. El fuego es consecuencia de la interacción del combustible, un comburente y una fuente de ignición. Por lo tanto, deber tener cuidado al decidir cual es la causa del fuego solo porque se ha identificado un combustible fácilmente inflamable, una posible fuente de ignición o cualquier otro elemento de la secuencia de ignición. La secuencia de acontecimientos que permitió a la fuente de ignición, al combustible y al oxidante interactuar en las circunstancias y cantidades adecuadas para que el fuego comience, es esencial para establecer la causa.

19.4.4.2 El análisis de la secuencia de ignición precisa determinar el acontecimiento y condiciones que ocurrieron o lógicamente debieron de ocurrir para que el fuego comenzara. Además, al describen la secuencia de ignición se ha de determinar el orden en el cual se desarrollaron los acontecimientos.

19.4.4.2.1 En toda investigación de un incendio se han de investigar los diversos factores que han contribuido a la ignición, e incluirlos en la explicación final de la secuencia de ignición. Estos factores han de incluir:

(1) Como y en que orden, el combustible inicial llego a estar presente en la forma, fase, configuración y condiciones

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

adecuadas para comenzar a arder (ser un combustible apropiado);
(2) Como y en que orden apareció el comburente en la forma y cantidad correctas para actuar sobre el combustible inicial y las fuentes de ignición y permitir la reacción de combustión;
(3) Como y en que orden apareció una fuente de ignición apropiada e interactuó con el combustible;
(4) Como in que orden se transfirió el calor desde la fuente de ignición al combustible, causando la ignición de éste;
(5) Como funcionaron o fallaron los equipos o medidas de seguridad destinados a evitar el fuego o a controlarlo. (Ver Capítulo de electrodomésticos para argumentaciones adicionales);
(6) Que actos, omisiones, agentes externos o condiciones, colocaron juntos, el combustible, el comburente y una fuente de ignición apropiada en el mismo lugar y al mismo tiempo provocando la ignición;
(7) Como pasó el fuego del combustible inicial al combustible secundario, terciario y sucesivos que dio como resultado la extensión del fuego.

19.4.4.3 Hay ocasiones en las cuales no existe evidencia física de la fuente de ignición en el área de origen, pero, usando otros datos, se puede inferior una secuencia lógica de ignición. La determinación de la causa del fuego ha de basarse en las evidencias mejor que en la falta de ellas, sin embargo, hay circunstancias en las que la fuente de ignición no se puede identifica, pero la secuencia se puede inferir mediante un razonamiento lógico. Se puede llagar a este proceso mediante los ensayos de las diferentes hipótesis sobre posibles secuencias de ignición, siempre que la conclusión resultante sea consistente con todos los demás hechos conocidos (Ver Capítulo de Métodos Básicos). Los siguientes son ejemplos de situaciones que se prestan a la formulación de una hipótesis de ignición cuando la fuente de ignición no se encuentra durante el examen de la escena del incendio. La lista no es exclusiva y se recomienda al investigador de incendios no aceptar la hipótesis de una secuencia de ignición sin datos que la apoyen.

(A) Explosión de combustibles difusos y fuegos tipo flash.
(B) Cuando se encuentran residuos (confirmados por ensayos de laboratorio) en uno o más lugares dentro de la escena del fuego y su presencia en esas zonas no es accidental. (Ver capitulo de Incendios Provocados).
(C) Cuando hay múltiples incendios (Ver capitulo de Incendios Provocados).
(D) Cuando hay rastro de combustibles. (Ver capitulo de Incendios Provocados).
(E) Se detectó el fuego o se grabó en el momento e cerca del momento en el cual comenzó o antes de que se extendiera a un combustible secundario.

19.5 Desarrollo de Hipótesis Sobre las Causas. Para tomar en consideración las posibles secuencias de ignición, el investigador debe usar el método científico (Ver capitulo Metodología Básica) como método para recogida de datos, desarrollo de hipótesis y comprobación de las mismas. Este proceso incluye el desarrollo y consideración de hipótesis alternativas. Es este caso, se desarrolla una hipótesis independiente para cada una de las posibles fuentes de ignición que se consideran apropiadas y dentro de la zona de origen. A continuación, se lleva a cabo la evaluación sistemática (comprobación de hipótesis), eliminando aquellas hipótesis que no puedan apoyarse o sean refutadas por los datos obtenidos en exámenes posteriores. Se recomienda al investigador no eliminar una potencial fuente de ignición solo porque no hay una evidencia clara de que lo sea. Por ejemplo, el investigador no debe eliminar el calentador eléctrico porque no hay formación de arcos en los cables o debido a que los contactos no están fundidos. Puede haber otros métodos por los que el calentador podría haber sido la fuente de ignición que no sea un fallo del sistema, tales como la presencia de materiales combustibles almacenados demasiado cerca de él. Las posibles fuentes de ignición no se tomaran en consideración si hay una clara evidencia de que no pueden serlo, por ejemplo un calentador eléctrico nunca será una fuente de ignición si estaba desenchufado.

19.5.1 Los aparatos presentes en el punto/área de origen que destinados a producir calor, o que sean capaces de producirlo cuando tienen un defecto o una avería bien (p.e., e equipos eléctricos de diverso tipo) se deberán de incluir en la lista de las hipótesis, incluso si hay razones para eliminarlos.

19.5.2 El investigador ha de considerar la presencia de posibles fuentes de ignición no relacionadas con un aparato que pueda recuperarse en la zona. Esta posibles fuentes de ignición incluyen llamas abiertas creadas por una aparato que ya no está (p.e. se puedo usar un mechero que no se dejó en la escena del fuego), descargas producidas por electricidad estática (incluidos rayos). Ante la no presencia física de un aparato, se necesitan otras evidencias para establecer la presencia o ausencia de una fuente de ignición.

19.5.3 Para cada posible fuente de ignición existente en el área de origen, debe de establecerse si existió un combustible o combustibles, con la forma y configuración adecuadas, para que la dicha fuente de ignición pueda considerarse una fuente apropiada. La hipótesis sobre la causa puede desarrollarse incluso aunque no se puede afirmar de forma específica cual de esos combustibles fue el inicial.

19.5.4 Pueden existir, dentro del área de origen, muchas fuentes de ignición apropiadas para un combustible inicial conocido. Las hipótesis sobre la causa pueden desarrollarse incluso aunque no se pueda afirmar de forma específica cuales de las fuentes fue la que actúo sobre el combustible inicial. Si se produce una fuga de propano, tanto la llama piloto del calentador como el horno pueden haber sido la fuente de ignición, sin embargo después del fuego es imposible determinar de forma definitiva cual de las dos prendió el gas.

19.6 Comprobación de las Hipótesis Sobre la Causa. Cada una de las hipótesis alternativas que se desarrollaron, ha de ser comprobada siguiendo el método científico. Si queda una hipótesis que tras ser comprobada siguiendo del "método científico" se considera como probable, entonces, la causa del fuego ha sido identificada.

19.6.1 Método Científico. El uso del método científico dicta que cualquier hipótesis formada a partir del análisis de los datos recogidos en una investigación debe pasar una prueba

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

cuidadosa y seria, realizada, bien por el propio investigador, o por otros. [*Vér el capitulo de Metodología Básica y Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc. 509 U.S. 579, 113 S. Ct. 2786 (1993).*]

19.6.2 Razonamiento Deductivo. La comprobación de las hipótesis se realice mediante el principio del razonamiento deductivo, mediante el cual, el investigador compara la hipótesis con todos los hechos conocidos, así como con los conocimientos científicos asociados a los fenómenos mas relevantes para el incidente. En último caso, la determinación de la causa se obtiene a través de la comprobación de las hipótesis sobre las diferentes causas.

19.6.3 Preguntas para Comprobación de las Hipótesis. Al comprobar una hipótesis, se ha de responder a las siguientes preguntas:

(1) ¿La hipotética fuente de ignición es una fuente apropiada para el combustible inicial?
(2) ¿El tiempo necesario para la ignición es consistente con la línea temporal asociada con la hipótesis y los hechos de incidente?
(3) ¿Cuales fueron las circunstancias que juntaron la fuente de ignición y el combustible inicial?
(4) ¿Cuales fueron, si existieron, los fallos necesarios para que se produjera la ignición?

19.6.4 Medios para la comprobación de las hipótesis. Al comprobar una hipótesis, el investigador debe tratar de refutar, en lugar de confirmar la hipótesis. Si la hipótesis no puede ser refutada, entonces puede ser aceptada como posible o probable. La comprobación de hipótesis pueden incluir: Cualquier aplicación de los principios fundamentales de la ciencia, experimentos físicos o ensayos, experimentos cognitivas, técnicas y herramientas de análisis, y el análisis de sistemas.

19.6.4.1* Literatura Científica. El uso de la literatura científica es un medio importante para obtener información a utilizar en la prueba de hipótesis. Una revisión de la literatura puede incluir descripciones de experimentos y pruebas que pueden ser utilizadas por el investigador en el caso en estudio. Las "puertas de acceso" a la literatura científica pueden incluir bases de datos de Internet, bibliotecas técnicas, libros de texto y manuales. El investigador ha tener en cuenta cual es la validez de los datos incluidos en la información utilizada.

19.6.4.2 Principios Fundamentales de la Ciencia. Las hipótesis que violen las leyes fundamentales de la Física o la termodinámica hay que desecharlas. El agua no arde- una hipótesis basada en la inflamación del agua será errónea.

19.6.4.3 Experimentos físicos y ensayos. Para comprobar las hipótesis se pueden llevar a cabo experimentos. Se debe tener cuidado en la elaboración de un protocolo experimental que produzca resultados confiables y aplicables para el incidente específico de fuego o explosión que se está investigando. Para obtener más información, consulte la sección de Pruebas de Fuego en el capítulo de Análisis de fallos y herramientas analíticas.

19.6.4.4 Los experimentos Cognitivos. En un experimento cognitivo, se establece una premisa y se contrasta con los datos. Un ejemplo de un experimento cognitivo es, "Si se postula que la puerta estaba abierta durante el incendio y las bisagras muestran el patrón de una imagen especular, la hipótesis será refutado." Para obtener más información, ver el capítulo sobre Metodología Básica.

19.6.4.5 Líneas Temporales. En el contexto la comprobación de una hipótesis de la causa, la ventana temporal puede ser un elemento discriminador para determinar si un escenario de ignición es consistente con los datos disponibles en su relación con la ventana temporal.

19.6.4.6 Árboles de Fallos. Los árboles de fallos se pueden usar para comprobar la posibilidad de una hipotética causa del fuego. Los árboles de fallos se desarrollan descomponiendo un acontecimiento en sus componentes causales. Estos componentes se colocan en una secuencia lógica de acontecimientos o condiciones necesarias para que tenga lugar el acontecimiento. Si no se dan las condiciones o la secuencia, la hipótesis se desecha.

19.6.4.7 Técnicas Adicionales. Las herramientas y técnicas analíticas adicionales incluidas en el capitulo Análisis de fallos y herramientas analíticas pueden ser útiles en la comprobación de hipótesis.

19.6.5* Uso Apropiado. El proceso de eliminación es una parte integrante del método científico. Se deberían establecer hipótesis alternativas, y confrontarlas con los hechos. La eliminación de una hipótesis por medio de la refutación de dicha hipótesis a través pruebas fehacientes es una parte fundamental del método científico. No obstante, el proceso de eliminación puede ser usado de manera inapropiada. El proceso de determinar la fuente de ignición de un incendio eliminando todas las fuentes de ignición encontradas, conocidas o que se cree que estuvieron presentes en el área de origen, para afirmar luego que esta metodología es una prueba de una fuente de ignición de la que no hay evidencia de su existencia, es llamado por algunos investigadores como “corpus negativo”. Este proceso de utiliza para clasificar los incendios como provocados. Aunque también se utiliza para clasificar incendios como accidentales. Este proceso no es consistente con el método científico, es inapropiado y no debería usarse ya que genera hipótesis no comprobables, y puede dar como resultado determinaciones incorrectas de la fuente de ignición y del combustible inicial. Cualquier hipótesis formulada sobre los efectos causales (p.e combustible inicial, fuente de ignición y secuencia de ignición), ha de basarse en hechos. Estos hechos se derivan de las evidencias, los cálculos, experimentos y leyes de la ciencia. No se debe incluir información especulativa en el análisis.

19.6.5.1 Causa Indeterminada. En el caso de que se eliminen todas las hipotéticas causas del incendio y el investigador se quede sin hipótesis basadas en las los hechos de la investigación, la única opción para el investigador es que la causa del incendio o algunos factores causales específicos son indeterminados. No es aceptable basar las hipótesis en la ausencia de evidencias que las soporten. Esto es, es impropio opinar sobre la causa específica de un fuego, fuente de ignición, combustible o clasificación de causas sin tener ninguna prueba que apoye dichas opiniones, si todas las demás hipótesis han sido eliminadas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

19.6.5.2* Fuentes de Ignición vs Causa del fuego. El investigador debe recordar que la causa del incendio se define como "las circunstancias, condiciones, o agentes que pusieron juntos, el combustible, la fuente de ignición y el oxidante (como el aire u oxigeno) dando como resultado un fuego o una combustión explosiva" (*ver el capitulo Definiciones, Causa del fuego*). La identificación de la fuente de ignición y el combustible inicial no es suficiente para determinar la causa. Determinar la causa del incendio y la secuencia de ignición precisa que cada hipótesis propuesta incluya consideraciones sobre las relaciones entre la capacidad de la fuente de ignición y el combustible inicial. El investigador debe determinar si la fuente de ignición propuesta es una fuente apropiada para el combustible inicial. (*Ver 19.4.2, Análisis de la fuente de ignición*).

19.7 Selección de la Hipótesis Final. Una vez que se han comprobado las hipótesis referentes a la "causa" de incendio, el investigador deberá revisar todo el proceso para asegurarse de que se han tenido en cuenta todos los datos creíbles, y se han considerado u y eliminado todas las hipótesis alternativas creíbles, todos los datos creíbles. Cuando se usa el método científico, no considerar hipótesis alternativas es un gran error. Hay una pregunta crítica a la cual han de contestar los investigadores ¿Existen otras hipótesis sobre la cause que sean consistentes con los datos? El investigador deberá documentar los hechos que confirman la determinación de la causa y la exclusión de las otras causas posibles.

19.7.1 Establecimiento de la Causa. Aunque causa es un termino común, el investigador debe describirla en base a cual es la fuente de ignición apropiada que suministró calor en cantidad suficiente para hacer arder al combustible inicial y las circunstancias en la cuales ambos llegaron a estar en contacto. Se deberá especificar cuales fueron los combustibles involucrados, tras el combustible inicial, siendo esto especialmente importante cunado el combustible inicial puede ser parte de la propia fuente de ignición, como por ejemplo en un electrodoméstico. En este caso, los combustibles subsiguientes pueden ser lo que estuvieran cerca del aparato en el cual se inició el incendio.

19.7.2 Datos Inconsistentes. No es habitual que todos los datos sean totalmente consistentes con la hipótesis seleccionada. Cada aspecto de los datos se debe analizar en lo que se refiere a su fiabilidad e importancia. No todos los datos de un análisis tienen la misma importancia. Con frecuencia, algunos análisis o declaraciones de testigos pueden aportar datos que parecen no ser consistentes. Los datos contradictorios se han de reconocer y solucionar. Los datos incompletos pueden hacer que esto sea difícil o imposible. Si la solución es imposibles, se deberá de re-evaluar la hipótesis sobre la causa.

19.7.3 Dispositivos de Seguridad y Otras Medidas. Los equipos de seguridad y las medidas complementarias están diseñados y construidos para prevenir los incendios o controlarlos. La determinación de la causa ha de tener en cuanta la actividad de los equipos de seguridad.

19.7.4 Causas Indeterminadas. La opinión final es tan buena como lo sean los datos utilizados para llegar a ella. Si el nivel de certeza de la opinión es solo "posible" o "sospecha", la causa del fuego no esta resuelta y ha de clasificarse como "indeterminada". La decisión en cuanto al nivel de certeza en los datos recogidos en la investigación o de cualquier hipótesis extraída de un análisis estos datos recae en el investigador.

Capítulo 20 Clasificación de las Causas del Fuego

20.1 Clasificación de la Causa. Determinar la causa de un fuego y clasificar dicha causa son dos procesos separados que no deberían ser confundidos entre sí. La clasificación de un fuego puede ser usada a la hora de asignar responsabilidades, informar de propósitos, o recopilación de estadísticas. Las diferentes jurisdicciones pueden tener definiciones alternativas que deberán ser aplicadas en caso de ser requeridas. La causa de un fuego puede ser clasificada como accidental, natural, provocado, o indeterminado. El uso del término sospechoso no es una descripción adecuada de la causa de un fuego. La sospecha abarca el nivel de prueba, o el nivel de certeza, pero no es una clasificación para la causa de un fuego. La sospecha no es un nivel de prueba aceptable a la hora de determinar la causa de un fuego, desde el punto de vista de esta guía y debería ser evitada. En los incendios en los cuales el nivel de certeza implica sólo una posibilidad o es incierta, o en los cuales sólo existen sospechas sobre la causa, deberán ser clasificados como indeterminados.

20.1.1 Clasificación de Causas en Fuegos Accidentales. Los fuegos accidentales serían aquellos en los cuales la causa probable no implica un acto humano intencionado para iniciar o propagar el fuego hacia un área en la cual el fuego no debería estar. Cuando la intención de la persona no puede ser determinada o probada con un nivel aceptable de certeza, la clasificación correcta será indeterminada. En muchos casos, está clasificación será clara, pero algunos fuegos iniciados de manera deliberada pueden ser accidentales. Por ejemplo, dentro del marco legal, el fuego producido por la quema de basura puede propagarse de manera súbita debido a un golpe de viento. La propagación ha sido accidental aunque el fuego inicial fuera deliberado.

20.1.2 Clasificación de Causas Naturales de un Incendio. Las causas naturales de un incendio comprenden aquellos causados sin que exista una intervención o acción humana directa, como incendios producidos por un relámpago, terremoto, viento, e inundación.

20.1.3 Clasificación de Causas de los Fuegos Provocados. Un fuego provocado es todo aquel que ha sido deliberadamente iniciado con la intención de que se produzca un fuego en un área en la cual el fuego no debería estar.

20.1.4 Fuegos con Causa Indeterminada. Siempre que la causa no pueda ser probada con un nivel aceptable de certeza, la clasificación apropiada será la de indeterminada de la manera que sigue:

(A) Las causas indeterminadas de un fuego incluyen a aquellos fuegos que todavía no han sido investigados o aquellos que han sido investigados, o están bajo investigación, y no se cuenta con suficiente información para realizar una clasificación más clara. De todas formas, el fuego puede mantenerse bajo investigación y la causa puede ser determinada con pos-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

terioridad gracias a la introducción o descubrimiento de nueva información.

(B) En caso de que el investigador falle a la hora de identificar la fuente de ignición, el fuego no tiene que ser clasificado siempre como indeterminado. Si las pruebas establecen un factor, como puede ser el uso de un acelerante, esa prueba puede ser suficiente para establecer la clasificación de la causa de un incendio como provocada incluso cuando otros factores como la causa de ignición na hayan podido ser identificados.

Capítulo 21 Análisis de Causas y Responsabilidad del Incidente.

21.1* General.

21.1.1 Aunque el objetivo de este capítulo es la determinación de la causa del fuego o la explosión, se asume que el propósito de las investigaciones de incendios es a menudo mucho más amplio. La meta ideal de cualquier investigación de incendios es llegar a una conclusión correcta sobre las características significativas de un incendio o un fuego específico. Las características significativas se pueden agrupar en los siguientes cuatro grupos:

(1) *Causa del fuego o la explosión*. Característica que incluye consideraciones sobre las circunstancias, condiciones, o agentes que juntaron un combustible, una fuente de ignición y un oxidante (como el aire o el oxígeno), que llevan a un fuego o una explosión.
(2) *Causa del daño a la propiedad como consecuencia de un incidente*. Característica que incluye consideración de aquellos factores responsables de la propagación del incendio y dimensión de la pérdida, incluyendo la adecuación de la protección contra incendios, la suficiencia de la construcción del edificio, y la contribución de cualquier producto para propagar el humo y las llamas.
(3) *Causa de las muertes o lesiones de las personas.* Característica que trata sobre los elementos de seguridad personal, como la adecuación de los sistemas de alarma, suficiencia de las vías de evacuación o refugios de protección, papel que juegan los productos que emiten elementos tóxicos peligrosos para las personas, y la razón de las muertes o lesiones de los bomberos.
(4) *Grado en que el error humano contribuyó a uno o varios de los elementos descritos anteriormente en (1), (2) y (3)*. Esta característica trata del factor humano en la causa o propagación del incendio, o en las muertes o lesiones personales. Se centra en actos y omisiones que contribuyeron a las pérdidas (responsabilidad), como el incendio provocado y las negligencias.

21.1.2 La causa de un incendio o las causas de lesiones y muertes se pueden agrupar en muchas categorías para su discusión, para determinación de la responsabilidad o culpabilidad legal, o información. Los sistemas de información local, estatal o federal, o los sistemas legales pueden tener definiciones alternativas que se deberían aplicar según sea necesario.

21.2 La Causa del Incendio o Explosión. La determinación de la causa de un incendio requiere la identificación de las circunstancias y factores necesarios para que se produjera el fuego. Estas circunstancias incluyen el aparato o equipo que se ha visto implicado en la ignición, la presencia de otra fuente de ignición compatible, el tipo y forma del material que ardió primero y las circunstancias o hechos humanos que concurrieron para juntar todos esos factores, de modo que se produjera el incendio. El investigador puede que no tenga o no se le haya dado la responsabilidad para analizar todos los elementos descritos en esta sección. Para información sobre la clasificación del fuego, ver capítulo 20.

21.3 La Causa de Daños a Propiedades Como Resultado del Incidente.

21.3.1 Las siguientes consideraciones pueden ser utilizadas para establecer la causa de daños a propiedades. Estos factores se dividen en dos categorías principales: daños por propagación de incendio y humo y otros tipos de daños.

21.3.2 Propagación del Incendio y del Humo. Los elementos dañados por el incendio o sus productos pueden ser afectados también por las condiciones siguientes:

(1) *Compartimentación.* Efectividad o fallo en confinar el incendio y humo mediante métodos constructivos o conjuntos específicos de protección pasiva.
(2) *Cambio de ocupación o de riesgo.* Cambio en el uso o diseño original de un nivel bajo a un nivel mayor sin los cambios adecuados en la protección contra incendios, estructural o características de los medios de evacuación.
(3) *Sistemas de detección y alarma.* Fallo en la transmisión eficaz y a tiempo del aviso de incendio, dando lugar a un retraso en la detección y notificación.
(4) *Comportamiento humano.* Incluye actos intencionados o no u omisiones por parte de personas.
(5) *Supresión de incendios*. Los fallos de los sistemas de supresión de incendios del edificio para controlar o mitigar adecuadamente el incendio y los fallos de las actividades de supresión de incendios pueden ser también factores en el desarrollo y propagación de un incendio.
(6) *Cargas de fuego.* El tipo, cantidad y configuración de los combustibles afectan al desarrollo y propagación del incendio.
(7) *Mantenimiento.* Un mal mantenimiento puede contribuir a los daños por incendio al proporcionar configuraciones combustibles más fácilmente inflamables y una mayor propagación de incendio y humo. Un mal mantenimiento también puede obstruir el acceso de los bomberos durante las actividades de supresión.
(8) *Ventilación.* Las operaciones de ventilación de los bomberos, los HVAC y las puertas y ventanas abiertas pueden afectar al desarrollo del incendio. La ventilación también puede causar que el humo y los gases se muevan dentro o desde compartimentos.
(9) *Violaciones de normativa.* Las violaciones de la normativa y códigos de seguridad contra incendios puede aumentar o causar los daños (p.e. dejar abiertas puertas cortafuego o penetraciones en muros cortafuego).
(10) *Fallos estructurales.* El fallo de componentes o sistemas del edificio (servicios, protección contra incendios, compartimentación, etc.) puede aumentar los daños o causar que

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

el incendio y los productos de combustión se propaguen, proporcionando combustibles adicionales o impidiendo la supresión.

21.3.3 Otros Daños Consecuenciales. Otros daños consecuenciales pueden incluir la pérdida de servicios, daños atmosféricos, corrosión, contaminación, daños por agua, daños por moho o robo.

21.4 Causa de Daños a Personas y Pérdida de Vidas. (*Ver Capítulos 10 y 23*.)

21.4.1 Propagación del Incendio y del Humo. Las siguientes consideraciones pueden ser utilizadas para establecer la relación entre el incendio y las muertes o heridos:

(1) *Toxicidad.* Muertos o heridos resultantes de la exposición a productos de la combustión.
(2) *Materiales peligrosos.* Muertos o heridos resultantes de la exposición a materiales peligrosos como resultado del incendio o explosión y no relacionados directamente con productos de combustión.
(3) *Compartimentación*. Bajas resultantes de diseño inadecuado o mal funcionamiento de las características de compartimentación.
(4) *Cambio de ocupación o riesgo.* Cambio desde el diseño y uso originales de un riesgo bajo a un riesgo mayor sin los cambios apropiados de protección contra incendios, estructurales o de medios de evacuación.
(5) *Sistemas de detección y alarma.* Fallo en la transmisión eficaz y a tiempo del aviso de incendio, dando lugar a un retraso en la detección y notificación.
(6) *Comportamiento humano.* El comportamiento humano con el resultado de bajas puede incluir fallo en reaccionar, reacción inadecuada ante el aviso o retraso en la evacuación. (*ver capítulo 10*).
(7) *Supresión de incendios.* Los fallos de los sistemas de supresión de incendios del edificio para controlar o mitigar adecuadamente el incendio y los fallos de las actividades de supresión de incendios pueden ser también factores en los muertos y heridos por incendio.
(8) *Mantenimiento.* Un mal mantenimiento puede contribuir a los daños por incendio al proporcionar configuraciones combustibles más fácilmente inflamables y una mayor propagación de incendio y humo. Un mal mantenimiento también puede obstruir el acceso de los bomberos durante las actividades de supresión.
(9) *Cargas de fuego*. El tipo, cantidad y configuración de los combustibles afectan al desarrollo y propagación del incendio
(10) *Ventilación.* Las operaciones de ventilación de los bomberos, los HVAC y las puertas y ventanas abiertas pueden afectar al desarrollo del incendio. La ventilación también puede causar que el humo y los gases se muevan dentro de los edificios, poniendo en peligro a sus ocupantes.
(11) *Violaciones de normativa.* Las violaciones de la normativa y códigos de seguridad contra incendios puede aumentar o causar los daños (p.e. exceder los aforos de ocupación).
(12) *Medios de evacuación y refugio.* La incapacidad de los ocupantes para escapar o refugiarse como resultado de inadecuados diseño, instalación, mantenimiento, funcionamiento o incumplimiento de normativa puede incrementar la posibilidad de heridos o muertos.
(13) *Fallos estructurales.* El fallo de componentes o sistemas del edificio (servicios, protección contra incendios, compartimentación, etc.) puede aumentar los daños o causar que el incendio y los productos de combustión se propaguen, proporcionando combustibles adicionales o impidiendo la supresión. El fallo estructural o el colapso pueden causar por sí mismos heridos o muertos.
(14) *Actos intencionados.* Muchas de las condiciones anteriores pueden ser consecuencia de actos intencionados, con o sin la intención de causar heridos o muertos.

21.4.2 Preparación para Emergencias. El fallo en estar adecuadamente preparados, formados y entrenados para una emergencia puede dar lugar a bajas.

21.5 Determinación de la Responsabilidad. Después de determinar el origen, la causa y el desarrollo del fuego o la explosión, puede que se pida al investigador hacer un análisis de fallo y determinar las responsabilidades. Sólo a través de la determinación de tal responsabilidad del incendio se pueden realizar códigos y estándares de remedio, seguridad personal contra incendios, o acciones legales civiles o criminales.

21.5.1 Naturaleza de la Responsabilidad. La naturaleza de la responsabilidad en un fuego o explosión puede ser una acción o una omisión. Puede ser algo que se hizo, accidental o intencionalmente, que finalmente llevó al fuego o a la explosión, o puede ser algún fallo en el intento de corregir o prevenir una situación que provocó el incidente, la propagación, las lesiones o los daños. Se puede atribuir la responsabilidad de un fuego o una explosión sin importar la clasificación o naturaleza de la causa: natural, accidental, incendiaria, o incluso no determinada. Se puede atribuir la responsabilidad a una persona determinada u otra entidad por negligencia, conducta imprudente, responsabilidad de producto, incendio provocado, violaciones de códigos o estándares, u otras razones.

21.5.2 Definición of Responsabilidad. La responsabilidad de un incendio o una explosión es la autoría de una persona u otra entidad de un suceso o secuencia de sucesos que causaron el fuego o la explosión, propagación del incendio, heridas personales, muertes, o daños a la propiedad.

21.5.3 Evaluación de la Responsabilidad. Aunque frecuentemente es papel del juzgado la definición de la responsabilidad última y asignar la responsabilidad civil, las medidas correctoras, la compensación o el castigo, el analista del incendio debe identificar la responsabilidad de modo que se pueden tomar medidas sobre seguridad personal contra incendios, cumplimiento de la ley, o procesos legales.

21.5.4 Grados de Responsabilidad. A menudo una serie o secuencia de sucesos o condiciones causan el incendio o la explosión y la propagación, lesiones y daños resultantes. Un análisis de fallos suele mostrar que un cambio en una o más de estas condiciones, actos u omisiones, podrían haber prevenido o mitigado el suceso. En este sentido, la responsabilidad puede recaer en más de una persona o entidad. En tal caso, se pueden establecer múltiples o varios grados de responsabilidad.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Capítulo 22 Análisis de Fallos y Herramientas Analíticas

22.1* Introducción. Este capítulo trata sobre los métodos disponibles de ayuda al investigador para el análisis de incendios o explosiones, así como herramientas adicionales que necesitan una práctica especial. Estos métodos se pueden utilizar para analizar incendios de cualquier tamaño o complejidad. En muchos casos se utilizan para organizar de una forma lógica y racional la información recogida durante la toma de datos del suceso. También se pueden utilizar para identificar aspectos de la investigación que necesiten información adicional, o donde se trabajará en el futuro.

22.2 Cronologías.

22.2.1 Cronología. Una línea de tiempo es una representación gráfica o narrativa de los sucesos relacionados con el incendio, ordenados cronológicamente.

22.2.1.1 Los sucesos que refleja pueden haber ocurrido antes, durante o después del incendio. Esta herramienta de investigación puede mostrar las relaciones entre sucesos, descubrir lagunas o inconsistencias en la información y las fuentes, ayudar en las entrevistas a los testigos y por otra parte ayudar en el análisis e investigación del suceso. También es útil como documento demostrativo. La valía de una línea de tiempo depende de la exactitud de la información utilizada.

22.2.1.2 La estimación del tamaño o las condiciones del incendio se puede valorar frecuentemente mediante el análisis de las líneas de tiempo. Usando las herramientas del análisis dinámico del incendio (ver 22.4.8) las características de éste pueden relacionarse con sucesos específicos. Si disponemos de suficientes sucesos sería posible establecer una estimación del proceso de desprendimiento del calor, al menos en las primeras etapas del incendio.

22.2.1.2.1 Por ejemplo, puede utilizarse para estimar la tasa de desprendimiento de calor en el incendio, la altura observada de las llamas en comparación con objetos de altura conocida. Conociendo las características de respuesta de detectores y rociadores automáticos, se puede estimar el tamaño de un incendio en el momento en que estos aparatos se activaron. Si el tiempo de funcionamiento de estos aparatos ha quedado registrado en un panel de alarmas de ubicación remota, tal como un servicio central de alarmas, el tamaño estimado del incendio en el área del edificio donde se activaron estas alarmas puede incluirse como un dato en la línea de tiempo. Cuando los sistemas de detección y extinción cubren múltiples zonas, los tiempos de funcionamiento en cada zona pueden utilizarse para rastrear la propagación del incendio a lo largo del edificio y los sucesos se añadirán a la línea de tiempo. Si puede estimarse el calor desprendido en varios puntos de la línea de tiempo, podría postularse un historial probable del calor desprendido y usarse como un medio de ayuda para formular diversas hipótesis para determinar la causa y crecimiento del incendio en los escenarios de un incendio dado.

22.2.1.2.2 El análisis dinámico del incendio puede también utilizarse para valorar los tiempos estimados respecto de ciertos sucesos relevantes que ocurren cuando las observaciones de un testigo ocular son limitadas o se dispone de tiempos no fiables. Tales sucesos incluyen la ignición de combustibles adicionales, la activación de los detectores, la combustión generalizada, la rotura de ventanas, la propagación del incendio a los compartimentos adyacentes, así como la incapacitación y muerte de los ocupantes. Estas herramientas de análisis tienen una validez limitada y sus datos de entrada asociados están sujetos a incertidumbres. Por consiguiente, las estimaciones de las condiciones del incendio y los sucesos relacionados con éste, pueden requerir que se describan en la línea de tiempo como intervalos de tiempo, (p.e. combustión generalizada entre 10:46 y 10:48) al contrario que un tiempo específico y único (p.e. 10:46).

22.2.1.3 Para construir la línea de tiempo, es necesario narrar los sucesos o actividades según han ido ocurriendo. Es importante determinar la confianza que tiene el investigador en el tiempo que va asignando a cada suceso o actividad. Un medio de hacerlo es identificar la calidad de los datos como tiempo preciso (real) o supuesto (estimado o relativo).

22.2.2 Tiempo Preciso.

22.2.2.1 El tiempo preciso identifica un momento específico en el tiempo conectado directa o indirectamente a un reloj fiable o cronómetro de exactitud conocida. Es posible tener una línea de tiempo sin tiempos precisos; los tiempos precisos se pueden conseguir de algunas de las siguientes manera:

(1) Llamadas de aviso o registro de comunicaciones vía radio con el cuerpo de bomberos
(2) Avisos o registro de comunicaciones vía radio con la policía
(3) Informes de servicio médicos de emergencia
(4) Registro de sistemas de alarma (in situ, estación receptora, cuartel de bomberos, etc.)
(5) Informes de inspección de servicios
(6) Informes de inspección sanitarios
(7) Informes de inspección de incendios
(8) Registros de las compañías de servicios públicos (de mantenimiento, de emergencias, de reparaciones)
(9) Fotos / vídeos privados (verificar con los fabricantes locales de las películas)
(10) Medios de comunicación (fotógrafos de periódicos, radio, televisión, revistas)
(11) Cronómetros (relojes, relojes de control, cronómetros de seguridad, neutralizadores del agua, sistemas de aspersores)
(12) Informes climáticos (NOAA, aeropuertos, servicios de seguimiento de rayos)
(13) Registros de propietarios / arrendatarios actuales o anteriores (mantenimiento)
(14) Entrevistas
(15) Alarmas de bomberos por ordenador, cintas sonoras de comunicaciones, y transcripciones
(16) Autorización de instalación de edificios o sistemas.

22.2.2.2 Normalmente todos los relojes y cronómetros no están sincronizados. Se deben registrar las discrepancias entre los diferentes relojes, y se deben realizar los ajustes necesarios.

22.2.3 Tiempo estimado.

22.2.3.1 El tiempo supuesto puede ser tanto estimado como relativo. El *tiempo relativo* es el orden cronológico de sucesos o actividades que se pueden identificar en relación con el resto de sucesos o actividades. El *tiempo estimado* es una aproximación basada en la información o los cálculos que pueden o no ser relati-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

vos a otros sucesos o actividades. A menudo, los tiempos estimados o relativos se pueden determinar dentro de un rango conocido de exactitud, por ejemplo, circunscrito por dos sucesos conocidos o dentro de un rango de tiempo. Puede ser preferible informar de ellos como un rango de tiempo más que como un tiempo discontinuo.

22.2.3.2 El tiempo relativo puede ser muy subjetivo por naturaleza. El concepto de tiempo transcurrido varía según las personas y la tensión creada por el suceso. Es importante que los testimonios disponibles sean tan específicos como sea posible, relacionando sus acciones y observaciones con los otros testigos y el resto de sucesos. Todo tiempo relativo se basa en otro estimado. Es posible tener sucesos en los que el tiempo estimado no se puede relacionar con un tiempo preciso, pero son útiles para el análisis, y se denominan *tiempos estimados*. Los testimonios generalmente proporcionan los tiempos estimados o relativos.

22.2.3.3 Fuentes potenciales de tiempos supuestos son las fuentes de tiempos precisos listados en 22.2.2.1., junto con la estimación de tiempos para una actividad que se debe desarrollar, o un suceso que debe ocurrir.

22.2.4 Hitos. Algunos sucesos son especialmente valiosos como arranque de una línea de tiempo, o pueden tener una relación significativa con la causa, propagación, detección o extinción de un incendio, y se denominan hitos; por ejemplo, los momentos de salida y llegada de los bomberos al lugar de los hechos en el informe del cuerpo de bomberos. Otros ejemplos pueden ser el colapso de la cubierta, la rotura de una ventana, o una explosión.

22.2.5 Cronologías Múltiples. Es bastante probable que se necesiten dos o más líneas de tiempo para evaluar y documentar eficazmente las secuencias de hechos que condujeron al incendio, el incendio en sí, y la actividad tras el incendio. Estas líneas de tiempo se pueden denominar *macro* y *micro*.

22.2.5.1 Una evaluación macro de sucesos puede incorporar actividad que sucedió meses antes del incendio y que condujeron a la demolición del edificio. Como ejemplo, las renovaciones que alteraron el sistema eléctrico del edificio, que pueden ser imputables como fuente de ignición.

22.2.5.2 Una evaluación micro de sucesos se centra en algunos segmentos discontinuos de la línea total de tiempo por los que el investigador tiene especial interés. Por ejemplo, la evaluación de sucesos durante el período de tiempo inmediatamente anterior a la ignición, durante las primeras fases de extinción, durante el crecimiento del incendio, o desde la ignición hasta la extinción.

22.2.5.3 Se pueden plantear líneas de tiempo paralelas para probar dos o más series de sucesos. Podría utilizarse esta presentación para mostrar si están o no relacionadas de alguna manera.

22.2.5.4 Hay disponibles varias herramientas para ayudar en el desarrollo de las líneas de tiempo. Aunque una línea simple de tiempo se puede crear con lápiz y papel, hay disponibles paquetes informáticos, desde simples procesadores de textos o bases de datos, a sofisticados programas de esquematización. Véase un ejemplo de línea simple de tiempo en la figura 22.2.5.4 que no identifica tiempos precisos, estimados o hitos y no muestra gráficamente las relaciones temporales entre eventos.

22.2.5.5 Cronología a Escala. Una cronología a escala muestra una lista de eventos que aparecen sobre la cronología relacionados entre sí tanto cronológicamente como en tiempo transcurrido. Los eventos individuales que están más próximos en el tiempo se dibujan más próximos en la cronología, mientras que los eventos más alejados en el tiempo están más separados en la cronología y una escala o ratio de tiempo definido según la distancia a lo largo de la cronología. Ver Figura 22.2.5.5. Además, la Figura 22.2.5.5 identifica tiempos precisos y estimados marcando los tiempos precisos sobre la cronología y los estimados bajo ella. Los tiempos precisos en la Figura 22.2.5.5 incluyen cuando Juan Nadie fichó el reloj a la entrada y cuando comunicó la alarma y cuando llegó el departamento de bomberos, que pueden correlacionarse como relojes conocidos. Los tiempos estimados indicados en la Figura 22.2.5.5 incluyen tiempos estimados para ignición, activación de la alarma de humo y combustión súbita generalizada (flashover) obtenidos con un modelo informático y el tiempo estimado en que el primer testigo se percató del incendio.

22.3 Análisis de Sistemas. Las técnicas de análisis de sistemas son importantes herramientas en la identificación de cuándo es útil un modelado y análisis de ingeniería. Estas técnicas, desarrolladas para utilizarse en análisis de seguridad de sistemas, in-



FIGURA 22.2.5.4 Ilustración de una Cronología.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

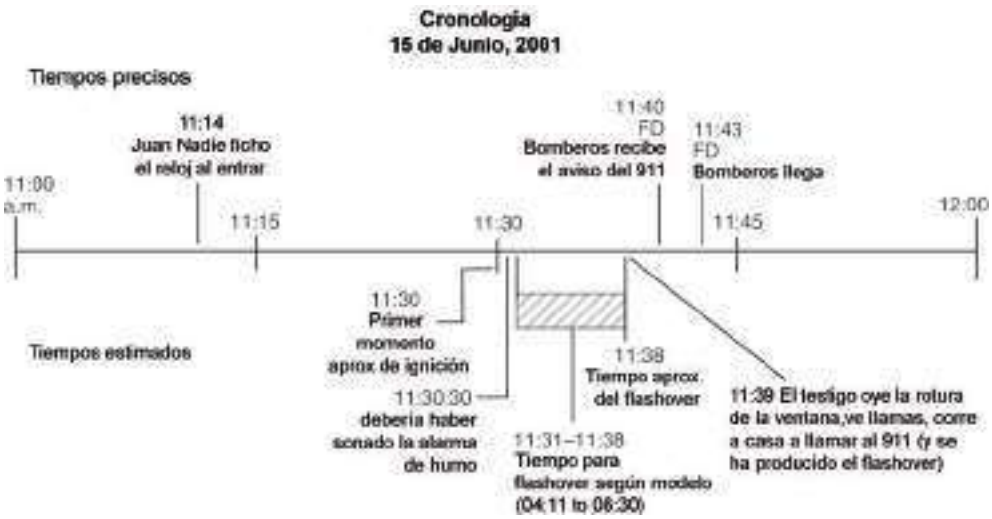


FIGURA 22.2.5.5 Ejemplo de una Cronología a Escala (mostrando tiempos precisos sobre la cronología y tiempos estimados bajo la cronología).

cluyen análisis de fallos y de efectos, árbol de fallos, HAZOP, y qué-sucede-si. Estas herramientas proporcionan un método sistemático para determinar peligros o fallos en el análisis de sistemas. Pueden tener forma cualitativa o cuantitativa. Las probabilidades de peligro o los ratios de fallo se pueden cuantificar al utilizar formatos cuantitativos. Algunas de las técnicas más comunes, análisis por árbol de fallo, y análisis de efectos y de fallos, se describen en 22.3.1 a 22.3.2. Hay disponibles otros análisis de sistemas, cada uno con sus ventajas y limitaciones propias.

22.3.1* Árboles de Fallo. Un árbol de fallo es un diagrama lógico que puede utilizarse para analizar un incendio o una explosión, y se desarrolla utilizando el razonamiento deductivo. El diagrama coloca, en posición y secuencia lógica, las condiciones y cadenas de sucesos necesarias para que se produzca un incendio o una explosión determinada.

22.3.1.1 Los árboles de fallo se pueden utilizar para comprobar la probabilidad de una causa de incendio o un escenario de propagación propuesto. Los árboles de fallo se desarrollan por la separación de un suceso no deseable en sus elementos de causa o partes componentes. Entonces los componentes se ubican en secuencias lógicas de sucesos o condiciones necesarias para producir el incendio o la explosión, o un aspecto específico de un daño asociado, una muerte o lesiones. Si no se presentan las condiciones, o los sucesos no se dieron en el orden necesario, el escenario propuesto no es posible. Por ejemplo, si el escenario propuesto necesitaba un circuito eléctrico activo y no había suministro eléctrico, el escenario será incorrecto a no ser que se pueda mostrar una fuente alternativa de electricidad. La lógica para la evaluación de sucesos y condiciones que controlan los sucesos no deseados se representa por decisiones "y" u "o". En la representación gráfica de un árbol de fallos, estos puntos de decisión se denominan puertas. En muchos casos los árboles de fallo contienen combinaciones de puertas "y", y puertas "o". [*Ver figura 22.3.1.1*].

22.3.1.2 Para que se produzca un suceso "y" controlado, deben estar presentes todos los elementos y condiciones. Un ejemplo de la utilización de la puerta "y" es el juego de condiciones que deben estar presentes para que una linterna funcione y produzca luz: debe haber buenas baterías; la bombilla en buen estado; y el interruptor debe funcionar. En la figura 22.3.1.2 se muestra el árbol de fallo de este proceso.

22.3.1.3 Para un suceso "o" controlado, cualquiera de alguna de las series de elementos y condiciones pueden llevar al suceso en cuestión. Un ejemplo de la utilización de la puerta "o" sería una linterna que no funciona cuando se acciona el interruptor. El fallo puede deberse a avería del interruptor, bombilla agotada, o problemas de batería. En la figura 22.3.1.3 se muestra el árbol de fallo de este proceso.

22.3.1.4 El análisis de árbol de fallo puede utilizarse para valorar la probabilidad de que ocurra un suceso no deseado, asignando probabilidades a condiciones y sucesos. A menudo es difícil (o imposible) asignar probabilidades fiables a sucesos o condiciones.

22.3.1.5 Es necesario identificar todos los componentes del sistema, sus relaciones, y la validez de los datos utilizados. Para construir adecuadamente un árbol de fallo, puede ser necesario consultar a personas especialistas en el equipamiento, materiales, o procesos involucrados.

22.3.1.6 El método de análisis por árbol de fallo puede dar varios escenarios factibles para un suceso dado no deseable. Puede no ser posible establecer qué escenario es el más probable si no hay suficientes datos.

22.3.1.7 Entre otras, se pueden utilizar las siguientes fuentes de datos para el análisis en árbol de fallos:

(1) Manuales de operaciones y mantenimiento
(2) Registros de mantenimiento
(3) Registros de reparación y sustitución de partes
(4) Documentos de diseño
(5) Colaboraciones de expertos con conocimientos del sistema
(6) Examen y pruebas de ejemplos de materiales y equipos
(7) Bases de datos de fiabilidad de componentes

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

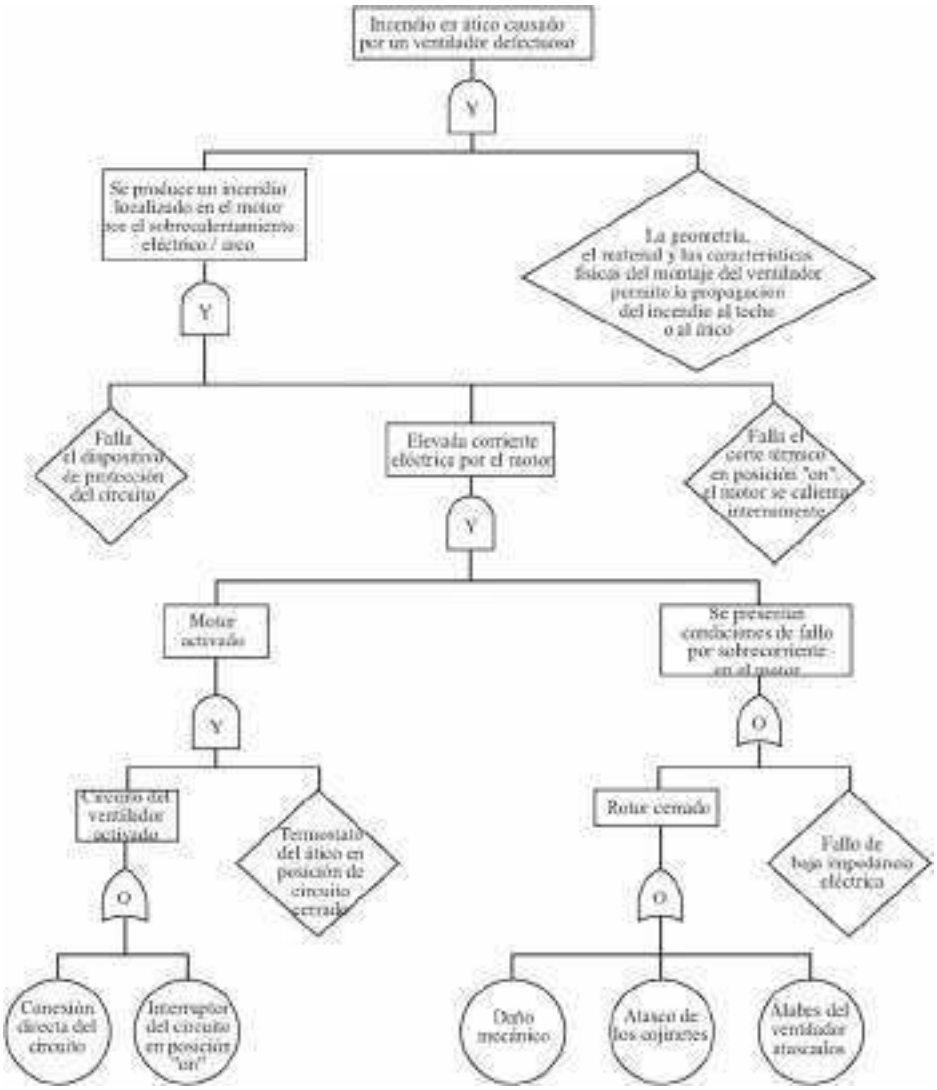


Figura 22.3.1.1 Árbol de Fallo con Combinación de Puertas "y" y Puertas "o".

(8) Planos y especificaciones del edificio
(9) Informe de los bomberos
(10) Documentación del lugar de los hechos
(11) Declaraciones de testigos
(12) Registros médicos de las víctimas
(13) Información del comportamiento humano

22.3.1.8 Los árboles de fallo se construyen utilizando un formato estándar familiar para la comunidad técnica. Hay programas informáticos disponibles para ayudar al usuario en el desarrollo y análisis de árboles de fallo.

22.3.2 Análisis de Modos de Fallos y Efectos (FMEA). FMEA es una técnica utilizada para identificar de las fuentes básicas de fallo en un sistema, e identificar las consecuencias de estos fallos de un modo sistemático. En las investigaciones de incendio o explosión, es una evaluación sistemática de todos los equipos y/o de las acciones que han podido contribuir en la causa del suceso. Se prepara completando una tabla con encabezados (*ver figura 22.3.2*); es un formato flexible pero tiene en común, al menos, los tres elementos siguientes:

(1) Elemento o acción que se está analizando
(2) Fallo (avería) básico o error que creó el peligro
(3) Consecuencia del fallo

22.3.2.1 Este método puede ayudar en la identificación de las causas potenciales de un incendio o una explosión, e indicar si es beneficioso realizar posteriores análisis. Es especialmente útil en un incidente grande o complicado. Puede ser efectivo en la identificación de factores (tanto humanos como físicos) que podrían haber contribuido a la causa del incendio o la explosión. Igualmente puede ser útil en la eliminación de potenciales causas de incendio o explosión.

22.3.2.2 Las columnas adicionales las añade el investigador según sea necesario para reflejar las necesidades de una investigación concreta. Frecuentemente se incluye una valoración de la probabilidad individual de cada modo de fallo. Las tablas FMEA

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

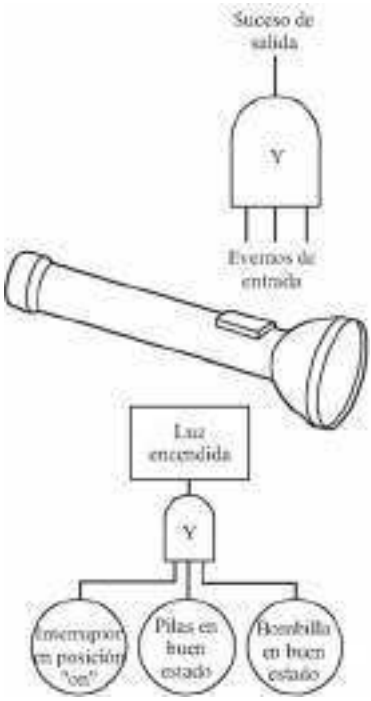


Figura 22.3.1.2 Ejemplo de un Árbol de Fallo con la Puerta "y".



Figura 22.3.1.3 Ejemplo de un Árbol de Fallo con la Puerta "o".

se catalogan por elementos, y servir como material de referencia para investigaciones posteriores. Se pueden desarrollar con hojas de cálculo informáticas o programas especializados.

22.3.2.3 Al ir rellenando la tabla, el investigador debería considerar la amplitud de las condiciones ambientales y estado del proceso (en operación, parada y arranque) en cada elemento o acción. Se puede asignar probabilidades o grados de probabilidad a cada acontecimiento. Si se necesita una secuencia de fallos para que se produzca el incidente, se pueden combinar las probabilidades o grados de probabilidad para valorar la probabilidad de que una secuencia de sucesos dados lleve al incidente.

Componente	Modo de fallo	Efecto directo	Efecto en el sistema	Categoría del peligro	Cambio recomendado

Componente	Modo de operación	Modo de fallo	Aspecto peligroso	Frecuencia de fallo	Categoría del peligro	Acción correctiva

Elemento	Mecanismo que falla	Ratio de fallo	Peligro posible	Duración del peligro	Fuente de datos	Anotaciones

Figura 22.3.2 Ejemplos de Formatos Simplificados de Análisis de Modos de Fallos y Efectos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 22.3.2.7 Ejemplo de Tabulación de Modo de Fallo y Efectos de un Incendio en un Restaurante Pequeño

Elemento	Modo de fallo	Causa de fallo	Efectos del fallo	Peligro creado	Condiciones de fallo	Indicación de fallo
Cafetera	La corriente del calentador fluye sin parar	El interruptor ha quedado abierto y fallan los controles	"Hierve" cualquier agua en el depósito; fuga térmica de elementos calentadores; la temperatura local sube por encima de los 600°C	Ignición de la carcasa plástica	Elemento encendido; interruptor activado o falla el cierre; el termostato falla en posición "on"; ambos fusibles térmicos no abren	Fusión de la carcasa de aluminio alrededor del elemento calentador; aluminio condensado en la base de la máquina; el termostato cerró el circuito; ambos fusibles cerraron el circuito.
Hornillo (eléctrico)	Autoignición de aceite de cocina	Cocina desatendida; avería en el control	La temperatura del aceite se elevó por encima de la temperatura de autoignición	Incendio del aceite candente y gran cantidad de humo	Equipo encendido; interruptor abierto o fallo en posición cerrada; sin regulación de temperatura	Control de quemador en posición "on"; lámina de aluminio fundida; aceite consumido o derramado en la unidad; contactos fundidos o derretidos

Nota: Los datos y conclusiones mostrados en esta tabla son hipotéticos, sólo se utilizan como ejemplos.

22.3.2.4 Se necesita identificar todos los componentes del sistema y acciones humanas conocidas que pueden haber contribuido al incidente. La exactitud de la determinación de la secuencia de sucesos depende de la exactitud asignada a cada modo de fallo individual.

22.3.2.5 Los datos necesarios dependen de la extensión del análisis deseado. La información mínima suele incluir una lista de todos los componentes del sistema y acciones humanas que han podido conducir al incidente, posibles modos de fallo para componente y acción, y las consecuencias inmediatas de cada fallo. Es importante reconocer que muchos componentes del sistema tendrán más de un método de fallo, así que debería listarse cada modo de fallo posible y sus consecuencias particulares para componente o acción.

22.3.2.6 Los datos de sistemas y componentes se pueden obtener de muchas fuentes, entre los cuales están los siguientes:

(1) Manuales de operaciones y mantenimiento
(2) Registros de mantenimiento
(3) Registros de reparación y sustitución de partes
(4) Documentos de diseño
(5) Colaboraciones de expertos con conocimientos del sistema
(6) Examen y pruebas de ejemplos de materiales y equipos
(7) Bases de datos de fiabilidad de componentes
(8) Planos y especificaciones del edificio
(9) Informe de los bomberos
(10) Documentación del lugar de los hechos
(11) Declaraciones de testigos
(12) Registros médicos de las víctimas
(13) Información del comportamiento humano

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

22.3.2.7 La tabla 22.3.2.7 muestra un ejemplo hipotético de un FMEA aplicado a un escenario específico de incendio, en la determinación de la causa de ese incendio.

22.4 Modelado Matemático.

22.4.1 General. Las técnicas de modelado matemático proporcionan herramientas al investigador para probar las hipótesis relacionadas con el origen y causa del incendio/explosión, y la causa del daño resultante a la propiedad o heridas a personas. Incluso cuando no se está trabajando en el origen y la causa, a menudo es posible e importante el establecer la causa de esos daños.

22.4.1.1 El ámbito de este tratado enfatiza los modelos y análisis que se pueden desarrollar utilizando cálculos por ordenador o a mano. El uso de estas herramientas analíticas depende del alcance que tiene el encargo hecho al investigador, el suceso particular, y el objetivo concreto de la investigación. Puede necesitarse la ayuda de un experto para completar el análisis.

22.4.1.2 Los modelos matemáticos se han diseñado para intentar simular o predecir los fenómenos del mundo real con la utilización de principios científicos y datos empíricos. Hay muchos campos y disciplinas específicas que utilizan modelos, muchos de los cuales han demostrado ser útiles en investigaciones de incendio y explosión. Se analizarán desde 22.4.2 a 22.4.8.

22.4.1.3 Limitaciones del Modelado Matemático. Los modelos matemáticos, aunque simplifican el cálculo manual o con ordenador, tienen limitaciones inherentes y suposiciones que deberían ser tenidas en cuenta. Los modelos se basan generalmente en datos empíricos y son validados mediante comparación con otros datos empíricos. Debe tenerse cuidado en asegurarse de que el modelo se usa teniendo en cuenta sus limitaciones, supuestos y validación. Mientras que los modelos informáticos pueden usarse para probar hipótesis, estos modelos no deberían usarse como la única base parla determinación del origen y causa del incendio.

22.4.1.4 Al seleccionar un modelo matemático para uso en prueba de hipótesis, deberían tenerse en cuenta el ámbito, aplicabilidad, bases y validación y verificación del modelo. Debería saberse si los modelos seleccionados tienen las características técnicas necesarias para probar hipótesis. El uso de un programa propio puede crear problemas que deben resolverse en relación con la capacidad de otras partes para examinar los resultados y usar el programa.

22.4.1.5 Los datos de entrada en modelos matemáticos están sujetos a incertidumbres que deberían ser tenidas en cuenta al evaluar los resultados de dichos modelos. El efecto de datos de entrada inciertos sobre los resultados de un modelo puede ser evaluado mediante el uso de análisis confidencial. Las incertidumbres en datos de entrada en modelos pueden aumentar significativamente si no se han desarrollado métodos estandarizados para la determinación de datos de entrada junto con el modelo seleccionado. Otras fuentes de incertidumbre pueden proceder del uso de datos genéricos de la bibliografía sobre ciencia del incendio o el uso de materiales tipo para la determinación experimental de los datos de entrada del modelo.

22.4.1.6* Los resultados de los modelos matemáticos están sujetos a incertidumbres resultantes de aproximaciones hechas en el modelo. Las incertidumbres introducidas por las aproximaciones del modelo deberían ser consideradas al probar una hipótesis. La información sobre incertidumbres del modelo se incluye habitualmente en los documentos de validación y verificación (V & V). Pueden ser útiles comparaciones adicionales entre los resultados del modelo y resultados experimentales relevantes para establecer el posterior establecimiento de bases V & V del modelo para uso en la investigación.

22.4.1.7 Los archivos de entrada y salida de modelos informáticos podrían guardarse en su formato original como parte del archivo de la investigación. Cuando se proporcionan los registros de entradas y salidas a otras partes, los archivos deberían ser proporcionados en su formato electrónico original de modo que puedan ser usados y examinados mediante el programa adecuado. Los archivos no deberían ser proporcionados escaneados o en facsímil, ya que la capacidad para usar o examinar los resultados mediante programa es limitada. Como con los asuntos descubiertos, las partes son libres para litigar la racionalidad del ámbito de un descubrimiento, reparto de costes, carga de producción y la protección del propietario o secretos comerciales. Los tribunales pueden diseñar remedios que adapten y protejan los intereses de todas las partes.

22.4.2 Análisis de Transferencia de Calor.

22.4.2.1 Los modelos de transferencia de calor permiten análisis cuantitativo de conducción, convección y radiación en escenarios de incendio. Estos modelos permiten el análisis cuantitativo de la conducción, convección y radiación en los lugares del incendio. Por ello se utilizan para probar las hipótesis relacionadas con la causa y propagación del incendio, daños a la propiedad y lesiones a las personas. Los modelos de transferencia de calor suelen venir incorporados en otros modelos, incluyendo análisis de dinámicas de incendio y estructural. Hay varios textos generales sobre análisis de transferencia de calor.

22.4.2.2 Los modelos y análisis se pueden utilizar para evaluar varias hipótesis incluidas, entre otras:

(1) Competencia de la fuente de ignición (*Ver sección 19.3*)
(2) Daño o ignición a edificios colindantes
(3) Ignición de elementos combustibles secundarios
(4) Transmisión térmica a través de los elementos del edificio

22.4.3 Concentración de Gases Inflamables. Se pueden utilizar modelos para calcular las concentraciones de gases como función del tiempo y elevación en el espacio, lo que puede ayudar en la identificación de las fuentes de ignición. Estos modelos, en combinación con una evaluación del daños de explosión o incendio, y la localización de posibles fuentes de ignición, se pueden utilizar (a) para establecer si una fuga (supuesta o testimoniada) pudo haber sido la causa del incendio o la explosión, y (b) determinar qué fuentes de gas o vapor combustible son consistentes con el lugar del incendio o la explosión, los daños, y las posibles fuentes de ignición.

22.4.4 Análisis Hidráulicos.

22.4.4.1 Los sistemas de suministro de agua y rociadores automáticos suelen exigirse en la evaluación de la causa de la pérdida. Los mismos modelos matemáticos y lenguajes informáticos utilizados para diseñar estos sistemas, se pueden utilizar en el análi-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

sis de pérdidas. Sin embargo, los métodos de aplicación son diferentes entre el diseño y los análisis forenses.

22.4.4.2 Una aplicación corriente de los análisis hidráulicos es la determinación de porqué un sistema de rociadores no controló el incendio. Los modelados también se pueden utilizar para investigar las pérdidas relacionadas con la apertura de un solo cabezal de rociadores, el efecto de un atasco en las conducciones, y determinar el efecto de la posición de la válvula en el funcionamiento del sistema en el momento de la pérdida. Hay disponibles otros modelos y métodos disponibles para analizar el caudal a través de los sistemas, sin la utilización de agua, como con dióxido de carbono, agentes extintores gaseosos, productos químicos secos, y combustibles.

22.4.5 Análisis del Equilibrio Químico Termodinámico. Los incendios y explosiones que se sospecha causados por reacciones de mezclas químicas sospechosas o conocidas, se pueden investigar con un análisis termodinámico de las posibles mezclas químicas y contaminantes potenciales.

22.4.5.1 El análisis del equilibrio químico termodinámico se pueden utilizar para evaluar diversas hipótesis, incluyendo las relacionadas con las siguientes:

(1) Reacciones que pudieran haber causado el incendio o la explosión
(2) Mezcla inadecuada de productos químicos
(3) Papel de la comunicación
(4) Papel de las condiciones ambientales
(5) Potencial de un producto o mezcla química para sobrecalentarse
(6) Potencial de un producto o mezcla química para producir vapores o gases inflamables
(7) Papel de las acciones humanas en los fallos de proceso

22.4.5.2 Este análisis solía exigir la realización de cálculos manuales tediosos. Actualmente los programas informáticos existentes hacen que sea mucho más fácil de realizar. Los programas informáticos suelen exigir la introducción de datos sobre varias propiedades de materiales, incluyendo la fórmula química, la masa, la densidad, la entropía, y el calor de formación.

22.4.5.3 Las reacciones químicas que parecen no verse favorecidas por la termodinámica, se pueden eliminar en la búsqueda de la causa del incendio. Las reacciones termodinámicamente favorecidas se deben analizar en mayor detalle para determinar si la velocidad cinética de las reacciones consideradas es suficientemente rápida para haber causado la ignición, dando las circunstancias particulares del incendio.

22.4.6 Análisis Estructural. Las técnicas de análisis estructural se pueden utilizar para determinar las razones del fallo estructural o cambios durante un incendio o explosión. Se pueden encontrar numerosas referencias en las librerías de ingeniería, analizando temas tales como la resistencia de materiales, fórmulas de elementos estructurales individuales y de ensamblajes.

22.4.7* Análisis de las Vías de Evacuación. La incapacidad de los ocupantes para salir de la instalación puede ser uno de los aspectos críticos que debe analizar el investigador. Los modelos de vías de evacuación se pueden utilizar para analizar el movimiento de los ocupantes en caso de incendio. Los modelos de evacuación integrados con un modelo de dinámica del incendio suelen ser necesarios para evaluar el efecto del incendio en los ocupantes. Ver Sección 11.3 sobre factores humanos.

22.4.8* Análisis de Dinámica del Incendio. Los análisis de dinámica del incendio son ecuaciones matemáticas derivadas de principios científicos fundamentales o de datos empíricos. Abarcan desde ecuaciones algebraicas simples a modelos por ordenador que incorporan muchas ecuaciones individuales de la dinámica del incendio. Los análisis de dinámica del incendio se pueden utilizar para predecir el incendio y las características del ambiente, como las siguientes:

(1) Tiempo hasta la combustión súbita generalizada (flashover)
(2) Temperaturas del gas
(3) Concentraciones del gas (oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, y otros)
(4) Concentraciones de humo
(5) Velocidades de flujo del humo, gases y combustible no consumido.
(6) Temperaturas de las paredes, el techo y el suelo
(7) Tiempo de activación de los detectores de humo, de calor, y de los cabezales de rociadores automáticos.
(8) Efectos de la apertura o cierre de las puertas, rotura de las ventanas, u otros sucesos físicos

22.4.8.1 Estos análisis se pueden utilizar para evaluar hipótesis sobre el origen y desarrollo del incendio. Utilizan datos del edificio y principios de dinámica del incendio, y datos para predecir el ambiente creado por el incendio en una hipótesis dada. Se pueden comparar los resultados con las pruebas físicas y testimonios, para corroborar o refutar la hipótesis.

22.4.8.2 Los edificios, los contenidos, y los datos de dinámica del incendio están expuestos a la incertidumbre, cuyos efectos se deberían valorar por medio de un análisis de sensibilidad e incorporarse en la prueba de la hipótesis. Estas incertidumbres pueden incluir la situación de las aperturas (abiertas o cerradas), las características de la carga de incendio, las velocidades de flujo de la calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), y la velocidad de liberación de calor de los grupos combustibles. Véase la sección 22.6 sobre procedimientos recomendados para recogida de datos.

22.4.8.3 Los análisis de dinámica del incendio generalmente se clasifican en tres categorías: análisis especializados, modelos zonales, y modelos de campo. Se listan en orden de complejidad creciente y necesidad de potencia calculadora.

22.4.8.3.1* Procedimientos especializados en Dinámica de Fuegos. Son procedimientos simplificados utilizados para resolver cuestiones individuales, de manera específica y estrictamente enfocados a dichas cuestiones. En muchos casos, estos procedimientos pueden dar respuesta a cuestiones relacionadas con la reconstrucción de un incendio sin recurrir al uso de un modelo de incendio. Estos procedimientos requieren en general menos datos que los necesarios para usar un modelo de incendio. Pueden encontrarse ejemplos procedimientos de dinámica de fuegos en NUREG-1805, Fire Dynamics Tools (FDTs).

22.4.8.3.2 Modelos Zonales. Muchos de los modelos de crecimiento del incendio que se pueden ejecutar en ordenadores personales son modelos zonales. Normalmente dividen cada ha-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

bitación en dos espacios o zonas, una zona superior que contiene los gases calientes producidos por el incendio, y una zona inferior que es la fuente de aire para combustión. Los tamaños de zona cambian durante el transcurso del incendio. La zona superior se puede expandir hasta ocupar casi la totalidad del espacio en la habitación.

22.4.8.3.3 Modelos Computerizados y de Campo de Dinámica de Fluidos (CFD). Estos modelos suelen necesitar ordenadores de gran capacidad de cálculo. Estos modelos dividen el espacio en muchas pequeñas celdas (frecuentemente decenas o cientos), con lo que pueden examinar el movimiento de los gases con mayor detalle que los modelos zonales. A menudo es necesario utilizar la sofisticación del modelo de campo, si se necesita tal detalle. Sin embargo, en general los modelos de campo son más caros de utilizar, necesitan más tiempo de configuración y ejecución, y a menudo exigen un alto nivel de conocimientos para tomar las decisiones requeridas en la resolución del problema e interpretación de los datos ofrecidos por el modelo. No obstante, se está incrementado el uso de estos modelos en la investigación de incendios y procedimientos legales relacionados. Suelen adecuarse bastante bien a las situaciones en las que la configuración del combustible o del espacio es irregular, donde la turbulencia es un elemento crítico, o donde se busca un elevado nivel de detalle.

22.4.9 Directrices para la Selección y el Uso de Modelos de incendio. Los análisis dinámicos de incendios, particularmente aquellos que recurren al uso de modelos de incendio, pueden evaluar hipótesis relacionadas con el origen del fuego y su desarrollo. La metodología para la selección y uso de un modelo de incendio se presenta por medio de una guía de buenas prácticas de ingeniería editada por la Society of Fire Protection Engineers (SFPE), y descrita de manera gráfica en la Figura 22.4.9.

22.4.9.1 Definición del Problema. El investigador/analista necesita ser capaz de articular la pregunta para la cual se solicita el modelado.. El investigador deberá indicar por que el problema demanda un estudio numérico y que dinámicas de fuego del problema se han evaluado previamente. Se deberían describir los fenómenos físicos y del fuego claves (p.e. transferencia de calor, combustión, y respuesta de los materiales), junto con la descripción de cómo se aplican dichos factores al caso en cuestión. El proceso de selección incluye determinar si hay un modelo aplicable a la pregunta y, si es aplicable, la elección del modelo apropiado para proporcionar una solución adecuada para responder a la pregunta planteada.

22.4.9.2 Selección de un Candidato a Modelo. Existe una selección de modelos de fuego usada para predecir los fenómenos relacionados con el fuego. Además de la respuesta necesaria, los factores para la selección incluyen recursos informáticos, limitaciones de tiempo, nivel de exactitud, disponibilidad de datos de entrada y ecuaciones aplicables subyacentes. El autor del modelo debería tener en cuenta rango de posibles modelos, pudiendo recurrir al uso de múltiples modelos por razones de comparación. En caso de no existir un modelo, puede ser necesario redefinir el problema, o quizás sea necesario desarrollar un nuevo modelo. El analista debería evaluar la información disponible como entradas para el modelo, los resultados requeridos y los recursos disponibles.

22.4.9.3 Verificación y Validación del Modelo. Las directrices de la SFPE hacen énfasis en que antes de seleccionar un modelo

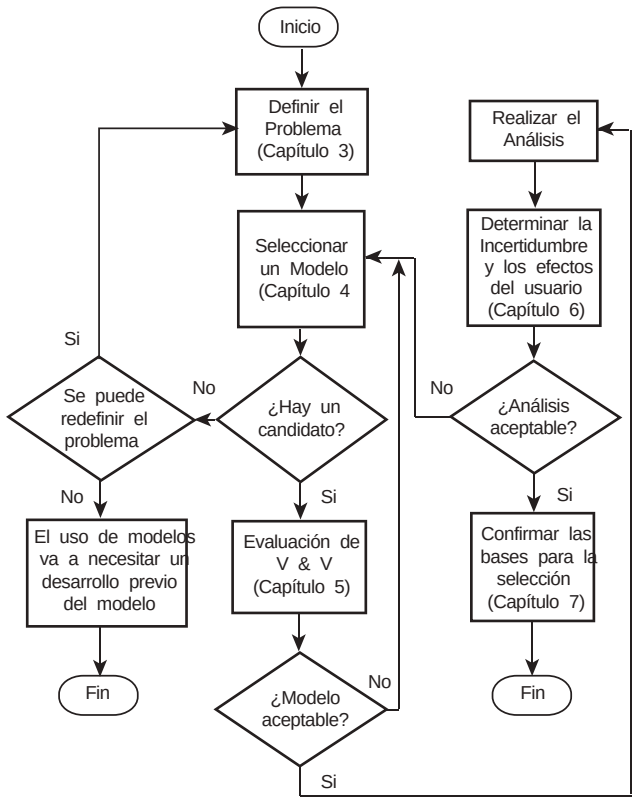


FIGURA 22.4.9 Diagrama de flujo para la selección de modelos de incendio.

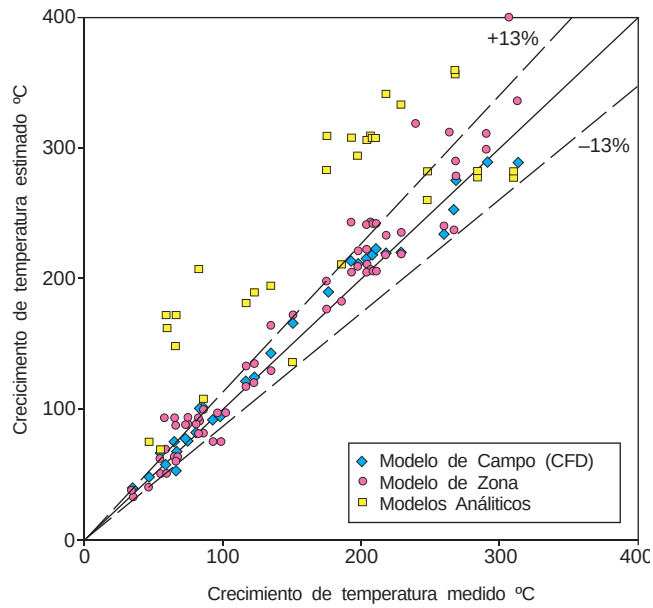


FIGURA 22.4.9.3(a) Capas de Gas Caliente Predichas (HGL) frente a HGL Medidos. Valores de temperatura de los Modelos Analítico, de Zona, y de Campo. Fuente: *Verifying and Validating Current Fire Models for Use in Nuclear Power Plant Applications*, NUREG 1824, Verificación y Validación de Modelos de Incendio para aplicaciones en Centrales Nucleares, 2010.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

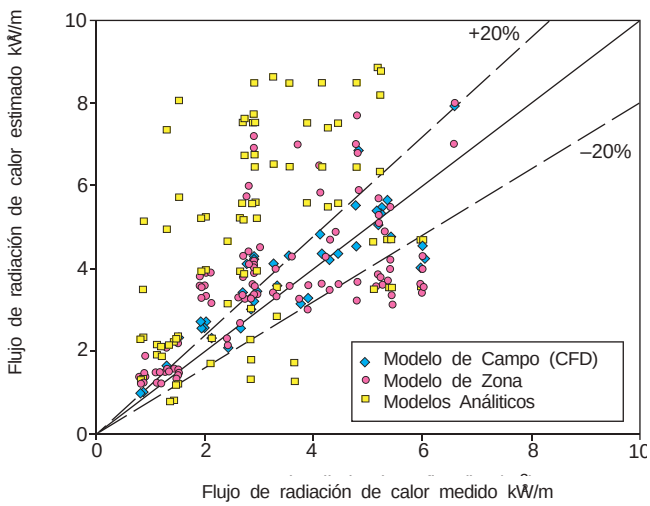


FIGURA 22.4.9.3(b) Flujos de Radiación de Calor Predichos frente a Radiación Medida. Valores de Flujos de Radiación de los Modelos Analítico, de Zona, y de Campo. Fuente: *Verifying and Validating Current Fire Models for Use in Nuclear Power Plant Applications,* NUREG 1824, Verificación y Validación de Modelos de Incendio para aplicaciones en Centrales Nucleares, 2010.

para un problema en particular, el analista necesita determinar si el modelo elegido es capaz de generar un resultado útil. Este proceso, conocido como verificación y validación (V&V), se desarrolla en ASTM *E1355, Standard Guide for Evaluating the Predictive Capability of Deterministic Fire Models*. Los autores de los modelos deberían de haber realizado ya el proceso y los datos V&V deberían estar disponibles en la documentación. La Comisión de Regulación Nuclear de los EE.UU. (NRC) ha realizado estudios V&V que pueden ser útiles. Ver Figura 22.4.9.3(a) y Figura 22.4.9.3(b) para una comparación entre valores predichos y valores medidos.

22.4.9.4 Efectos de la Incertidumbre y del Usuario. Como sucede con cualquier modelo informático o matemático, el tamaño o incertidumbre de los resultados depende no solo del modelo sino también de la selección de los datos de entrada y de la interpretación de los resultados. Esta incertidumbre está ligada a los efectos de usuario, y deberá ser tomada en consideración. Los efectos de usuario pueden ser controlados por medio de evaluaciones, tales como análisis de sensibilidad, o por comparación con los resultados obtenidos por otros modelos.

22.4.9.5 Documentación. La documentación de la totalidad del proceso es importante para cualquier caso. Dicha documentación debería incluir los siguientes puntos:

(1) Definición del problema y fenómenos claves, físicos y del fuego.

(2) Selección del modelo o modelos candidatos y sus datos de entrada y salida

(3) Citas referenciadas sobre análisis V&V aplicables.

(4) Evaluación de los efectos de usuario

(5) Los datos usados con el modelo o modelos seleccionados.

22.5 Prueba de Incendio.

22.5.1 Papel de la Prueba de Incendio. Esta prueba es una herramienta que puede proporcionar datos que complementen los datos recogidos en el lugar del incendio (*ver 4.3.3*.), o utilizarse para probar las hipótesis (ver 4.3.6.). Estas pruebas varían en su ámbito, desde pruebas en mesas de trabajo a recreación a escala real del suceso completo. Tales pruebas pueden relacionarse con el origen y la causa del incendio, o su propagación y desarrollo. Los componentes y subsistemas a probar pueden incluir los contenidos y sistemas del edificio, y los mismos elementos arquitectónicos y estructurales del edificio.

22.5.1.1 Si se utilizan como parte de la recogida de datos, estas pruebas proporcionan detalles sobre las características de los combustibles o elementos consumidos en el incendio, sobre las características de los materiales o conjuntos afectados por el incendio, o sobre los procesos con incendio que hayan jugado un papel en el incendio. Esta información es valiosa para el análisis de datos y la formación de hipótesis (*véase también la sección 17.10*).

22.5.1.2 Si se utilizan como parte de la comprobación de hipótesis, pueden ayudar en la evaluación de la consistencia de una hipótesis con los hechos dados y con las leyes de la ciencia del incendio. De este modo, la prueba de incendio se utiliza del mismo modo que el modelado de incendio. Además, la prueba de incendio puede apoyar al modelado, proporcionando datos de entrada para modelos o proporcionando datos de referencia que se pueden utilizar para valorar la exactitud y aplicabilidad de un modelo.

22.5.2* Métodos de Prueba de Incendio. En la medida de lo posible, la instrumentación, los procedimientos y los métodos de prueba de incendio se deberían utilizar o preparar después de los métodos de prueba o pruebas estándares, de los que se ha informado en la literatura científica sobre el incendio. Las pruebas consistentes con los métodos de prueba estándar o con la literatura científica del incendio, contribuirán a la credibilidad científica de los resultados. Las pruebas que no se realizan según un estándar conocido serán consistentes con los hechos relevantes del caso. Una prueba verosímil incluye la utilización de materiales y componentes ejemplo que se ajustan a los materiales y conjuntos reales, así como la realización de experimentos que reflejan las condiciones relevantes del lugar en el momento del incendio. Se pueden obtener datos valiosos de pruebas que se centran en aspectos concretos de un incendio.

22.5.3 Limitaciones de la Prueba de Incendio. Aunque estas pruebas pueden suministrar información útil, no es posible recrear perfectamente todas las condiciones de un incendio específico, lo que puede afectar a los resultados de una prueba a escala real. Las condiciones meteorológicas son un ejemplo de un parámetro que no se pueden reproducir fácilmente y que pueden afectar a los resultados de la prueba; se deben tener en cuenta a la hora de sacar conclusiones basadas en los resultados de las pruebas.

22.6 Datos Necesarios para la Realización de Pruebas y Modelos. Los datos que se necesitan del lugar del incendio para la realización de pruebas y modelos (normalmente los consigue el investigador del incendio), se utilizan para cuantificar o describir el lugar de los hechos e incluir dimensiones del edificio, mate-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

riales, contenidos, y tamaño, localización y tipo, localización y tamaño de aberturas de ventilación.

22.6.1 Materiales y Contenidos.

22.6.1.1 Un análisis comprensible de un incendio necesita la comprensión de la velocidad de liberación de calor, de crecimiento, y calor total liberado. La determinación de estos parámetros exige la identificación de los tipos, cantidades, localización y configuración de la cantidad real de combustible involucrada en el incendio. Por ejemplo, una configuración vertical quemará más rápidamente que una configuración horizontal con el mismo combustible.

22.6.1.2 Se debe documentar la composición, espesor, estado y capas de materiales que componen las paredes, los suelos, los techos, las ventanas y las puertas; también los acabados decorativos, de techos, y de paredes, así como el tipo, configuración, y estado de los contenidos.

22.6.2 Ventilación. Es importante comprender el estado de la ventilación para la validación del modelo o prueba de incendio. Se debería determinar la posición y estado de puertas, ventanas y tragaluces, y otras fuentes de ventilación, como los ventiladores de extracción controlados termostáticamente. Es importante determinar si las aperturas de ventilación estaban abiertas o cerradas. Los efectos de la ventilación incluyen el viento, la ventilación de los bomberos, y funcionamiento de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, por lo que deben tenerse en cuenta.

Capítulo 23 Explosiones

23.1* General.

23.1.1 Históricamente el término explosión ha sido difícil de definir con exactitud. La manifestación de que ha ocurrido una explosión son los daños o cambios producidos por los obstáculos a la onda expansiva de la explosión como elemento integrante, que ha producido efectos físicos en el continente o en las superficies cercanas.

23.1.2 Este efecto puede ser el resultado dél confinamiento de la sobrepersón creada por la explosión o el impacto de una presión no confinada o una onda de choque contra un objeto, sea una persona o un edificio. Se considera sobrepresión el incremento de presión, generado o liberado, sobre la presión ambiente, (*ver Sección 23.11*)

23.1.3 Definición de Explosión. Por lo que a investigación de incnedios o explosiones se refiere, una explosión es la transformación súbita, de nergía potencia (química o mecánica) en energía cinética con producción y liberación de gas (o gasas) a presión. Estos gases realizan después un trabajo mecánico, tal como la rotura del recipiente que los contiene, o el desplazamiento, cambio o rotura de los materiales cercanos.

23.1.3.1 Rotura de un recipiente por incremento de presión hidróstatica. El fallo y la rotura de un recipiente por el incremento de presión de un fluido no compresible como el agua, no es una explosion, ya que la presión ne es creada por un gas.Las explosiones son gases en movimiento.

23.1.3.2 Llamaradas. Un llamarada es un fuego que se desplaza rapidamente dentro de un combustible difuso, como polvo, gas o los vapores de l´quido inflamable, sin producir presiones peligrosas. La ignición de combustibles difusos no crea necesariamente explosiones. Que tenga lugar una explosión, depende de la situación y concentración de los combustibles y de la forma, ventilación y resistencia del recinto o del recipiente, si existen,, de la presencia de obstaculos.

23.1.4 Aunque una explosión casi siempre viene acompañada por la producción de un ruido fuerte, el ruido en sí no es un elemento esencial en la definición de una explosión. La generación y el escape violento de gases son los criterios principales que definen una explosión.

23.1.5 La ignición de una mezcla de aire y vapor inflamable dentro de una lata, que rompe la lata o incluso sólo levanta la tapa, se considera una explosión. La ignición de la misma mezcla en un campo abierto, aunque sea una deflagración, puede no ser una explosión tal y como se define en este documento, aunque exista liberación de gas a presión.

23.1.6 En la aplicación de este capítulo, el investigador debe tener en cuenta que existen numerosos factores que controlan los efectos de las explosiones y la naturaleza de los daños producidos. Estos factores incluyen el tipo, la cantidad, y la configuración del combustible, el tamaño y la forma de la vasija de contención o estructura, los obstáculos situados dentro de la estructura, el tipo y la resistencia de los materiales de construcción de la vasija de contención o estructura, y el tipo y la cantidad de ventilación. (*Ver Sección 23.5*.)

23.1.7 En las secciones de este capítulo se presentan las técnicas de análisis de explosiónes y los términos que se han desarrollado sobre todo a partir del análisis de las explosiones con fuentes difusas de combustible, tales como gases inflamables, polvos y vapores de los líquidos inflamables en edificios como se describe en la sección Tipos de Construcción del capítulo Sistemas de Edificación. Dentro de este capítulo se describen todas las estructuras en general. Sin embargo, muchas de las herramientas desarrolladas para el esudio de daños estructurales son más apropiadas para edificios residenciales y comerciales, por ejemplo, alto / bajo nivel de daño. Se advierte al lector, que la aplicación de estos principios a los edificios de otro tipo, puede requerir investigación adicional y/o mas referencias sobre los efectos de la explosión.de construcción pueden requerir investigación adicional y / u orientación de otras referencias sobre los efectos de explosión. El análisis de las explosiones que involucran explosivos en fase condensada (sólido o líquido), explosivos con alto poder detonante, puede necesitar conocimiento mas especializado, que queda fuera del alcance de este texto

23.1.8 La investigación de explosiónes puede ser una tarea muy complicada, tanto técnica, como científicamente, y ademas ser potencialmente peligrosa. Los investigadores que se enfrentan a la necesidad de investigar una escena explosión que excede los recursos disponibles o está más allá de su conocimiento o experiencia, deben asegurar el lugar para preservar la evidencia y tratar de obtener los conocimientos técnicos y los recursos adecuados para llevar a cabo la investigación de la escena de una forma adecuada y segura.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

23.2* Tipos de Explosiones. Hay dos tipos principales de explosiones a las que se aplica la investigación corriente: mecánicas y químicas. Dentro de éstas hay varios subtipos. Las explosiones se distinguen por la fuente o el mecanismo mediante el que se producen las presiones explosivas.

23.2.1 Explosiones Mecánicas. Las explosiones mecánicas son aquellas en las que un gas a alta presión produce una reacción exclusivamente física. Esa reacción no supone cambios en la naturaleza química básica de la sustancia que hay en el recipiente. Una explosión puramente mecánica es la rotura de una bombona de gas o de un depósito a alta presión, que produce la liberación del gas o vapor almacenado a alta presión, que puede ser aire comprimido, dióxido de carbono, oxígeno vapor.

23.2.2* BLEVEs. La explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE) es la explosión mecánica con la que se encontrará más a menudo el investigador. Son explosiones mecánicas, que afectan a recipientes que contienen líquidos a presión a una temperatura superior a su punto de ebullición a la presión atmosférica. El líquido no tiene por qué ser inflamable. Este es un subtipo de explosión mecánica, tan corriente, que la vamos a tratar aquí en una sección aparte. Se puede producir la BLEVE en recipientes tan pequeños como los mecheros desechables o los aerosoles, o tan grandes como camiones cisterna o depósitos industriales.

23.2.2.1 La BLEVE se produce cuando la temperatura del líquido y el vapor que hay en un depósito o recipiente cerrado, se eleva hasta un punto en que el recipiente ya no soporta el aumento de presión interna y explota [*Ver Figura 23.2.2.1*.) La rotura del recipiente hace que salga el líquido a presión, que se evapora casi inmediatamente. Si el contenido del recipiente es combustible, casi siempre se produce un incendio. Si no es combustible, existirá BLEVE pero no se quemarán los vapores. La ignición se produce normalmente a causa del calor externo originado por la BLEVE o por alguna fuente eléctrica o de rozamiento creado por la explosión o la metralla.

23.2.2.2 También se puede producir por la pérdida de resistencia del contenedor como resultado de daños mecánicos o calentamiento localizado sobre el nivel del líquido. La ruptura del continente libera el líquido presurizado, que se vaporiza



FIGURA 23.2.2.1 Una Bombona de Gas que ha Sufrido una BLEVE por estar Expuesta a un Fuego Externo.



FIGURA 23.2.2.3 Un Vagón Cisterna con Butadieno que ha Sufrido una BLEVE por el Calor creado por una Reacción Química Interna.

casi instantáneamente. Un ejemplo corriente de BLEVE en la que no participan líquidos inflamables, es la explosión de una caldera de vapor. El aumento de presión se debería al vapor creado por el agua que se calienta y evapora. Cuando la presión del vapor no puede ser contenida por la caldera, el recipiente se rompe y se produce la explosión. No hay combustión química ni reacción nuclear. El vapor a presión es la fuente de energía. La naturaleza química del agua (H_2O) no cambia.

23.2.2.3 La BLEVE se puede producir también por fallos mecánicos, exceso de llenado, reacción a la salida del líquido, recalentamiento de la zona donde está el vapor, y averías mecánicas. Véase la figura 23.2.2.3 que muestra la dimensión del daño posible por una BLEVE.

23.2.3* Explosiones Químicas.

23.2.3.1 En las explosiones químicas, la generación de gases a alta presión es el resultado de las reacciones exotérmicas que hacen cambiar la naturaleza química del combustible. Las reacciones químicas que se producen como resultado de explosiones se suelen propagar en un frente de reacción que se desplaza a partir del punto de la explosión.

23.2.3.1.1 Combustión Explosiva. La más común de las explosiones químicas es la producida por la combustión de hidrocarburos. Estas son las combustiones explosivas y se caracterizan frecuentemente por la presencia de un combustible y de aire como oxidante. Una combustión explosiva también puede producirse en presencia de polvo. En las combustiones explosivas, la sobrepresión se crea por el rápido incremento de volumen de los productos de la comnstión del combustible.

23.2.3.1.2 Las Explosiones químicas pueden implicar combustibles sólidos o mezclas explosivas de combustible y oxidante, pero lo más normal para el investigador de incendios será encontrar reacciones que implican gases, vapores o polvos mezclados con el aire. Tales reacciones de combustión se llaman reacciones de propagación debido a que ocurren progresivamente a través de la sustancia que reacciona (combustible), con un frente de llama definido o zona de reacción que separa el combustible en reacción del que aun no ha reaccionado.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

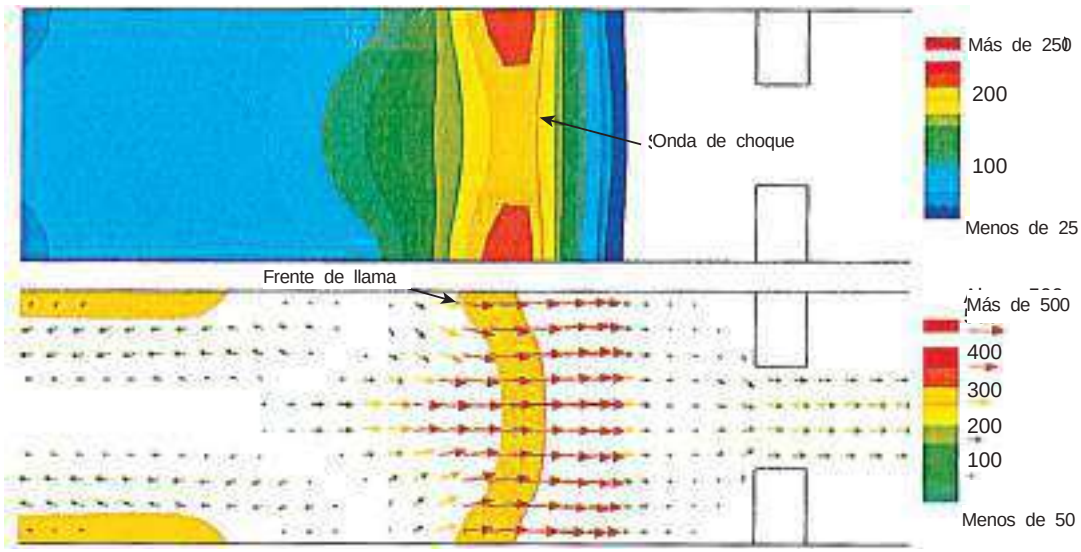


FIGURA 23.2.3.1.3 Simulaciones CFD de una Presión Típica en psi (arriba) y la velocidad de las llamas en m/s (abajo) para una llama generada por una detonación. En el frente de llamas que puede llegar a propagarse a una velocidad normal de 1500 a 2000 m/s, se registran normalmente excesos de presión que superan 16 veces la presión ambiente, No existe una zona sin exceso de presión delante de las llamas. [Las recreaciones dan como resultado el decrecimiento del frente de choque y menores velocidades delante de las llamas gracias al período preparación. Los frentes de choque reales pueden ser mucho más acusados, y las velocidades delante del frente no estarán presentes en el momento en que se encuentre plenamente desarrollado.]

23.2.3.1.3 Las combustiones explosivas se clasifican como deflagraciones o detonaciones, dependiendo de la velocidad de la propagación del frente de llama a través de la mezcla de aire y combustible. Esto no debe confundirse con la velocidad de la llama, que es la velocidad de la propagación de la llama con respecto a un punto fijo. El régimen de propagación de frentes de llama se describe más exactamente como una deflagración o detonación a. (*Ver Figura 23.2.3.1.3.*)

23.2.3.1.3.1 Las detonaciones son reacciones de combustión en las que la velocidad de la zona de reacción en relación con los materiales inflamables sin reaccionar es más rápida que la velocidad del sonido. Las detonaciones son zonas de reacción que se auto inflaman como consecuencia de las ondas de choque que van delante de la llama. Las detonaciones son procesos autosuficientes y no requieren otros mecanismos para sostenerse. Para iniciar una detonación se requiere una liberación muy fuerte de energía (es decir, transición de deflagración a detonación (DDT) o la detonación de explosivos).

23.2.3.1.4 Se pueden distinguir varios subtipos de explosiones por combustión, según el combustible afectado. Las más corrientes son:

(1) De gases inflamables.
(2) De vapores de líquidos inflamables y combustibles.
(3) De polvos.
(4) De humo y productos inflamables de la combustión incompleta (explosiones de contratiro).
(5) Aerosoles.

23.2.4 Explosiones Eléctricas. Los arcos eléctricos de alta energía pueden generar calor suficiente para causar una explosión. El rápido calentamiento de los gases circundantes puede causar una explosión mecánica que, a su vez, puede producir o no un incendio. Un efecto de una explosión eléctrica es una especie de estallido que acompaña a una fuerte descarga visible. Las explosiones eléctricas requieren conocimientos especiales para su investigación, por lo que no se tratan en este documento.

23.2.5 Explosiones Nucleares. En las explosiones nucleares, las altas presiones se producen por la enorme cantidad de calor liberado por la fusión o fisión de los núcleos atómicos. Tampoco se trata en este documento de las explosiones nucleares.

23.3 Caracterización de los Daños Producidos por Explosiones. A efectos de descripción e investigación, puede resultar útil caracterizar los siniestros de explosión, sobre todo en los edificios, por el tipo de daños producidos. Para caracterizar esos daños se emplean los términos *daños graves producidos por explosiones y daños leves producidos por explosiones.* También se han utilizado los términos *explosión de alto rendimiento y bajo rendimiento.* Se recomienda usar estos términos para evitar confusiones cuando se habla de la energía liberada por los explosivos (*véase sección 23.12.)* La diferencia en los daños producidos es más bien función de la velocidad de aumento de presión y de la resistencia del recipiente o edificio en el que se produce la explosión, que de la presión máxima alcanzada. Es cierto que los términos *daños graves producidos por explosiones y daños leves producidos por explosiones* pueden no ser siempre adecuados, pues una explosión puede producir daños de ambas categorías.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

23.3.1 Daños Leves Producidos por Explosiones. Este tipo de daños se caracteriza porque las paredes se abomban o se caen, prácticamente intactas, al lado del edificio. Los tejados se pueden elevar ligeramente y volver casi a su posición original. Las ventanas saltan de sus marcos, a menudo sin que se rompan los cristales. Se producen escombros generalmente grandes y a poca distancia. Los daños leves producidos por explosiones se deben a un aumento lento de la presión *(véase Figura 23.3.1.)*.

23.3.2* Daños Graves Producidos por Explosiones. Este tipo de daños se caracteriza porque los muros se desprenden del edificio produciendo escombros pequeños y pulverizados. Dentro del edificio, las paredes, techos y otros elementos estructurales se agrietan o desprenden y el edificio puede hundirse totalmente. Se encuentran restos a gran distancia, hasta varios centenares de metros. Los daños graves producidos por explosiones se deben a un aumento rápido de la presión (*véase Figura 23.3.2(a), Figura 23.3.2(b), Figura 23.3.2(c)*).

23.4 Efectos de las Explosiones. Una explosión es un fenómeno de dinámica de gases que, en condiciones teóricas ideales, se manifiesta como un frente esférico en expansión de ondas de calor y presión. Esas ondas producen los daños característicos de las explosiones. Los efectos de las explosiones se producen en cuatro formas principales: efecto de la onda expansiva de la explosión, efecto metralla, efecto del calor y efecto sísmico.

23.4.1 Efecto de la Onda Expansiva de la Explosión.

23.4.1.1 General. Algunas explosiones producen un volumen significativo de gases. Al genera los gases, la presión en el recinto que los confina aumenta y puede crear un daño importante en el recipiente. Además, loas gases en expansión y el aire desplazado por los gases produce una onda de choque que es el primer responsable de los daños y heridad asociados a las explosiones. (*Ver Figura 23.4.1.1.*)

23.4.1.1.1 Para pequeños objetos cilindricos, como tuberías, o báculos de luminarias, el daño es en su mayor



FIGURA 23.3.1 Daños leves en una Residencia.



FIGURA 23.3.2(b) Alto nivel de daños en un incendio de una casa de 3 habitaciones con incendio posterior.



FIGURA 23.3.2(a) Alto nivel de daños en un incnedio de una casa de 4 habitaciones en una sola planta, sin incendio posterior



FIGURA 23.3.2(c) Restos de un daño de alto nivel en un edificio comercial.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

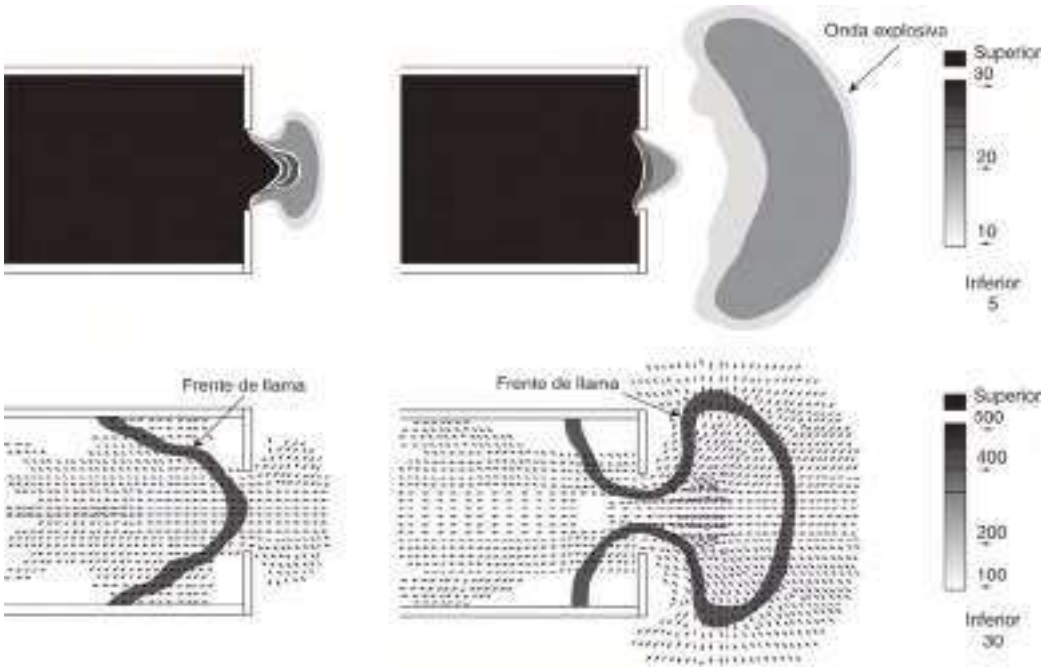


FIGURA 23.4.1.1 Ilustración de las ondas de choque en psi (arriba) y de las velocidades del frente de llama en m/s (abajo).

parte debido a las cargas dinámicas inducidas por el desplazamiento de los gases (viento explosive) pasando a través del objeto.Los efectos del viento explosivo pueden ser mayores después de que la onda de choque y el pico se sobrepresiones halla dejado atrás el objeto. (*Ver Figura 23.4.1.1.1.*).

23.4.1.1.2 La onda expansiva de la explosión se produce en dos fases distintas, según la dirección de las fuerzas con respecto al punto de origen de la explosión: la *fase de presión positiva* y la de *presión negativa*.

23.4.1.1.3 En la figura 23.4.1.1.3 se recoge la evolución típica de una detonación ideal, medida en un punto alejado del punto de detonación. Se ve la fase positiva y la negativa. El área de la curva presión-tiempo se llama *impulso* de la explosión.



FIGURA 23.4.1.1.1 Daño en un báculo debido a las cargas dinámicas generadas por el desplazamiento de los gases (Vientro explosivo) en Flixborough, England.

23.4.1.2 Fase de Presión Positiva. La fase de presión positiva es la parte de la onda expansiva de la explosión durante la cual los gases en expansión se alejan del punto de origen. Esta fase es más potente que la negativa y a ella se deben la mayoría de los destrozos causados por la presión. La fase de presión negativa puede pasar desapercibida a los testigos o en el examen posterior en explosiones en fase difusa (gas/vapor).

23.4.1.3 Fase de Presión Negativa.

23.4.1.3.1 Como la expansión rapidísima de los gases en la fase de expansión positiva de la explosión los aleja de su punto de origen, el frente desplaza, comprime y calienta el aire que lo rodea. En el epicentro u origen se crea una zona de bajas presiones (con relación a la presión ambiente). Cuando se disipa la presión positiva, el aire vuelve rápidamente a la zona de origen donde había menos presión, creando la fase de presión negativa.

23.4.1.3.2 Esta fase puede causar daños secundarios y desplazar pruebas físicas hacia el punto de origen de la explosión. El movimiento de los escombros durante la fase de presión negativa, puede ocultar el punto de origen. Normalmente esta fase produce mucha menor presión que la positiva, pero puede ser suficiente para hacer que se hundan edificios ya debilitados por la fase de presión positiva.

23.4.1.4 Forma de la Onda Expansiva de la Explosión. En condiciones teóricas ideales, la onda expansiva de una explosión sería esférica y se expandiría uniformemente en todas las direcciones a partir del epicentro. Pero en condiciones reales, los obstáculos o límites que encuentra la onda expansiva hacen

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

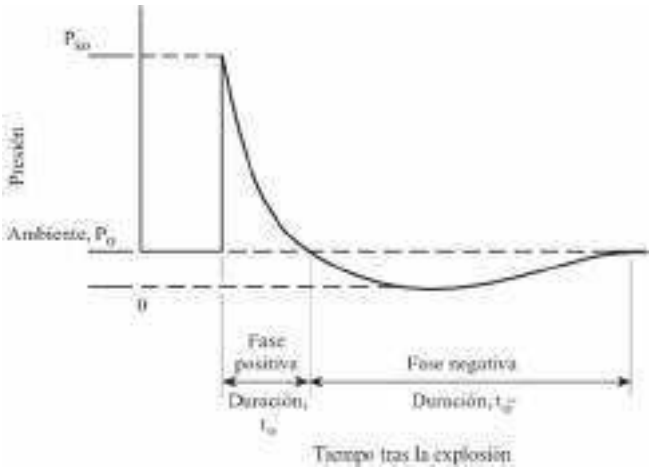


FIGURE 23.4.1.1.3 Evolución Típica de la Presión en una Detonación Ideal, Medida en un Punto Alejado del Punto de Detonación.

que cambie y se modifique su dirección, forma y fuerza.[*Ver Figura 23.4.1.4(a) y Figura 23.4.1.4(b).*]

23.4.1.4.1 El contacto con la atmósfera de los gases contenidos en el recipiente o edificio puede hacer que se produzcan daños fuera de esas estructuras. Los daños máximos se producen normalmente en el camino que recorre el aire. Por ejemplo, la onda expansiva de una habitación puede salir por la puerta y afectar a elementos o materiales que estén en la habitación contigua, en línea recta con la puerta. El mismo efecto relativo se puede apreciar si se rompe la unión de un depósito o bidón, en línea recta desde la rotura hasta las paredes.*(Ver Figura 23.4.1.1.)*

23.4.1.4.2 La onda expansiva se puede reflejar en objetos sólidos y cambiar de dirección, produciendo un importante aumento o un posible descenso de la presión, según las características del obstáculo.

23.4.1.4.3 Cuando las reacciones de propagación ya no encuentran combustible, la fuerza de la onda expansiva disminuye a medida que aumenta su distancia al epicentro de la explosión. (*Ver Figura 23.4.1.4.3.*)

23.4.1.5 Velocidad de Aumento de Presión Frente a Presión Máxima. El tipo de destrozos causados por la onda expansiva de una explosión depende no sólo de la cantidad total de energía generada, sino también, y con frecuencia en mayor medida, de la tasa de energía liberada y de la consiguiente velocidad de aumento de la presión.

23.4.1.5.1 Una velocidad de aumento de presión relativamente baja, producirá daños de tipo desplazamiento o abombamiento, es decir, los típicos daños leves. Primero se rompen las partes más débiles del edificio donde se ha producido la explosión, como las ventanas o uniones estructurales. Al salir la onda al exterior, se reducen los efectos totales de la explosión.

23.4.1.5.2 En explosiones en que la presión aumenta muy rápidamente, se producirán mayores destrozos en el recipiente o edificio y sus restos serán lanzados a mayor distancia, pues no hay tiempo suficiente para que se amortigüen los efectos de la onda expansiva. Estos son los típicos daños graves causados por la explosión.

23.4.1.5.3 En los lugares en los que la tasa de incremento de presión aumenta, pero más rápida de lo que la estructura es capaz de soportar, el efecto de ventilación tendrá un impacto importante en el desarrollo del máximo de presión. Consultar NFPA 68, *Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting,* para ver las ecuaciones, datos, y directrices para calcular el efecto teórico de la ventilación en la presión durante la deflagración. Dichos cálculos asumen la existencia de una estructura o recipiente que pueda apoyar la aparición de una presión tan alta. La máxima presión teórica que puede desarrollarse en una deflagración lenta puede, bajo ciertas circunstancias, llegar a ser entre 7 y 9 veces mayor que la presión inicial. Estas presiones, no obstante, han sido obtenidas en pruebas en recipientes que no permiten que la onda de presión se ventile, por lo que no es fácil transferirlas a las condicio-

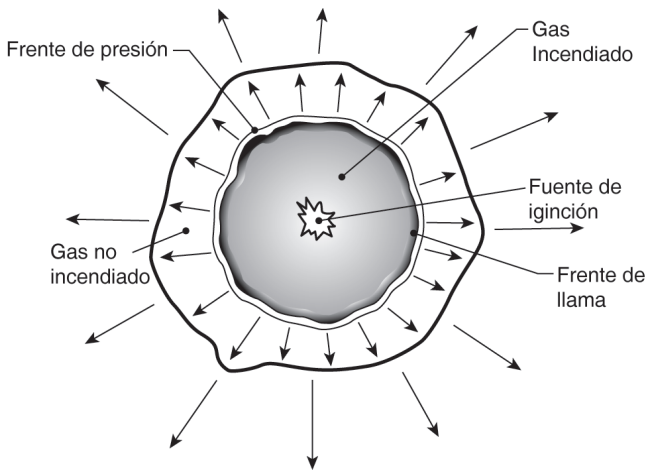


FIGURA 23.4.1.4(a) Idealización de la propagación de la llama y los frentes de choque [de Harris (1983) p.3]

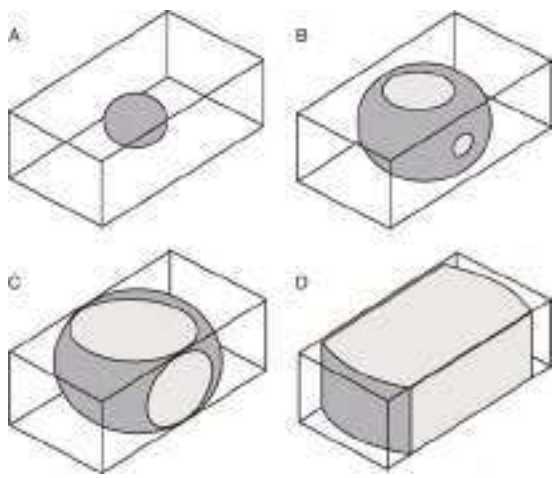


Figura 23.4.1.4 (b) Idealización del frente de llama en un recipiente cúbico (de Harris, 1983)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

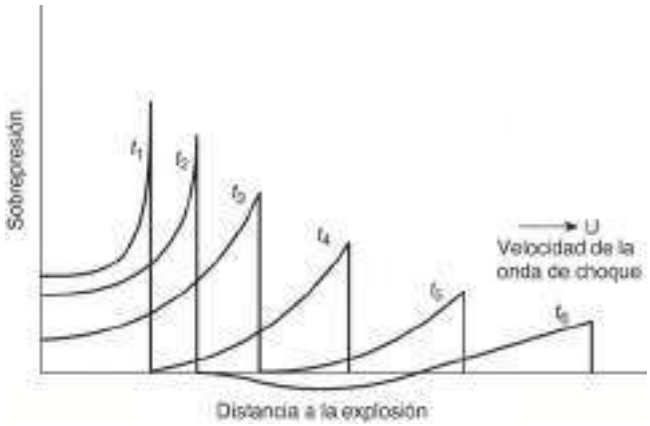


FIGURA 23.4.1.4.3 Registro de sobrepresiones en puntos distantes del centro de la explosión.

nes reales que nos encontramos en la escena de una explosión. Bajo ciertas condiciones, con combustibles de alta reactividad (como hidrógeno, acetileno, y etileno), las turbulencias generadas por la geometría del recipiente de confinamiento o la alta congestión dentro de la estructura, pueden producir que la presión local durante la deflagración exceda hasta 7 veces la presión inicial como resultado de efectos dinámicos como la concentración de la presión, reflexiones, o pre compresión. Se puede recurrir al uso de experimentos especializados o a herramientas informáticas de dinámicas de fluido para analizar dichos efectos.

23.4.1.5.4 En las situaciones mas comunes, tales como explosiones de fugas de gas en edificios residenciales o comerciales, la presión máxima se limitará a un nivel ligeramente superior a la presión que los elementos principales del edificio (por ejemplo, paredes, techo y ventanas grandes) pueden soportar sin romperse (presión minima de rotura). En un edificio bien construido, esta presión dificimente superará los 21 kPa (3 psi).

23.4.2 Efecto Metralla (Proyectiles)..

23.4.2.1 Cuando los contenedores, recipientes o edificios que sujetan o impiden la propagación de la onda expansiva se rompen, a menudo lo hacen en pedazos que pueden salir lanzados a gran distancia. Estos trozos se suelen llamar metralla y pueden causar graves daños materiales y personales, a veces hasta muy lejos del origen de la explosión. Además la metralla puede afectar con frecuencia a los cables eléctricos, tuberías de gas o de otros combustibles inflamables o depósitos, aumentando la magnitud e intensidad de los incendios producidos tras la explosión o causando otras explosiones.

23.4.2.2 La distancia a la que se pueden encontrar dichos trozos de metralla del lugar de la explosión, depende en gran medida de su dirección inicial y de otros factores como su peso y características aerodinámicas. En la Figura 23.4.2.2 se recogen las trayectorias ideales de distintos productos de la explosión, según su dirección inicial. La distancia real a la que pueden llegar esos productos depende mucho de sus características aerodinámicas, de que reboten contra algunas superficies, etc.

23.4.3 Efecto Térmico. Las explosiones por combustión liberan grandes cantidades de energía que elevan la temperatura ambiente y de los gases combustibles. Esta energía puede hacer que ardan los combustibles próximos o causar heridas de quemaduras al personal. Estos incendios secundarios aumentan los daños materiales y personales de la explosión y complican el proceso de investigación. A veces es difícil saber qué ocurrió primero, si el incendio o la explosión.

23.4.3.1 Todas las explosiones químicas producen gran cantidad de calor. Los daños térmicos (*véase Determinación de la temperatura)* dependen de la naturaleza del explosivo así como de la duración de la temperatura máxima. Las detonaciones producen temperaturas muy altas de muy poca duración, mientras que las deflagraciones producen temperaturas inferiores pero de mucha mayor duración.

23.4.3.2* Las bolas de fuego y las brasas son posibles efectos térmicos producidos por las explosionesposibles de las expslosiones, particularmente en las que están involucrados gases licuados (BLEVE). Las bolas de fuego son llamas en forma de bola que aparecen durante o después de la explosión. Cuando las cpas exteriores del gas arden, ascienden y forman la bola de fuego. Cuando la bola de fuego aumenta, produce nubes en forma d hongo, en las cuales se pueden formar corrientes de convección muy fuertes. Una bola de fuego puede producer una radiación termica muy intense y de corta duración. Las bolas de fuego se pueden producir como consecuencia de fuerzas debidas a una explosión tipo BLEVE o ala rotura de un tanque, o a la empuje de las fuerzas producidas por la combustión de una nube de vapor. Las brasas son fragmento calientes o en llamas impulsados por la explosión. Estos efectos pueden servir para iniciar fuegos lesjos de centro de la explosión.

23.4.4 Efectos Sismicos (sacudidas del suelo). Para que se produzcan sacudidas en el suelo, la explosión tiene que trabsmitir una cantidad de energia suficiente al terreno para que se produzca movimiento de éste. También cuando porciones de grandes edificios se derrumbar y caen sobre el suelo, pueden transmitir la nergía cinética a zonas localizadas del terreno.estos movimientos del terreno que, no se tienen en cuenta normalmente en el caso de pequeñas explosiones, pueden a veces producir daños adicionales a los edificios, servicios enterrados, oleoductos, tanues y cables.

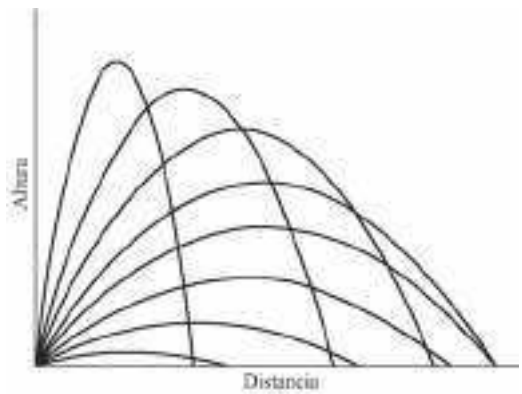


FIGURA 23.4.2.2 Trayectorias Ideales de Productos de una Explosión, Según su Dirección Inicial.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

23.5 Factores que controlan los Efectos de las Explosiones. Los factores que pueden controlar los efectos de las explosiones incluyen, el tipo y la configuración del combustible; naturaleza, tamaño, volumen, y la forma de recipiente de contención o del objeto afectado, el nivel de congestión y obstáculos dentro del recipiente, la ubicación y la magnitud de la fuente de ignición; ventilación del recipiente de contención; presión máxima relativa, y la tasa de aumento de presión. La naturaleza de estos factores y sus diversas combinaciones existentes en cualquier explosión pueden producir una amplia variedad de efectos físicos con los que se enfrenta el investigador. Hay varios fenómenos afectan a las características del frente de presión de la explosión que se aleja de la fuente.

23.5.1 Combustible. La naturaleza del combustible, si es un polvo, gas, vapor o aerosol de un líquido inflamable o combustible, o si es un explosivo, tendrá un impacto grande sobre los efectos de la explosión que producen. Los combustibles transportados por el aire producen efectos muy diferentes a los de los explosivos o pirotecnia. (Ver la sección Combustibles del capítulo Ciencias Básicas de fuego).

23.5.2 Turbulencias. La turbulencia dentro de una mezcla de combustible y aire aumenta la velocidad de la llama y, por lo tanto, aumenta enormemente la velocidad de combustión y la velocidad de aumento de presión. La turbulencia puede producir un aumento de presión con cantidades relativamente pequeñas de combustible que puede dar lugar a grandes daños a pesar de que la mezcla estubiera por encima o por debajo del equilibrio estequiométrico. La forma, tamaño, y localización de los obstáculos dentro del recipiente de confinamiento puede tener un efecto profundo sobre la gravedad de la explosión al afectar a la naturaleza de la turbulencia. La existencia de gran número de obstáculos en la trayectoria de la onda de combustión se ha demostrado que aumenta la turbulencia y por lo tanto la gravedad de la explosión, principalmente debido al aumento de la velocidad de la llama de la mezcla en cuestión. Otras fuentes de mezcla y turbulencia, tales como ventiladores y ventilación forzada, pueden aumentar los efectos de la explosión. (*Ver Figura 23.8.2.1.7.*)

23.5.3* Naturaleza del Espacio de Confinamiento. La naturaleza del contenedor (su tamaño, forma, construcción, volumen, materiales, diseño, y obstáculos internos) puede también cambiar los efectos de la explosión. Por ejemplo, un porcentaje específico de volumen de gas natural mezclado con aire puede producir una tasa diferente de incremento de presión, si se encuentra almacenado en una habitación de 30 m3 (1000 ft3), o en una habitación de 300 m3 (10.000 ft3), en el momento de la ignición. (Ver NFPA 68, Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting.) Esta variación en los efectos es cierta incluso aunque la máxima sobrepresión que se alcance sea la misma.

23.5.3.1 Cuando una mezcla combustible de vapor-aire igniciona dentro de un pasillo largo y estrecho , la distribución de la presión, la tasa de aumento de ésta, y sus efectos sobre la estructura serán diferentes a los que se producirían si la explosión se produjera en un recipiente cúbico.

23.5.3.2 Durante la explosión, la turbulencia causada por obstrucciones dentro del recinto puede aumentar los daños. Esta turbulencia puede ser causada por obstrucciones sólidas, tales como columnas o postes, tuberías, maquinaria, bastidores, etc, lo que incrementará la velocidad de llama, e incremetará la tasa de crecimiento de la presión

23.5.4 * Situación y Magnitud de la Fuente de Ignición. La mayor tasa de aumento de presión se producirá si la fuente de ignición se encuentra en el centro de una estructura de forma cúbica y sin obstaculos. Cuanto más cerca de las paredes de recipiente esté la fuente de ignición, más pronto llegará a ellas el frente de llama se llega a la pared y se extinguirá al producirse una reducción en la superficie de la llama y la zona de reacción. A consecuencia de esto, se producirá una perdida de energía, una tasa inferior de incremento de presión y una explosión menos violenta. (*Ver en Figura 23.5.4 los resultados de las pruebas experimentales*.)

23.5.4.1 En las estructuras comúnmente encontrados, que incluyen áreas de alta relación superficie volume, semi-confinadas, con aireación, o con un nivel de obstáculos medio, la situación de la fuente de ignición es muy importante para el desarrollo de la sobrepresión (presión máxima y la velocidad de aumento de presión) y el correspondiente nivel y distribución del daño. Para analizar este tipo de incidentes se pueden usar experimentos o utilizar tecnicas de simulación de dinamica de fluidos por ordenador (CFD).

Situación de la chispa	Máxima presión (psia)	Tasa máxima de incremento de presión (psi/seg)	Tiempo para alcanzar la máxima presión (seg)
Centro	117	4960	0.095
Fondo	113	1870	0.133
Lado	109	1750	0.147
Superior	108	1620	0.148

* Segun Harris (1983)

FIGURA 23.5.4 Resultado de ensayos en laboratorio para diferentes posiciones de la fuente de ignición (10.15 % de mezcla de metano/aire en un recipiente esferico de 0.28 m³).

23.5.4.2 La energía de la fuente de ignición no tiene, en general, un gran efecto en el transcurso de la explosion, pero, a veces, fuentes de ignicón muy grandes (detonadores o equipos explosivos) pueden incrementar de forma significativa la tasa de incfremento de la presión y, en algunos casos, hacer que la deflagración pase a ser una detonación.

23.5.5 Ventilación. En el caso de explosiones de combustible difuso (es decir, gas, vapor o polvo), la ventilación del recipiente de contención también tendrá un profundo efecto sobre la naturaleza del daño causado por la explosión. Por ejemplo, puede ser posible reventar una tubería de acero lo suficientemente larga, a pesar del hecho de que esté abierta en ambos extremos. El número, tamaño y ubicación de las puertas y ventanas en la habitación puede determinar que la habitación resulte totalmente destruida, que se produzca solo un ligero movimiento de las paredes y el techo o que no sufran ningún daño.

23.5.5.1 El venteo de un recipiente o de una estructura puede causar daño fuera de ellos. La mayoría de los daños producidos en

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

la ruta de ventilación son resultado de la onda de choque y productos calientes expulsados. Por ejemplo, el frente de presión de la explosión en una habitación puede viajar a través de una puerta y puede dañar elementos o materiales directamente en línea con la puerta de la habitación contigua. El mismo efecto puede apreciarse, alineado con la soldaura de un tanque o recipiente cilindrico que falla antes de que se rompan las paredes. A medida que la onda de choque se desplaza en forma radial desde el punto de venteo, se pueden apreciar daños no alineados con él.

23.5.5.2 En el caso de detonaciones, los efectos debidos al venteo son considerablemente menores que en el caso de las deflagraciones, ya que la velocidad de las ondas de choque es demasiado alta para ser eliminar de forma efectiva los picos de presión.

23.5.6 Onda Expansiva (Frente de onda) Modificación por Reflexión. Cuanda un frente de onda se encuentra un objeto en su camino, puede amplificarse por reflexión. Esta reflexión puede causar un incremento de la sobrepresión, dependiendo del ángulo de incidencia y de la sobrepresión incidente. Este efecto puede ser mayor en rincones en los cuales se puede focalizar la presión debido a las reflexiones.

23.5.7 Modificaciones del Frente de Presión de la Explosión por Refracción o Concentración de la Explosión. En ocasiones, la falta de homogeneidad en la atmósfera afectada, pueden causar anomalías en el comportamiento esperado del frente de onda de la explosión. Cuando el frente de onda de la explosión se encuentra con una capa de aire a una temperatura o densidad significativamente distinta, puede ocurrir que el frente de onda de la explosión se doble o refracte. Esto sucede debido a que la velocidad del sonido es proporcional a la raíz cuadrada de la temperatura absoluta y por tanto de la densidad del aire. Una inversión producida por la bajada de temperatura puede dar lugar a un frente explosión hemisférica inicial refractado y centrado en el suelo situado en el centro de la explosión. Las condiciones ambientales relacionadas con la entrada de viento pueden causar concentraciones en la dirección del viento.

23.6 Explosiones Localizadas

23.6.1 General. La marca de una explosión se define como el crater o área en la cual se ha concentrado el mayor daño, y que con frecuencia tiene forma circular o esferica. A veces, la marca de la explosión puede no estar situada en el punto de inicio (epicentro). El material puede haber sido proyectado fuera del crater. Este tipo de maturual se llama material expulsado y puede tener un amplio rango de tamaños, desde trozos grandes de deschos hasta polvo. La presencia de la marca indica la existencia de una fuente concentrada de combustible en contacto o muy cerca de ésta. (*Ver Figura 23.6.1.*)

23.6.1.1 Los cráteres pueden ser de distinto tamaño, según la magnitud y fuerza del material que ha explotado. Normalmente pueden ir desde algunos centímetros hasta 7'6 m (25 pies) de diámetro y están formados por un hueco de tierra, suelo o paredes pulverizados situado en el centro de una zona menos afectada. Las explosiones con cráter se caracterizan generalmente porque generan altas presiones a gran velocidad.

23.6.1.2 Sólo hay determinados tipos o formas de explosivos que producen explosiones con cráter, como los propios materiales explosivos, las calderas de vapor, gases o vapores combustibles a presión, y los BLEVEs que se producen en recipientes relativamente pequeños, como botes o barriles.



FIGURA 23.6.1 Marca de una explosión de 3 pies de diámetro causada por un explosivo detonado en el suelo. Los materiales expulsados pueden verse en el cuadrante inferior derecho de la foto.

23.6.1.3 En general se acepta que, para que se produzcan explosiones con cráter, la velocidad de la onda expansiva debería ser superior a la del sonido (detonación), a no ser que el cráter esté producido por metralla procedente de un recipiente roto.

23.6.2 Explosivos. Las explosiones generadas explosivos son a menudo más fáciles de identificar por sus marcas o epicentros muy centralizados, o asientos. Los Eexplosivos de gran potencia producen zonas de presión positiva de tal alta velocidad que muy a menudo destrozan su entorno y producen crateres o zonas con grandes daños muy localizadas.. Sin embargo, si se produce una explosión cuando el material explosivo que no está en contacto con una superficie (o suspendido a cierta distancia por encima del suelo), puede no aparecer el crater y para determinar las causas, el investigador tendrá que considerar sólo el área de mayor daño y posibles tipos de combustibles presentes.

23.6.3 Calderas y Recipientes a Presión. Debido a la alta energia liberada, la alta tasa de liberación de presión y el confinamiento, la explosión de una caldera crea a menudo una explosión localizada. Las explosiones de calderas y recipientes a presión presentan efectos similares a los explosivos, aunque con menor sobrepresión localizada cerca de la fuente.

23.6.4 Gases y Vapores Confinados de Líquidos Combustibles. Los gases combustibles o los vapores de líquidos inflamables, cuando están encerrados en recipientes pequeños como depósitos, barriles u otros similares, pueden producir también explosiones con cráter.

23.6.5 BLEVE. La BLEVE (una explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición) produce un cráter si el recipiente que contenía el líquido era pequeño (barril o tanque pequeño) y si la subida de presión al romperse el recipiente es muy rápida.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

23.7 Explosiones sin Cráter. Las explosiones sin cráter se producen casi siempre que los combustibles están dispersos o extendidos en el momento de la explosión, produciendo un aumento de presión moderado y una onda expansiva a velocidad subsónica (deflagración). Hay que tener en cuenta que, en algunas circunstancias, las detonaciones pueden producir también explosiones sin cráter.

23.7.1 Gases Combustibles. Los gases combustibles, como el gas natural, y gases licuados del petróleo, suelen producir explosiones sin cráter, porque generalmente están contenidos en grandes recipientes, dentro de habitaciones o edificios, y su onda expansiva es subsónica (deflagración).

23.7.2 Líquidos Combustibles o Inflamables Derramados. Las explosiones producidas por vapores de líquidos combustibles o inflamables derramados, no producen cráter. Las grandes zonas que cubren y su velocidad de expansión, inferior a la del sonido, hacen que no se produzcan grandes destrozos en zonas muy localizadas.

23.7.3* Polvos. Las explosiones de polvo ocurren más a menudo en areas confinadas, de dispersion amplia, tales como elevadores de grano, plantas de proceso de materiales y minas de carbon, sitios en los cuales se puede acumular polvo en cantidad suficiente para mantener la propagación de la reacción. Este tipo de áreas, de gran tamaño excluye la producción de marcas pronunciadas.

23.7.4 Tiro invertido (Explosión de humo). Las explosiones de humo o contratiro casi siempre afectan a un gran volumen de gases combustibles y partículas, muy dispersos. Su velocidad de

Tabla 23.8 Propiedades Combustibles de los Gases Inflamables más Comunes

Gas	Unidades		Límites de inflamabilidad % en volumen de Aire		Peso específico (aire = 1.0)	Volumen de Aire necesario para quemar un Volumen de Gas	Temperatura de ignición	
	MJ/m³ (Bruto)	Btu / pie³ (Bruto)	Inferior	Superior			°C	°F
Gas Natural								
Alto contenido gases inertes[a]	35.7-39.2	958-1051	4.5	14.0	0.660-0.708	9.2	—	—
Alto contenido de metano[b]	37.6-39.9	1008-1071	4.7	15.0	0.590-0.614	10.2	482-632	900-1170
Alto poder calorífico[c]	39.9-41.9	1071-1124	4.7	14.5	0.620-0.719	9.4	—	—
Gas de alto horno	3.0-4.1	81-111	33.2	71.3	1.04-1.00	0.8	—	—
Gas coke	21.4	575	4.4	34.0	0.38	4.7	—	—
Propano (comercial)	93.7	2516	2.15	9.6	1.52	24.0	493-604	920-1120
Butano (comercial)	122.9	3300	1.9	8.5	2.0	31.0	482-538	900-1000
Gas de aguas residuales	24.9	670	6.0	17.0	0.79	6.5	—	—
Acetileno	208.1	1499	2.5	81.0	0.91	11.9	305	581
Hidrógeno	12.1	325	4.0	75.0	0.07	2.4	500	932
Amoniaco anhidro	14.4	386	16.0	25.0	0.60	8.3	651	1204
Monóxido de carbono	11.7	314	12.5	74.0	0.97	2.4	609	1128
Etileno	59.6	1600	2.7	36.0	0.98	14.3	490	914
Mezcla de Metil acetileno y propadieno estabilizada[d]	91.3	2450	3.4	10.8	1.48	—	454	850

[a] Composición típica CH_4 71.9-83.2%; N_2 6.3-16.20%.
[b] Composición típica CH_4 87.6-95.7%; N_2 0.1-2.39%.
[c] Composición típica CH_4 85.0-90.1%; N_2 1.2-7.5%.
[d] MAPP® Gas, Extraído de NFPA (*Fire Protection Handbook*), edición nº19, Tabla 8.7.3.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

propagación es subsónica (deflagración), por lo que tampoco producen cráteres.

23.8 Explosiones de Gases y Vapores. Las explosiones más corrientes son las de gases o vapores, sobre todo los gases combustibles o los vapores de líquidos inflamables. Los gases más ligeros que el aire, como el gas natural, pueden producir explosiones violentas, pero son menos frecuentes que la de los gases más densos que el aire (densidad superior a 1,0). En la tabla 23.8 se ofrece una guía útil sobre algunas propiedades de los gases inflamables más corrientes. Si se desea una información más completa sobre todas estas explosiones, se puede consultar la NFPA 68, *Guide for Venting of Deflagrations (Guía para el alivio de deflagraciones)*. Figura 23.8 muestra cómo los límites de inflamabilidad puede variar con la temperatura.

23.8.1* Ignición de gases y vapores. Las mezclas gaseosas de air y combustible son que con más facilidad pueden causar una explosión. El rango de temperaturas mínimas de ignición está, la mayoría de los casos, entre 370°C y 590°C (700°F 90 1100°F) y pueden ser mas bajos para hidrocarburos mas pesados como por ejemplo el n-heptano que es de 215°C (419°F). La Tabla 23.8.1 muestra las energías mínimas de ignición de algunos combsutibles.Aunque en la Tabla 23.8.1 se muestran valores fijos, la energía de ignición varía de acuerdo con la releación combustible/aire, tal y como se muestra en la Figura 23.8.1 para el metano.

23.8.2 Interpretación de los Daños Causados por Explosiones. Los destrozos de edificios causados por explosiones (de poca o de gran potencia) tienen que ver con diversos factores, como la relación combustible-aire, la densidad de vapor del combustible, el efecto de turbulencia, el volumen del espacio donde se produce la explosión, la situación e importancia de la fuente de ignición, la salida de los gases a la atmósfera y la resistencia característica del edificio.

23.8.2.1* Relación Combustible-Aire. La naturaleza del daño producido en un recinto, puede ser un indicador del relación combustible/aire en el momento de la ignición.

Tabla 23.8.1 Energía minima de ignición para algunos combustibles *

Gas/Vapor	Mínima Energía de Ignición (mJ)
Acetileno	0.02
Benceno	0.225
Butano	0.26
Etano	0.24
Heptano	0.24
Hexano	0.248
Hidrogeno	0.018
Metano	0.28
Metanol	0.14
Metil etil cetona	0.28
Pentano	0.22
Propano	0.25

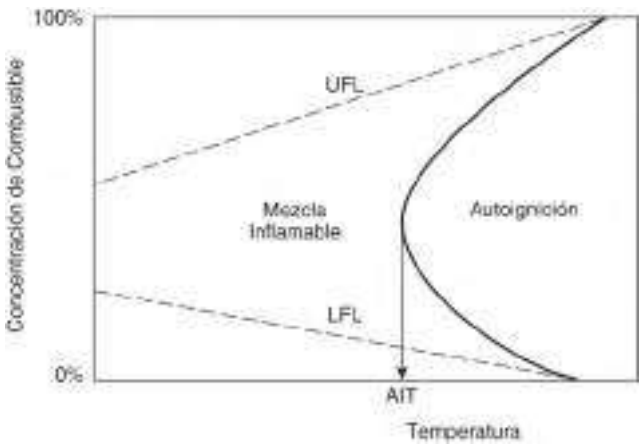


FIGURA 23.8 Tabla que demuestra el efecto de la temperatura en el rango de Inflamabilidad/Explosividad de los gases. (Fuente: GexCon—Manual sobre explosiones de gas, Figura 4.5)

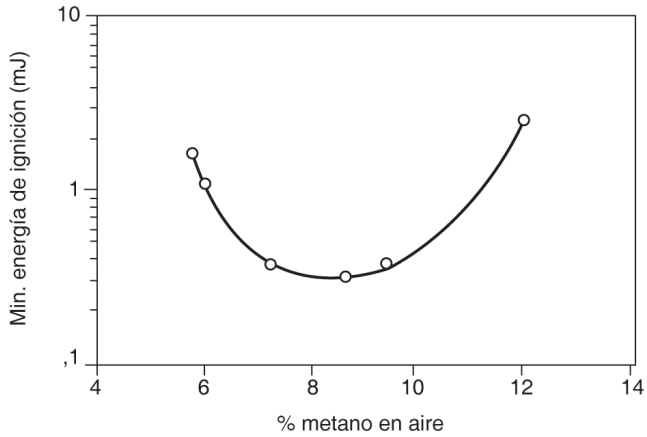


FIGURA 23.8.1 Comparación experimental de las energías mínimas de ignición del metano en function del porcentaje de metano en aire. (Fuente: GexCon—Manual sobre explosiones de gas, Figura 4.5)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

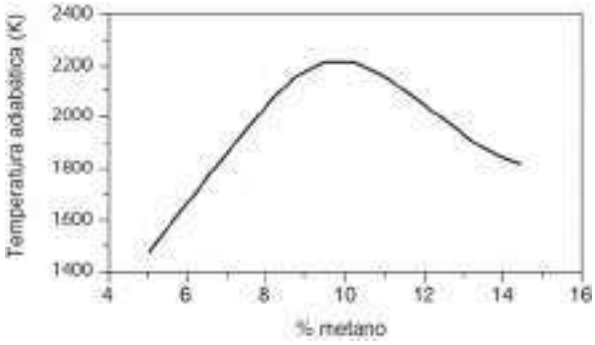


FIGURA 23.8.2.1.1 Temperatura adiabática de llama en las condiciones iniciales a 1 atm y 25ºC (Fuente: GexCon—Manual sobre explosiones de gas, Figura 4.7)

23.8.2.1.1 Las temperaturas adiabáticas de la llama estan relacionadas con la concentración de combustible, tal como se muestra en la Figura 23.8.2.1.1. El pico teórico de presión de un combustible esta muy telacionado con sus temperaturas adiabaticas de llama, e en menor cuantia con el número de moles consumidos/producidos en la reacción.

23.8.2.1.2 No es necesario que todo el volumen esté lleno de una mezcla inflamable de combustible y aire para que se produzca una explosión. Volumenes relativamente pequeños de mezcla inflamable con capacidad para causar daños, pueden acumularse en una zona dada e inflamarse antes de llenar todas las áreas de la habitación o recipiente en el cual estén confinados. Dependiendo de las propiedades de combustible y de la geometría del recinto, see puede producir una llamarada o una explosión. La ausencia de daños por explosión no excluye la presencia de una mezcla inflammable.

23.8.2.1.3 Las explosiones que ocurren cerca o en el limite menor de explosividad (LEL) o límite mayor de explosividad (UEL) de un gas o vapor son menos violentes que aquellas que se producen a concentraciones oprtimas (p.e. ligeramente mas rica que la mezcla estequiometrica). Esto se debe a que una mezcla menor que la optima produce una menor velocidad de llama, menor tasa de incremento de presión y menores presiones máximas. En general estas explosiones tienden a empujar y someter a esfuerzos a la estructura en la que están confinadas, produciendo daños de bajo nivel. Hay caso sin embargo, en los cuales existen capas estratificadas de mezcla combustible que se expulsan a traves del venteo y se mezclan con el aire exterior, creando mezcla inflamables y con gran poder explosivo.

23.8.2.1.4* Velocidad Laminar de Combustión. En la propagación laminar de las llamas, la tasa de propagación, en relación con el combustible aun no incendiado, se denomina velocidad laminar de combustión (SL). La velocidad de combustión es la tasa de propagación de llama con relación a la velocidad del gas aun no incnediado situado por delante. La velocidad fundamental de combustión es es la velocidad de combustión para propagación laminar de llamas en condiciones dadas de composición, temperatura y presión del gas no quemado. Es una característica inherente del combustible y tiene un valor fijo, la velocidad real de la llama puede variar ampliamente, dependiendo de los parámetros reales de temperatura, presión, volumen de confinamiento y de la configuración, la concentración de combustible, y la turbulencia. La velocidad de combustión laminar es la componente de velocidad que es normal a la superficie de la llama y se determina experimentalmente mediante una amplia variedad de técnicas que incluyen: (1) las llamas Bunsen: relación entre la tasa de flujo volumétrico, dividida por el área del frente de llama real, (2 quemadores de llama plana), (3) Llamas de propagación esferíca, y (4) configuraciones de llama a contracorriente. Esta velocidad no es, en la mayoría de los casos, de interés para el investigador. (*Ver Tabla 23.8.2.1.4.*).

23.8.2.1.4.1 La velocidad de combustión laminar es la velocidad a la cual la llama se mueve dentro del combustible no quemado y transforma el combustible y el oxidante en productos de combustión. Solo es una fracción de la velocidad de la llama. La velocidad de llama es el producto de la velocidad del frente de llama creado por la expansion del volumen de los productos de combustión debido al incremento de la temperatura, al incremento en el número de moles y a la velocidad de la mezcla antes de la ignición. La velocidad de combustión del frente de llama puede cálcularse a partir de la velocidad fundamental de com*bustion, cuyo valor se incluye en NFPA 68, Norma de protección contra explosiones por venteo de los gases procedente de la deflagración,* en condiciones estandar de temperatura, presión y composición del gas no quemado. Dado que la presión y la turbulencia aumentan de forma sustancial durante una explosion, la velocidad fundamental de combustión puede incrementarseAs pressure and turbulence increase substantially during an explosion, the fundamental burning velocity will increase, acelerando aún más la tasa de aumento de presión. NFPA 68 enumera los datos sobre los distintos materiales.

23.8.2.1.5 Tasa de Expansión. La relación de expansión es la tasa de expansión post-ignición de los productos de una mezcla de combustible / aire de combustión detrás del frente de llama en expansión. Los productos de combustión en expansión impulsan la mezcla de combustible que no ha reaccionado por delante del frente de llama. La relación de expansión es generalmente un valor específico para cada combustible a una temperatura, presión y concentración de mezcla combustible / aire dadas. La relación de densidad, es la relación de expansión para la mezcla, donde ρu es la densidad del gas sin quemar, y ρb es la densidad del gas quemado. Si se conocen las composiciónes químicas del combustible y el oxidante, se puede calcular la relación de expansión de la reacción estequiométrica en condiciones ideales. La relación de expansión es mayor en las mezclas de combustible / aire ligeramente superior a la concentración estequiométrica. Esta relación de expansión es directamente proporcional al volumen y la temperatura de los productos de combustión. Para los combustibles gaseosos mas comunes las tasas de expansión tienenvalores entre 7 y 8. (*Ver Tabla 23.8.2.1.4.*)

23.8.2.1.6 Velocidad Laminar de Llama. La velocidad laminar de llama es la velocidad de una llama que se puede pro-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 23.8.2.1.4 Propiedades Típicas de Combustión de los Combustibles Gaseosos mas Comunes.

Gas	% Gas en la mezcla estequiuometrica	% Gas a la máxima velocidad de combustión (mezcla óptima)	Velocidad máxima de combustión laminar m/sec. (ft/sec.)	Temperatura adiabática de llama ° kelvin (°F)	Tasa de expansión** (T_f/T_i)	Max. Velocidad laminar de llama m/sec. (ft/sec.)
Acetileno	7.7	9.3	1.58 (5.18)	2598 (4217)	9.0	14.2 (46.6)
Benceno	2.7	3.3	0.62 (2.03)	2287 (3657)	7.9	4.9 (16.08)
Butano	3.1	3.5	0.50 (1.64)	2168 (3443)	7.5	3.7 (12.13)
Etano	5.6	6.3	0.53 (1.74)	2168 (3443)	7.5	4.0 (13.12)
Heptano	1.9	2.3	0.53 (1.71)	2196 (3493)	7.6	4.0 (13.12)
Hexano	2.2	2.5	0.53 (1.71)	2221 (3538)	7.7	4.0 (13.12)
Hidrógeno	30.0	54	3.5 (11.48)	2318 (3713)	8.0	28.0 (91.86)
Metano	9.5	10.0	0.45 (1.48)	2148 (3407)	7.4	3.5 (11.48)
Pentano	2.6	2.9	0.52 (1.71)	2232 (3558)	7.7	4.0 (13.12)
Propano	4.0	4.5	0.52 (1.71)	2198 (3497)	7.6	4.0 (13.12)

* de Harris (1983)

** La tasa de expansion real viene dada por ρ_u/ρ_b ,la densidad de los reactivos (ρ_u) dividida por la densidad de los poductos de la reacción (ρ_b), or equivalente en condiciones de presión constante, $(T_f/T_i)(N_b/N_u)$, el producto de la razón entre la temperatura absoluta de llama (T_f) y la temperatura absoluta inicial del gas (T_i) y la razón entre el número de moles de los productoss (N_b) y el número de moles de los reactivos (N_u). Harris assume que el número de moles de los productos (N_b) es igual al número de moles de los reactivos (N_u) y cálcula la tasa de expansión solo en función del la razón entre temperaturas, Por esto, los valores de la tabla pueden ser un poco diferentes de los reales.

pagar libremente con respecto a un punto fijo sin considerar el efecto de la turbulencia en la mezcla de combustible / aire. (*Ver 23.8.2.1.7.*) Es el producto de la velocidad de combustión y la tasa de expansión del frente de llama y viene dada por:

$$S_b = S_L \frac{\rho_u}{\rho_b}$$

Para mezclas de aire/hidrocarburos, se puede decir que cunaro mayor es la velocidad laminar de la llama, mas reactiva es la mezcla. Esto quiere decir que la llama puede propagarse mas rápido a traves de una nube y crear una mayor aceleración de la llama y una mayor presión. Las maximas velocidades laminares de llama del metano y el propano son de 3.5 m/sec (11.5 ft/sec) y 4 m/sec (13.1 ft/sec), respectivemente. Para algunas concentraciones de mezcla, pueden aparecer inestabilidades que hacen que las llamas se arrugen y se incremente la superficie de la llama. Esto puede producir una velocidad laminar de la llama superior a las indicadas anteriormente. (*Ver Figura 23.8.2.1.6.*)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 23.8.2.1.6 Expansión esférica a 3 atm. de un frente de llama de $H_2/O_2/N_2$. Arrugado a la izquierda Relación de equivalencia 0.7, Derecha no arraugada relación de equivalencia 2.25. Velocidad de combustión (SL) × tas de expansión (E) = Velocidad laminar de llama (Sb) Para Metano: 1.47 ft./sec. × 7.4 = 10.87 ft./sec.

23.8.2.1.7 Velocidad turbulenta de llama. Las explosiones raras veces implicarán combustiones laminares (sin turbulencias). Las turbulencias incrementan de manera notable la velocidad de la llama, y la velocidad de la llama producida por las turbulencias será generalmente la velocidad de llama de relevancia para la explosión real. Es difícil calcular la velocidad de la llama producida por las turbulencias en una explosión accidental, en la medida en que debemos conocer las condiciones de flujo locales, incluyendo factores como obstrucciones y la distancia entre ellas, las cuales incrementan la velocidad de la llama producida por las turbulencias. No obstante, merece la pena mencionar que la velocidad de llama producida por las turbulencias puede ser mayor que la velocidad del sonido en las mezclas que todavía no han reaccionado. *(Ver Figura 23.8.2.1.7.).*

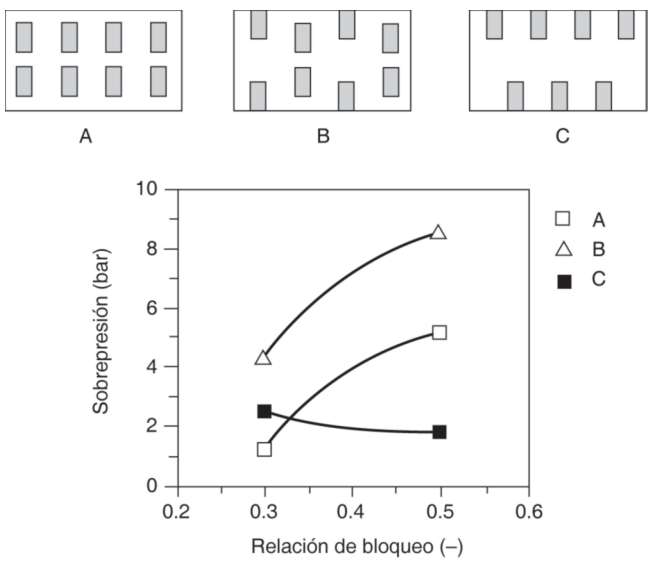


FIGURA 23.8.2.1.7 Influencia de la distribución de los obstaculos en la propagación de la llama en una mezcla de aire/etileno en un recipiente (van Wingerden et al., 1991).

23.8.2.1.8 Explosiones de mezclas cercanas al LEL tienen a a no producir fuegos muy grandes tras la explosion, ya que la mayoría del combustible se consume durante la propagación de la explosión.

23.8.2.1.9 Explosiones de mezclas cercanas al UEL, tienden a producir grandes fuegos tras la explosión debido a la riqueza de la mezcla. La combustión posterior del combustible remanente produce el fuego tras la explosión. A menudo, una parte de la mezcla, situada por encima del UEL tiene que combustible que no arde hasta que se mezcla con mas aire durante la fase de venteo de la explosión o fase de presiones negativas, produciendo un fuego post explosión o una segunda explosión.

23.8.2.1.10 Cuando se produce una explosión óptima (es decir, mas violenta); la mezcla esta en la mayoría de los casos cerca o justo por encima del nivel estequiométrico (es decir., un poco mas rico en combustible). Esta es la mezcla optima. Esta mezcla produce una combustión mas eficaz, y por lo tanto mayor veocidad de llama, mayor tasa de incremento de presión, mayores presiones y como consecuencia, mayores daños. Los fuegos post explosión y las explosiones secundarias pueden ocurrir cuando existen bolsas de mezclas de gases sobre enriquecidas, que se mezclan con posterioridad con el aire (oxigeno) dando como resultado mezclas dentro delos limites de inflamabilidad/explosividad y la consiguiente quemado. El hidrógeno y otros combustibles, pueden sin embargo, producir explosiones en un rango de concentraciones más alejado de los limites estequiometricos. Además, se pueden producir explosiones en estructuras con un alto nivel de congestión, incluso cuando las mezclas están lejos de las condiciones estequiométricas.

23.8.2.2* Peso Especifico (Aire) (Densidad de vapor). El peso especifico (aire) (densidad de vapor) de un gas o vapor combustibles puede tener un efecto muy marcado en la naturaleza del daño causado por la explosión en el edificio, como por ejemplo en viviendas u otros edificios. Mientras que el movimiento del aire tanto por convección natural como forzada es el mecanismo dominante en el movimiento de los gases dentro de un edificio, el peso específico (aire) (densidad de vapor) puede afectar al movimiento de los gases cuando fuga de su recipiente o o sistema de suministro.

23.8.2.2.1 El gas natural procedente de una fuga en el primer piso de un edificio de varias plantas, si no se inflama rapidamente, puede manifestarse con una explosión con epicentro en el piso superior. El gas natural, al ser mas ligero que el aire, asciende por los huecos y puede incluso alojarse en el interior de las paredes. Sin embargo cuando el gas natural se mezcla con el aire para crear una mezcla inflamables, la mezcla tiene esenciamente la misma densidad que el aire, y entonces el movimiento se produce a cause del movimiento del aire y la difusión.El gas puede continuar dispersandose dentro del edificio hasta que encuentra una fuente de ignición. Sin embargo, si la fuga no es continua, el gas se puede diluir y disiparse.

23.8.2.2.2 El gas natural procedente de una fuga de GLP, si no se inflama rapidamente, puede moverse desde la fuente, y debido a su densidad inicial, tenderá a descender en todo momento. Sin embargo, cuando forma una mezcla explosiva con el aire, la densidad de la mezcla es parecida a la del aire, y el movimiento se produce a causa del movimiento del aire y la disfusión. Durante

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

la fuga, y algún tiempo despues, el gas puede estar a una mayor concnetración en una zona baja. Sin embargo, si la fuga no es continua, el gas se puede diluir y disiparse.

23.8.2.2.3 La ignición del gas solo se producirá sin la concnetración está dentro de los límites de inflamabilidad/explosividad y en contacto con una fuente de ignición adecuada.

23.8.2.2.4 Tanto si los gases involucrados son mas pesados o menos pesados del aire, puede haber evidencias del paso de la llama en la zona en la cual estaba la capa de mezcla. Quemaduras y ampollas en la pintura y materiales finos (por ejemplo, pantallas de lámparas) son indicadores de este fenómeno. El funcionamiento de los sistemas de calefacción y aire acondicionado, gradientes de temperatura y los efectos del viento sobre un edificio pueden causar la mezcla y movimientos que reducen los efectos de la densidad de vapor. El efecto de la densidad de vapor es mayor en caso de aire en calma.

23.8.2.2.5* Ensayos a tamaño real de la distribución de concentraciones de gas provenientes de chorro turbulentos de gases dentro de una habitación, han demostrado que aparecen mezclas de gas proximas a la concentraciones estequiometricas junto al punto de fuga y al techo en gases mas ligeros y el suelo en gas pesados. Hay también informes que indican que un gas mas pesado que el aire que fuga al nivel del suelo puede crear una mayor concentración al nivel del suelo y se difunde de forma muy lenta hacia arriba. Un relación similar, pero a la inverse se produce para gases mas ligeros que el aire fugados al nivel del techo. En ambos casos, estos ensayos indican que las mezclas de gas/aire pueden volverse bastante homogeneas y que para chorros turbulentos, la creencia inicial de que las fugas de gases mas ligeros que el aire podrían llenar una habitación desde arriba hacia abajo, eran incorrectas. Sin embargo, para fugas abja velocidad en aire quito, las fugas de gases mas ligeros que el aire pueden llenar una habitación desde arriba hacia abajo (*ver Figura 23.8.2.2.5*).La ventilación, tanto natural como artificial, puede cambiar la mezcla y el movimiento del gas y dar como resultado la difusión del gas a habitaciones adyacentes.

23.8.2.2.6* El peso especifico (aire) (densidad de vapor) del combustible no queda demostrado por la altura relativa del daño en el edificio sobre el nivel del suelo. Era una creencia muy extendida que si las paredes de un edificio en particular explotaban al nivel del suelo, el gas combustible era mas pesado que el aire y las que explotaban eras las del piso superior, el gas era mas ligero que el aire. Dado que, dentro del ahabitación, las presiones explosivas se equilibrant a la velocidad del sonido, una pared va a experimentar la misma presión al mismo tiempo en toda su altura, salvo que oaparezcan aceleraciones de llama debidas a combustibles altamente reactivos (p.e hidógeno, acetileno, etileno) o se generen turbulencias significativas debidas la estructura del edificio y la congestión.El nivel de daño de una explosión dentro de una habitación normal es función de la resistencia de los anclajes superior e inferior de las paredes, de forma que se romperá el menos resistente.

23.8.2.2.7 Densidad (Aire) (Densidad de Vapor) de las Mezclas de Gases Inflamables. La densidad (aire) (densidad de vapor) de gases vaporosos en un estado no diluido en su 100%, pueden ser considerablemente diferente a la que se da cuando se encuentran mezclados con aire dentro de sus rangos de inflamación o explosión. Las mezclas inflamables de gases y vapores son combinaciones de los componentes combustibles y el aire. En general, estas mezclas inflamables están formadas predominantemente por aire, entre un 85% y un 99% de aire (con notables excepciones que incluyen hidrógeno, acetileno, y etileno). La densidad (aire) (densidad de vapor) de la mayoría de las mezclas inflamables se encuentran más cerca de la densidad (aire) (densidad de vapor) real del aire (1.0), que de la densidad (aire) (densidad de vapor) del 100% de los componentes combustibles sin diluir que son frecuentemente citados en los textos de investigación de explosiones. Los cálculos para determinar la densidad real (aire) (densidad de vapor) de un combustible o mezcla de aire dada, en el nivel mínimo de mezcla inflamable, se obtiene por medio de la combinación de la siguiente ecuación:

$$VD_m = \frac{VD_f(C_f)+(100-C_f)}{100}$$

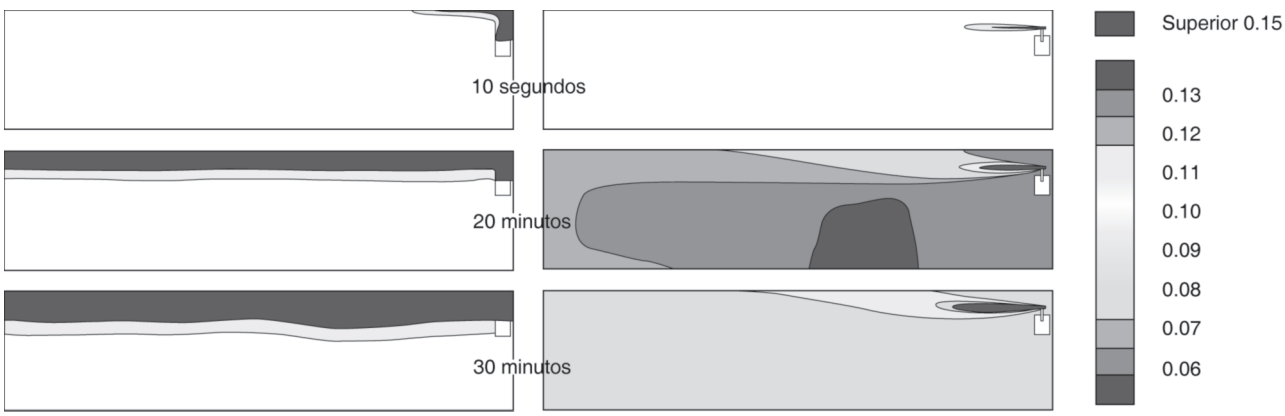


FIGURA 23.8.2.2.5 El dibujo muestra el porcentaje de metano en aire para una descarga de gas natural para un chorro turbulento a gran velocidad (derecha) y de baja velocidad (izquierda) debido a laincidencia del flujo o el confinamiento parcial. las fugas son de aproximadamente 100 ft_3/hr y el volumen de la habitación es de aproximadamente 5300 ft_3.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Donde:

VD_m = Densidad (aire) (densidad de vapor) de la mezcla combustible/aire.

VD_f = Densidad (aire) (densidad de vapor) componente gaseoso combustible.

C_f = Porcentaje en volumen del combustible dentro de la mezcla combustible/aire.

23.8.3 Migración Subterránea de Gases Combustibles. Las fugas subterraneas de gas combustible pueden moverse y entrar en los edificios generando incendios y explosiones. Debido a que el suelo que rodea las tuberías subterráneas y líneas de servicios públicos ha sido excavado o puede contener material de relleno especial, puede ser menos denso y más poroso. Tanto los gases mas ligeros como los mas pesados pueden seguir estas vías, o los espacios circulares alrededor de tales construcciones subterráneas y pueden entrar en los edificios a través de aberturas, como las encontradas en cimientos, suelos o paredes. A menudo, estos gases se difunden por el suelo, ascienden y se disipan en el aire sin causar daño. Esta disipación puede pasar desapercibida durante meses o años. Sin embargo, si la superficie del suelo es obstruida por la lluvia, congelación, nieve, hielo, nuevo pavimento o cubierta impermeable, los gases puede entonces comenzar a desplazarse lateralmente y entrar en los edificios.

23.8.3.1 Se sabe que los gases fugados entran en los edificios a través de las alcantarillas, conductos eléctricos o telefónicos, drenajes o incluso directamente a través de las paredes de los sótanos y de los cimientos, elementos menos herméticos que las tuberías de agua o gas.

23.8.3.2 Además, los gases se pueden mover a través de conductos subterráneos a lo largo de cientos de pies y luego explotar o prenderse en estructuras lejanas.

23.8.3.3 Los gases combustibles, como el gas natural y el propano, son inodoros. Para poderlos detectar si se producen fugas, deben odorizarse artificialmente por la adicción de productos químicos aromáticos. La verificación de la presencia de estos odorantes debería ser parte de la investigación de una explosión en la que se sabe o sospecha la presencia de gases combustibles, especialmente si parece que no había indicaciones de fugas de gases detectadas por las personas presentes. Se debería verificar la presencia del odorante en la cantidad adecuada.

23.8.4* Explosiones Múltiple. El hecho de que el gas se haya desplazado y formado bolsas, se manifiesta a menudo por la producción de explosiones múltiples, llamadas también *explosiones secundarias o en cascada*. Los gases y vapores que se hayan propagado a habitaciones o pisos adyacentes, pueden ir formando bolsas en cada uno de ellos. Si se produce una ignición y por tanto una explosión en una planta o habitación, se pueden producir otras similares en las adyacentes.

23.8.4.1 El desplazamiento y embolsamiento de gases produce a menudo zonas o bolsas con distintas mezclas aire-combustible. Puede haber una bolsa dentro del límite de explosividad del combustible y en una habitación o planta contigua puede haber otra que esté por encima del límite superior de explosividad (LSE). Si la primera bolsa explota, afectando al edificio, las fuerzas de la explosión, que crean las fases de presión positiva y negativa, tienden a mezclar el aire con las mezclas más ricas, haciendo descender su límite de explosividad. Esas mezclas explotarán si encuentran una fuente de ignición de energía suficiente. De este modo se puede producir una serie de explosiones.

23.8.4.2 Las explosiones múltiples se producen con mucha frecuencia. Sin embargo, a veces ocurren tan rápidamente que los testigos dicen que sólo han oído una, aunque las pruebas físicas muestran distintos epicentros, lo que indica que se ha producido más de una explosión.

23.8.4.3 Una explosión secundaria o en cascada en una sala adyacente puede ser más violenta que la inicial en determinadas situaciones. Esta violencia generalmente se debería a que la primera explosión actúa como una fuente de ignición muy fuerte, creando turbulencia adicional y posible precompresión en la sala.

23.9 Explosiones de Polvo.

23.9.1 General. Los materiales sólidos finamente divididos (polvos y finos) y dispersos en el aire, pueden causar explosiones especialmente violentas y destructivas. Incluso materiales que no son normalmente combustibles, como el aluminio, la aspirina o la leche en polvo, pueden producir explosiones cuando están en forma dispersa y se queman.

23.9.1.1 Las explosiones de polvos se producen con una gran variedad de materias: productos agrícolas como polvos de cereales y serrín; materiales carbonosos como el carbón vegetal y el mineral; productos químicos y farmacéuticos como la aspirina y el ácido ascórbico (vitamina C); los tintes y pigmentos; metales como el aluminio, el magnesio y el titanio; los plásticos y resinas como la goma sintética.

23.9.2* Tamaño de las Partículas. Como la reacción de combustión se produce en la superficie de la partícula de polvo, el aumento de presión generado por la combustión depende en gran medida del área de esas partículas dispersas. Para una masa dada de polvo, su superficie total, y por consiguiente la violencia de la explosión, aumenta a medida que disminuye el tamaño de las partículas. Cuanto más fino sea el polvo, más violenta es la explosión. En general, se produce riesgo de explosión por concentración de polvos combustibles cuando están formados por partículas de 500 micras o menos de diámetro. y cuando las fibras tienen 500 micras o menos en su dimension mas pequeña. (*Ver NFPA 654*.)

23.9.2.1 Hay algunos casos en los cuales los tamaños de las partículas pueden ser mayors de 500 micras y existir aún peligro de explosión. Este es el caso de materiales fibrosos tales como borra, que tienen una gran relación longitud-diámetro.

23.9.3* Concentración. La concentración de polvo en el aire tiene un efecto profundo en su nivel de inflamación y en la violencia de la onda expansiva de la explosión. Como ocurre con los gases y vapores inflamables, se requiere una concentración mínima específica de polvo para que tenga lugar la propagación de una reacción de combustión. Las Concentraciones Mínimas de Explosión (MEC) pueden variar con el tipo de polvo desde 20 g/m3 hasta 2000g/m3 (0.02 oz/ft3 hasta 2 oz/ft3), con una concentración media común no menor a 1000 g/m3 (1 oz/ft3) El tamaño de las partículas también puede ejercer una gran influencia en el nivel mínimo de concentración de explosión. Los valores de mí-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

nimos de concentración varían ampliamente dependiendo del tipo de polvo. La reactividad de las nubes de polvo es menor que la de los gases, por lo que los valores de MEC necesariamente tendrán que ser superiores. Dejando aparte algunos gases reactivos excepcionales, los valores de MEC son todos superiores a los 30 gms/m3, por lo que valores de MCE para nubes de polvo inferiores no son fiables. Ante la falta de información específica, puede realizarse una estimación aproximada al multiplicar los valores obtenidos en el Detector Hartman por 2.

23.9.3.1 A diferencia de la mayoría de los gases y vapores, los polvos no presentan un límite máximo de concentración que se pueda considerar fiable. La velocidad de la reacción depende más de la relación superficie/peso que de su concentración.

23.9.3.2 Pero igual que los gases y vapores, la velocidad de aumento de la presión y la presión máxima producidas en una explosión de polvos son mayores si la concentración previa estaba en el punto de mezcla óptima o cerca de él. La velocidad de combustión y la presión máxima disminuyen si la mezcla es muy rica o muy pobre. La velocidad de aumento de la presión y la presión total son muy bajas cerca del límite inferior de explosividad (LIE) y muy altas con mezclas ricas.

23.9.4 Turbulencias en Explosiones de Polvo. Las turbulencias en las mezclas de aire y polvos en suspensión aumentan enormemente la velocidad de combustión y, por tanto, la de subida de presión. La forma y tamaño del recipiente o la habitación pueden tener un gran efecto sobre la gravedad de la explosión, pues afectan a la naturaleza de la turbulencia. Un ejemplo es echar cereales desde gran altura sobre un recipiente medio vacío.

23.9.5* Humedad. En general, si aumenta la humedad de las partículas de polvo, también lo hace la energía mínima necesaria para su ignición y la temperatura de ignición. El aumento inicial de la energía y temperatura de ignición suelen ser bajos pero, si la concentración de humedad se acerca a su límite, la velocidad de aumento de la energía y temperatura de ignición es mayor. Por encima del límite de humedad, los polvos en suspensión no arden. Sin embargo, la humedad relativa del aire no tiene mucha importancia sobre la propagación de la explosión, una vez producida.

23.9.6 Energía Mínima de Ignición del Polvo.

23.9.6.1 Las explosiones de polvo se producen por llamas, colillas o cerillas ardiendo, los filamentos de las bombillas, operaciones de corte y soldadura, arcos eléctricos, descargas electrostáticas, chispas por rozamiento, superficies calientes y calentamiento espontáneo.

23.9.6.2 La temperatura de ignición de la mayoría de los polvos va desde los 320 a los 590°C (600 a 1.000°F). Los polvos en capas generalmente tienen menor temperatura de ignición que los polvos en suspensión. La energía mínima de ignición es superior para los polvos que para los gases o vapores combustibles y generalmente va de 10 a 40 milijulios (mJ), más que la mayoría de los gases, vapores inflamables o vapores (~.02-.29 mJ).

23.9.7 Explosiones Múltiples. En entornos industriales, las explosiones de polvos se suelen producir en serie. La ignición inicial y la explosión suelen ser con frecuencia menos graves que las explosiones secundarias que siguen. Sin embargo, en la primera explosión se pueden producir más polvos en suspensión, lo que da lugar a nuevas explosiones. La razón de este hecho es que las vibraciones acústicas y estructurales la onda expansiva producidas por una explosión se propagan más rápidamente que el frente de llamas, lo que produce más polvo frente a él y lo mezcla con el aire. En edificios como silos de cereales, estas explosiones secundarias se transmiten generalmente de una zona a otra o de un edificio a otro.

23.10* Explosiones de Humo o de Contratiro.

23.10.1 Cuando se produce un incendio en una habitación o edificio relativamente herméticos, es corriente que en un momento dado llegue a faltar oxígeno. En estos casos se pueden crear altas concentraciones de partículas calientes en suspensión en el aire, aerosoles, monóxido de carbono y otros gases inflamables debido a la combustión incompleta. Estos combustibles calientes se acumulan en edificios o habitaciones donde no hay oxígeno bastante para que se produzca su combustión ni ventilación suficiente para permitir que escapen.

23.10.2 Cuando esta acumulación de gases y partículas se mezcla con el aire, por ejemplo al abrir una puerta o ventana, pueden arder y quemarse lo suficientemente rápido como para producir daños de pequeña cuantía, por ejemplo cuando se produce una subida de presión inferior a 13,8 kPa (2 psi) en un edificio convencional. Ese fenómeno se denomina *explosión de humo* o *de contratiro.*

23.11 Explosiones de Nubes de Vapor al Aire Libre. Una explosión de vapor al aire libre, es el resultado de la liberación de un gas, vapor o niebla en la atmósfera, formando una nube de combustible dentro de los limites de inflamabilidad que posteriormente se inflama. En elemento esencial en una explosión de una nube de vapor, es la aceleración de la llama hasta velocidades que puedan producir una onda explosiva. La caracteristica principal del incidente es el daño potencial que pueda producer la onda expansiva, dentro y cerca de los limites de la llama, debido al fenomeno de deflagración o detonación

23.11.1 La deflagración de una nube de vapor solo puede darse cuando se encuentran obstáculos o superficies contenedoras en el área de la nube inflamable. La congestión debida a la abundancia de obstáculos crea turbulencias en la zona de combustión, lo cual hace crecer la tasa de combustión. Las superficies contenedoras en la zona de congestión limitan la expansión de las llamas en ciertas direcciones, dando lugar a un incremento en la presión y en la velocidad de la llama, que puede hacer aumentar la tasa de combustión. Para generar una onda explosiva es necesaria la existencia de un número de obstáculos y un volumen lo suficientemente congestionado. La explosión de energía en una deflagración se encuentra limitada por el tamaño de la zona congestionada, fuera de la cual, la velocidad de la llama decrece rápidamente dejando de ser un factor que contribuya a la generación de la onda de presión de la explosión. En ciertos casos en los cuales la velocidad de la llama es mayor que la velocidad del sonido en las mezclas que no han ardidos, los gases que aún no han ardido situados inmediatamente fuera de la zona de congestión pueden ser considerados como posibles contribuidores a la energía de la onda expansiva.

23.11.2 Las propiedades del combustible afectan a la velocidad de la llama y a las sobrepresiones creadas en la explosión de una nube de vapor. Los combustibles mas reactivos, como el hidrógeno, etileno y acetileno, alcanzan velocidades de llama mucho

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

mayors que las que se alcanzan con combsutibles de meor reactividad. Entre ellos están el amoniaco y el metano. El propano, butano y otros alquenos de cadena larga están entre los combustibles de reactividad media.

23.11.3 Las ondas expansivas producidas por la deflagración no se mueven a velocidad supersónica y por lo tanto no pueden ser consideradas como ondas de choque. Mejor dicho, las deflagraciones lentas generalmente producen ondas expansivas con una tasa de incremento de presión relativamente lenta, lo cual es menos dañino que una de choque con presión e impulso semejantes. Una onda de choque con un aumento instantáneo de la presión es consecuencia de una detonación.

23.11.4 Históricamente, este fenómeno ha sido definido como una explosión de aire vapor no confinada o explosión de nube de vapor no confinada, pero ahora se considera que hace falta congestión y confinamiento para que se produzca la explosión de una nube de vapor. En ausencia de congestion y confinamiento la ignición de una nube inflamble se considera una llamarada.

23.11.5 Las explosiones en exteriores de nubes de vapor ocurren en plantas químicas de proceso, en las cuales se ven envueltas grandes cantidades de combsutibles (miles de libras o mas). Sin embargo, las congestion creada por fuentes naturales (arboles, vegetación) se ha identificado como causa de la aceleración de las llamas y la creación de sobrepresiones significativas.

23.12* Explosivos. Los explosivos son compuestos químicos, mezclas o aparatos cuyo principal objetivo es que funcionen por explosión. Los explosivos se dividen en dos tipos principales, de baja potencia y de gran potencia (no se deben confundir con daños de alta o baja potencia) y detonaciones de orden inferior o de orden superior).

23.12.1 Explosivos de Baja Potencia.

23.12.1.1 Estos explosivos se caracterizan por la deflagración (onda expansiva sub-sónica) o por una velocidad de reacción relativamente lenta y por la creación de bajas presiones al explotar. Algunos de estos explosivos son la pólvora sin humo, la pólvora rápida, los combustibles sólidos para los cohetes y la pólvora negra. Están diseñados para funcionar mediante los efectos de empuje o desplazamiento producidos por los gases calientes.

23.12.1.2 Algunos explosivos de baja potencia (como la pólvora doble sin humo) pueden detonar en ciertas circunstancias, por ejemplo si se produce su ignición en un recinto adecuado para que se alcance una velocidad de reacción adecuada, si la fuente de ignición es muy fuerte o si la combustión se produce de manera inestable.

23.12.2 Explosivos de Gran Potencia.

23.12.2.1 Los explosivos de gran potencia se caracterizan por un mecanismo de propagación por reacción. Algunos de estos explosivos son la dinamita, los geles acuosos, el TNT, el ANFO, el RDX y el PETN. Estos explosivos están diseñados para producir efectos devastadores por naturaleza, debido a su enorme velocidad de aumento de la presión y su altísima presión de detonación [del orden del millón de psi (6,900.000 kPa)]. Estas presiones, muy localizadas, generan cráteres y destrozos cerca del centro de la explosión.

23.12.2.2 Los efectos producidos por las explosiones de fase difusa (i.e., combustible-aire) y las explosiones de sólidos, son muy diferentes. En una explosión en fase difusa, los daños estructurales producidos en la estructura de confinamiento tenderán a ser uniformes y multidireccionales (a menos que se dé una aceleración significativa de la llama debido a la presencia de combustibles de alta reacción como el hidrógeno, acetileno, o etileno; que se produzcan turbulencias debido a la geometría del recipiente de confinamiento; o por los altos niveles de congestión desarrollados durante la deflagración), y pueden encontrarse pruebas de quemado, abrasamiento, o restos incandescentes. En contraste, la tasa de combustión de una explosión de estado condensado es extremadamente rápida en comparación con la velocidad del sonido. Por tanto, la presión no se iguala a lo largo del volumen de la explosión y se generan altas presiones extremas cerca del explosivo. La presión y el nivel resultante de daño rápidamente decrecen a medida que aumenta la distancia con respecto al centro de la explosión. En los lugares en que se ha producido una explosión de un combustible en estado condensado, deberá haber restos de aplastamientos, fragmentacion, y efectos de ruptura producidos por las altas presiones. Esto generalmente se manifiesta por la presencia de un "asiento" pronunciado. Lejos de la fuente de la explosión existen generalmente muy pocas evidencias de quemados intensos o abrasiones, a excepción de los lugares en los que los fragmentos incandescentes han aterrizado sobre materiales combustibles.

23.13 Investigación de los Siniestros de Explosión. La investigación de los siniestros en los que se han visto implicados explosivos, requiere una formación muy especial. Los explosivos están estrictamente regulados por la ley de modo que la mayoría de los incidentes de este tipo serán investigados por la policía gubernativa o la judicial. Se sugiere que sólo realicen estas investigaciones personas con una formación y experiencia adecuadas. Los que no las tengan, deben ponerse en contacto con la policía gubernativa y judicial.

23.14 Investigación del Lugar de una Explosión.

23.14.1 General. Los objetivos de la investigación de una explosión no son distintos de los de un incendio normal: determinar el origen, el combustible y la fuente de ignición, establecer la causa y la responsabilidad del siniestro. También es muy importante, o incluso más que en un fuego, un enfoque sistemático del examen del lugar de los hechos. Generalmente los lugares donde se han producido explosiones son más grandes y están más alterados que aquéllos en los que se ha producido un incendio. Sin un enfoque sistemático y bien planificado, la investigación de una explosión es más difícil de realizar, o incluso imposible.

23.14.1.1 El investigador debería examinar y clasificar el tipo de daño presente *(ver Sección 23.3)*, y en qué medida es producto de roturas, doblajes, rupturas, o aplastamientos, y en también buscar cambios en la naturaleza de los daños. Por ejemplo, a medida que la distancia aumenta desde una deflagración o detonación, la presión disminuirá. La reducción de la presión cambiará el tipo de daño desde el astillado o rotura al empuje, lanzamiento o aplastamiento de elementos. Los excesos de presión significativos y las ondas de choque pueden ser generadas por deflagraciones o explosiones.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

23.14.1.2 Si los daños son muy extensos y afectan a edificios, al principio de la investigación hay que consultar con expertos en explosiones y en daños en edificios, para que puedan colaborar en los aspectos más complejos.

23.14.2 Seguridad en el Lugar de los Hechos. El primer deber del investigador es asegurar el lugar de la explosión. Las primeras personas en llegar deben establecer y mantener el control físico del edificio y zonas circundantes. Se debería prohibir que entren en el edificio personas no autorizadas o que toquen los restos de la explosión, por alejados que estén del lugar de los hechos, porque las pruebas de una explosión, sea accidental o provocada, pueden ser muy pequeñas y resultar alteradas o desplazadas por la gente que pasa. Incluso hay pruebas que pueden quedar pegadas a los zapatos. Si se acordona bien el lugar de los hechos, se evitarán posibles daños personales a los espectadores no autorizados o curiosos que intenten entrar en zonas poco seguras.

23.14.2.1 Acordonamiento de la Zona. Como norma general, el perímetro exterior de una zona donde se haya producido una explosión se debería establecer a vez y media la distancia del trozo de escombros más alejado que se encuentre. Puede haber trozos importantes de restos de una explosión a gran distancia, en los edificios o vehículos cercanos. Esas zonas se deben incluir en el perímetro a investigar. Si se encuentran otros restos fuera de ese perímetro, se debería ampliar.

23.14.2.2 Información Sobre los Antecedentes. Antes de comenzar cualquier investigación, se debería recoger toda la información necesaria sobre el siniestro. Por ejemplo, descripción del lugar de los hechos, sistemas o actividades implicadas y condiciones y hechos que pueden haber dado lugar al siniestro. Hay que determinar la posición de todos los combustibles y oxidantes que hubiera y de las condiciones anormales o peligrosas que pudieran haber dado lugar al siniestro. Por supuesto, hay que recoger toda la información posible sobre materiales explosivos y causas sospechosas, para incorporarla a la investigación.

23.14.2.2.1 Hay que examinar las declaraciones de los testigos, los registros de mantenimiento y operativos, los manuales, los informes meteorológicos, los informes de anteriores siniestros y cualquier otro informe de importancia en el establecimiento de las pruebas. Pueden resultar especialmente significativos los cambios recientes de los equipos procedimientos y condiciones de funcionamiento.

23.14.2.2.2 Los planos del edificio o del proceso mejorarán significativamente la documentación de los hechos, sobre todo si sobre ellos se pueden tomar notas.

23.14.2.3 Establecer un Modelo de Investigación. El investigador debería establecer un modelo de investigación de los hechos. Con la ayuda de los miembros de su equipos, debería inspeccionar el lugar desde su perímetro exterior hacia dentro, hasta llegar a la zona más afectada. La determinación definitiva del epicentro de la explosión sólo se debería hacer después de haber examinado detenidamente todo el lugar.

23.14.2.3.1 El modelo de la investigación puede ser espiral, circular o en cuadrícula. A veces, las circunstancias especiales del lugar determinarán el modelo de investigación. En cualquier caso, las zonas acotadas se pueden solapar, para no perder ninguna prueba que pudiera quedar en el límite de dos zonas. A menudo es útil investigar las zonas más de una vez. Si se hiciera así, se debería procurar que la segunda vez la inspeccione otra persona distinta, para que no pase por alto ningún detalle.

23.14.2.3.2 El número de investigadores dependerá del tamaño y complejidad de la zona. Pero el investigador encargado debería tener en cuenta que demasiados investigadores puede ser tan contraproducente como demasiado pocos. Debería informar a los investigadores de los procedimientos adecuados para identificar, registrar, fotografiar, marcar y localizar en un mapa las pruebas. Si participan varios investigadores, es esencial coordinar el procedimiento.

23.14.2.3.3 El lugar donde se encuentren las pruebas se puede marcar con tiza, pintura, banderas, estacas o cualquier otro medio. Después de fotografiar las pruebas, se pueden etiquetar, trasladar y guardar.

23.14.2.3.4 Las pruebas situadas en o cerca del centro de la explosión son las más utilizes para la investigación. Sin embargo el daño cerca o dentro del área de la explosión puede ser muy significativo y las pruebas pueden degradarse con el paso del tiempo y la exposición a la intemperie. La investigación del área de la explosión realizada de forma segura lo mas pronto posible, permitirá racoger las pruebas que puedan perderse o degradarse con el paso del tiempo. Estas pruebas incluyen mezclas de metales y productos químicos, papeles, patrones de hollín, datos electronicos y la situación de materiales ligeros.

23.14.2.4 La seguridad en el Lugar de la Explosión. Todas las recomendaciones de seguridad en la investigación de incendios recogidas en el capítulo de seguridad, se aplican también a la investigación de explosiones. Pero además hay algunas otras para estos casos.

23.14.2.4.1 Los edificios que han sufrido explosiones suelen estar estructuralmente más afectados que los que sólo han sufrido un incendio. Por eso es mucho mayor la posibilidad de que derrumbe el suelo, pared, techo, tejado o todo el edificio, lo que debería tenerse en cuenta.

23.14.2.4.2 En el caso de explosiones por combustible gaseosos o polvos, las explosiones secundarias son la regla más que la excepción. Las primeras personas que lleguen al lugar de los hechos deben tener muy en cuenta esta posibilidad. Antes de comenzar la investigación, hay que taponar las fugas de gas o acordonar los charcos de líquidos inflamables, hay que neutralizar las materias tóxicas en el aire o sobre las distintas superficies y utilizar, cuando las circunstancias lo requieran, equipo de seguridad personal.

23.14.2.4.3 En los lugares donde se hayan producido explosiones de bombas o explosivos, existen otros peligros. El investigador debería buscar otros dispositivos o explosivos que no hayan detonado. El procedimiento en la investigación de explosiones por bombas o provocadas contempla la posibilidad de que existan explosivos secundarios preparados específicamente para que exploten cuando llegue la policía o los bomberos al lugar del siniestro.

23.14.2.4.4 Una investigación a fondo del lugar tendrá como finalidad buscar cualquier explosivo secundario antes de iniciar la investigación en sí. Si se encuentran explosivos sin detonar, de ninguna manera se deben tocar ni mover, se debería evacuar y acordonar la zona y avisar a los técnicos en desactivación de explosivos.

23.14.3 Evaluación Inicial del Lugar.

23.14.3.1 General. Una vez que se ha establecido cual es la escena de la explosion, el investigador ha de hacer una evaluación inicial del tipo de incidente con el cual se va a enfrentar. La evaluación inicial incluye la seguridad del escenario. La seguridad de la escena a

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

veces impide last areas de investigación hasta que se ha asegurado la zona se haya establecido cual es el nivel de seguridad de los equipos de protección necesarios. (*Ver Capítulo 13*.) Si en algún momento durante la investigación, el investigador entiende que la explosión ha sido producida mediante explosivos o se ha utilizado algun artefacto explosive, el investigador debe interrumpir los trabajos en el escenario, asegurar éste y contactar con la agencia policial apropiada.

23.14.3.2 Identificar la Explosión o el Incendio. Una de las primeras tareas en la evaluación inicial, es determinar se se ha producido un incendiary, una explosión o ambos. Determinar que incidente ha ocurrido y cual ocurrío primero puede ser un largo proceso. A menudo, la existencia de una explosión no es muy evidente, por ejemplo cuando se ha producido una explosín debil de un combustible gaseoso.

23.14.3.2.1 El investigador debería buscar síntomas de que se ha producido una subida de presión en el interior del edificio: desplazamiento o abombamiento de las paredes, suelos, techos, puertas y ventanas, tejados, otros miembros estructurales, clavos, tornillos, conducciones de servicio, cuadros y regletas. Los fragmentos y daños provocados por la presión se deben atribuir a una reacción de combustibles explosivos en fase condensada.

23.14.3.2.2 El investigador debería buscar y evaluar la naturaleza y alcance de los daños producidos por el calor en el edificio y sus componentes y establecer si se pueden atribuir únicamente al fuego.

23.14.3.3 Documentar los Daños. Los daños producidos por las explosiones pueden ayudar a clasificar el tipo, cantidad y mezcla de combustible involucrado. Los daños han de documentarse antes de que el escenario sea alterado para descubrir o abrir paso a otras zonas. En edificios de viviendas o comerciales, puede ser util para el investigador determinar su la naturaleza de los daños indica que son grandes o pequeños. (*Ver Sección 23.3*.)

23.14.3.4 Explosiones con Cráter y Sin Cráter. El investigador debería establecer si la explosión ha creado un cráter o no. Eso le ayudará a clasificar el tipo de combustible posible (p.e., detonación en fase condensada, explosión mecánica, combustible difuso, etc.). (*Véase sección 23.6*.)

23.14.3.5 Identificar el Tipo de Explosión. El investigador debería identificar el tipo de explosión producido: mecánica, por combustión, por otra reacción química o BLEVE.

23.14.3.6 Identificar el Tipo del Posible Combustible.

23.14.3.6.1 El investigador debería identificar qué tipo o tipos de combustible podía haber en el lugar de la explosión, determinando el estado y situación de las conducciones de servicio, especialmente los gases combustibles y las fuentes de polvos o líquidos inflamables.

23.14.3.6.2 El investigador debería analizar la naturaleza de los daños, comparándolos con las típicas marcas producidas por:

(1) Los Gases.
(2) Los vapores de líquidos.
(3) Los polvos.
(4) Los explosivos.
(5) Las explosiones de humo.
(6) La BLEVE.

23.14.3.7 Establecer el Origen. El investigador debe intentar desde el primer momento establecer el origen de la explosión, la ubicación donde ocurrió la ignición. El origen puede no ser el área de mayor daño. El origen puede incluir un cráter u otra área localizada con daños graves en el caso de la explosión puntual. En el caso de una explosión de combustible difuso, el origen será el lugar donde la mezcla inflamable entró en contacto con la fuente de ignición adecuada en el momento de la ignición. En caso de una explosión de combustible difuso dentro de una estructura, el área más pequeña identificable como origen puede ser el volumen de confinamiento o habitación. En muchas explosiones es necesario también entender como se acumuló la mezcla inflamable o la nube de gas a partir de una fuga. El tamaño, forma y concentración y distribución dentro de la estructura puede ser muy importante en la determinación del origen.

23.14.3.8 Establecer la Fuente de Ignición.

23.14.3.8.1 El investigador debe intentar identificar la fuente de ignición implicada. A veces, esto puede ser muy difícil, Cuando están involucradas mezcla de aire y combustible, Hay que examinar las posibles fuentes, tales como superficies calientes, chispas eléctricas, electricdad estática, llamas abiertas, chispas, productos químicos, etc. Para evaluar la situación de las fuentes de ignición basadas en los daños observados y en la dínamica inicial de la explosión, se pueden utilizar experimentos específicos o simulaciones asistidas por ordenador (CFD).

23.14.3.8.2 Cuando están implicados explosivos, la fuente de iniciación puede ser un detonador u otro dispositivo pirotécnico. Los cables y los componentes del dispositivo suelen sobrevivir, pero la identificación de estos components require un examen detallado del escenario y los escombros.

23.14.4 Evaluación Detallada del Lugar. Armado con la información general obtenida con la evaluación inicial del lugar, el investigador puede empezar ya un estudio más detallado de los daños producidos por la explosión y los escombros. Como en muchas investigaciones de incendios, el investigador deberá ir anotando sus pasos y hallazgos tomando notas detalladas, fotografías y haciendo planos y mapas. Es importante que utilice las técnicas adecuadas de recogida y conservación de las pruebas.

23.14.4.1 Identificar los Efectos de los Daños de la Explosión. El investigador debería hacer un examen y análisis detallado de los daños producidos por la explosión o por el aumento de presión. Debería identificar si los objetos dañados pueden haberse visto afectados por uno o más de estos efectos típicos de una explosión:

(1) Onda expansiva en fase positiva.
(2) Onda expansiva en fase negativa.
(3) Impactos de metralla.
(4) Daños térmicos.
(5) Daños sísmicos.
(6) Cargas dinámicas (onda explosiva).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

23.14.4.1.1 El investigador debe examinar y clasificar el tipo de daño presente, ya sea rotura, curvado, aplastado y también buscar cambios en la naturaleza de los daños. Por ejemplo, a medida que aumenta la distancia en el caso de una deflagración rápida o detonación, la presión disminuye y los efectos pueden parecerse a los de una deflagración lenta, mientras que los materiales mas proximos a las ondas de choque presentan astillado y rotura. Las deflagraciones o detonaciones rápidas pueden general sobrepresiones importantes y ondas de choque.

23.14.4.1.2 El investigador debería hacer un examen y análisis detallado de los daños específicos producidos por la explosión o el aumento de presión. Debería indicar si los objetos dañados han sido afectados por uno o más de los efectos dañinos de una explosión: onda expansiva, impacto de metralla, efectos térmicos y sísmicos.

23.14.4.1.3 Debería examinar con atención el lugar de los hechos y recoger cualquier fragmento de materiales extraños y escombros del cráter. Esos fragmentos pueden requerir un análisis en el laboratorio forense para su identificación pero, si son fragmentos de un recipiente o contenedor o partes de un dispositivo explosivo improvisado, pueden resultar vitales para la investigación.

23.14.4.1.4 Diagrama de distribución de escombros. Dibujar un diagrama de campo con los materiales, tamaños, masas, dirección, distancias, caracteristicas físicas e identificación de los escombros, tal y como se muestra en la Figura 23.14.4.1.4, puede ser de gran ayuda para determinar el origen de la explosión.

23.14.4.1.5 Las Tablas 23.14.4.1.5 (a) y Tabla 23.14.4.1.5 (b) proporcionan ejemplos de lesiones y daño a las casas, para los distintos niveles de sobrepresión producidos. Estos datos son de pico de sobrepresión aplicada al exterior de la estructura. Los efectos de la sobrepresión en el interior de la estructura no necesitan ser tan grande para producir un daño similar. El daño real y el nivel de daños puede variar de una tabla a otra debido a diferencias en el tamaño, la salud, y edad de las personas, el diseño estructural y la condición de los edificios, y fechas de los datos notificados en las tablas.

23.14.4.1.6 Se debería tener en cuenta que la realización de estimaciones de daños estructurales producidos por una explosión es un tema muy complicado. Un tratamiento completo de este tema implicará el registro de los datos máximos de presión e impulso de la explosión, así como las características y la resistencia de la estructura de confinamiento. Generalmente, puede esperarse un pico de exceso de presión de 7 kPa a 14 kPa (de 1 psi a 2 psi), como causante del fallo en la mayoría de las uniones de estructuras ligeras, como pueden ser puertas, revestimientos de madera no reforzados, paneles de acero acanalados, o muros de bloques de mampostería. Las ventanas convencionales pueden romperse a una presión de 3.4 kPa (0.5 psi). En comparación, la mayoría de situaciones de exceso de presión pueden ser toleradas cuando la estructura presenta un refuerzo en su diseño, particularmente cuando este se realiza con materiales con una buena ductilidad (p.e. acero).

23.14.4.2 Identificar los Daños por Incendio Previos y Posteriores a la Explosión. El investigador debería establecer si los daños producidos por el fuego o el calor han sido causa-

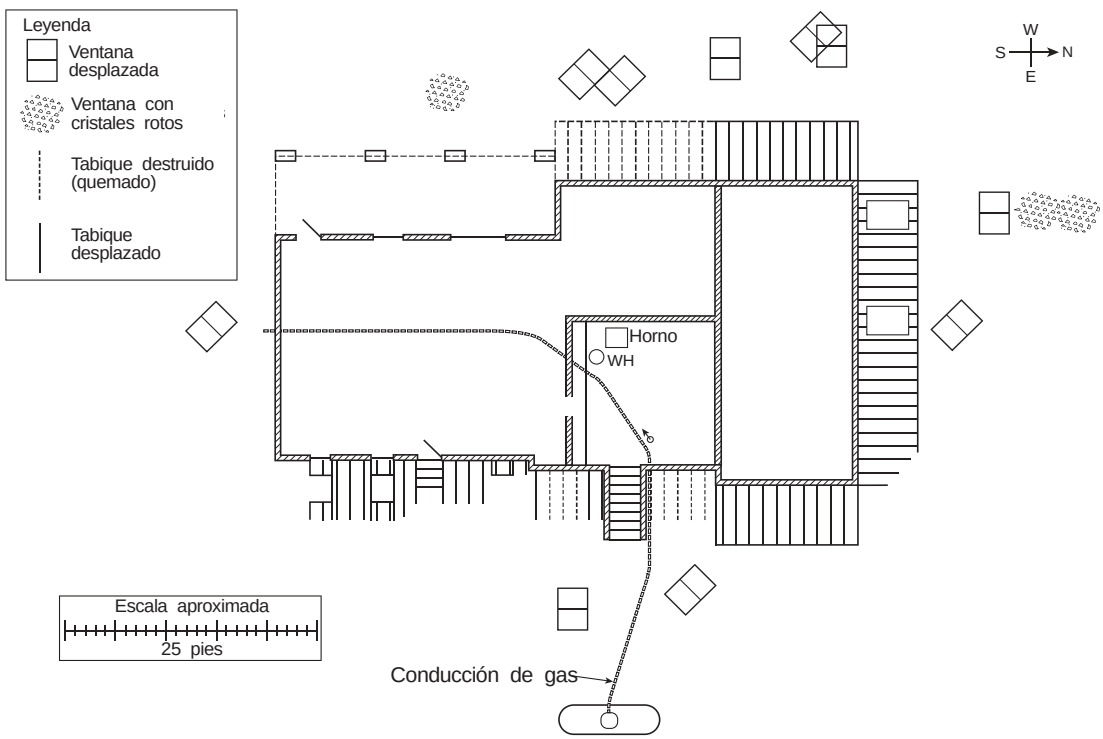


FIGURA 23.14.4.1.4 Diagrama de campo de una zona de escombros producida por una explosión de Gas de uso Doméstico.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 23.14.4.1.5(a) Criterios sobre Daños Personales (Incluso por Cristales Desprendidos y por los Efectos del Aumento de Presión)

Sobrepresión (psi)	Heridas	Comentarios	Fuente
0.6	Umbral de heridas por cristales desprendidos*	Basado en estudios con ovejas y perros	a
1.0-2.0	Umbral de arañazos en la piel por cristales desprendidos	Basado en datos del ejército	b
1.5	Umbral de múltiples penetraciones en la piel por cristales desprendidos (piel expuesta) *	Basado en estudios con ovejas y perros	a
2.0-3.0	Umbral de heridas graves por cristales desprendidos	Basado en datos del ejército	b
2.4	Umbral de rotura de tímpano	Datos no coincidentes sobre rotura de tímpanos	b
2.8	10% de probabilidad de rotura de tímpano	Datos no coincidentes sobre rotura de tímpanos	b
3.0	El aumento de presión tira una persona al suelo	Una fuente aporta el dato de 1,0 psi para este efecto	c
3.4	1% de rotura de tímpano	No es una lesión grave	d
4.0-5.0	Heridas graves de cristales desprendidos (probabilidad cercana al 50%)	Basado en datos del ejército	b
5.8	Umbral de penetración a través de la piel de cristales desprendidos (piel expuesta) *	Basado en estudios con ovejas y perros	a
6.3	50% de probabilidad de rotura de impacto	Datos no coincidentes sobre rotura de tímpanos	b
7.0-8.0	Heridas graves de cristales desprendidos (probabilidad cercana al 100%)	Basado en datos del ejército	b
10.0	Umbral de hemorragia pulmonar	No es una lesión grave [se aplica a una explosión de larga duración (más de 50 ns)]. Para ondas de 3 m/s, se requerirían 20-30 psi.	d
14.5	Umbral de mortalidad por los efectos directos de la explosión	Mortalidad debida fundamentalmente a hemorragia pulmonar	b
16.0	50% de rotura de impacto	Algunas heridas en los oídos pueden ser graves	d
17.5	10% de probabilidad de morir por los efectos directos de la explosión	Datos que no coinciden sobre mortalidad	b
20.5	50% de probabilidad de morir por los efectos directos de la explosión	Datos que no coinciden sobre mortalidad	b
25.5	90% de probabilidad de morir por los efectos directos de la explosión	Datos que no coinciden sobre mortalidad	b
27.0	1% de mortalidad	Gran incidencia de heridas graves en los pulmones [se aplica a una explosión de larga duración (más de 50 m/s)]; para ondas de 3 m/s se requerirían 60-70 psi]	d
29.0	99% de probabilidad de morir por efectos directos de la explosión	Datos que no coinciden sobre mortalidad	b

Nota: Para unidades SI, 1 psi = 6.9 kPa.

* Interpretación de los cuadros de datos en las referencias.

Fuente a = Fletcher, Richmond, and Yelverton, 1980.

Fuente b = *Loss Prevention in the Process Industries.*

Fuente c = Brasie and Simpson, 1968.

Fuente d = U.S. Department of Transportation, 1988.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 23.14.4.1.5(b) Criterios sobre Daños Materiales

Sobrepresión (psi)	Daños	Fuente
0.03	Rotura ocasional de ventanas grandes de cristal ya a presión	a
0.04	Fuerte ruido (143 dB). Caída de cristales por el ruido	a
0.10	Rotura de ventanas pequeñas por el esfuerzo	a
0.15	Presión típica de la caída de cristales	a
0.30	"Distancia segura" (probabilidad del 95% de que no se produzcan daños graves por debajo de este valor)	
	Límite de misiles	
	Algunos daños en el techo de la casa	
	10% de los cristales de las ventanas rotos.	a
0.4	Pequeños daños estructurales	a, c
0.5-1.0	Rotura de todos los cristales de las ventanas y en algún caso daños en los marcos. Una fuente cita caída de cristales a 0.147 psi (1 kPa)	a, c, d, e
0.7	Pequeños daños en la estructura de la casa	a
1.0	Derrumbe parcial de las casas que las hace inhabitables	a
1.0-2.0	Destrozo de los paneles corrugados de amianto	a, b, d, e
	Fallo de los paneles corrugados de aluminio/acero	
	Fallo de los paneles de revestimiento de madera (construcción normal)	
1.3	La estructura de acero de los edificios ligeramente doblada	a
2.0	Hundimiento parcial de muros y tejados de las viviendas	a
2.0-3.0	Destrozo de los paneles de pared o bloques de hormigón no reforzado [1,5 psi (10.3 kPa), según otra fuente]	a, b, c, d
2.3	Límite inferior de daños estructurales graves	a
2.5	Destrucción del 50% de la mampostería de la casa	a
3.0	Estructura de acero retorcida y arrancada de los cimientos	a
3.0-4.10	Hundimiento de los edificios con estructura de paneles de acero	a, b, c
	Rotura de los depósitos de gasolina	
	Explosión de depósitos de madera	
4.0	Rotura del revestimiento de edificios industriales ligeros	a
4.8	Caída de edificios de hormigón armado	e
5.0	Caída de los postes de madera	a, b
5.0-7.0	Destrucción casi total de las casas	a
7.0	Vuelco de vagones de ferrocarril cargados	a
7.0-8.0	Rotura por efecto tijera o flexión de tabiques de ladrillo [de 20,3 x 30,5 cm de grosor (8 x 12 pulgadas) no reforzados]	a, b, c, d
	Estallan los paneles laterales de la estructura de acero de los edificios	d
	Vuelco de vagones de ferrocarril cargados	b, c
9.0	Vagones de ferrocarril cargados totalmente destruidos	a
10.0	Probable destrucción total de los edificios	a
30.0	Caída de las torres de acero	b, c
88.0	Cráteres	e

Para unidades SI, 6.9 kPa = 1 psi.

Fuente a = F. Lees, Loss Prevention in the Process Industries.

Fuente b = Brasie and Simpson, 1968.

Fuente c = U.S. Department of Transportation, 1988.

Fuente d = U.S. Air Force, 1983.

Fuente e = McRae, 1984.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

dos por un incendio anterior o por los efectos térmicos de la explosión. Debería examinar los escombros que hayan sido arrojados lejos del punto de origen para determinar si están quemados. Si estos escombros estuvieran quemados, puede ser indicativo de que la explosión estuvo precedida por un incendio.

23.14.4.2.1 Probablemente, el síntoma más corriente de un aumento de presión son los cristales de las ventanas arrojados a cierta distancia de las ventanas del edificio. Los residuos de humo y hollín en los cristales de las ventanas u otros escombros, revelan que a la explosión le siguió durante algún tiempo un fuego, mientras que si los residuos de cristales o escombros, lanzados a gran distancia del edificio, están perfectamente limpios, indican que la explosión precedió al fuego.

23.14.4.2.2 La dirección de desplazamiento de los residuos fundidos y vueltos a solidificar puede indicar al investigador la posición o comportamiento de esos residuos cuando estuvieron expuestos al calor.

23.14.4.3 Localizar e Identificar los Objetos de Prueba. El investigador debería localizar, identificar, anotar, registrar, fotografiar y dibujar los muchos y variados objetos que pueden constituir pruebas físicas. Como las explosiones pueden lanzar los objetos a gran distancia, el investigador debería tener en cuenta que puede encontrar pruebas significativas en una gran variedad de lugares, como fuera del edificio siniestrado, empotrados en las paredes u otros miembros estructurales de dicho edificio o en la vegetación cercana, dentro de los edificios o vehículos contiguos o empotrados en ellos. En el caso de siniestros con bombas o que hayan supuesto la explosión de depósitos, aparatos o equipos, puede haber pruebas importantes como trozos de residuos en los cuerpos de las víctimas o entre su ropa.

23.14.4.3.1 Se debería tomar la ropa de todas las personas heridas en una explosión para su examen y posible análisis. El investigador debería procurar tomar fotografías de los heridos, y cualquier material retirado de los cuerpos de las víctimas durante las curas u operaciones, se debería guardar, tanto si la persona sobrevive como si no.

23.14.4.3.2 Los investigadores deben anotar el estado y posición de todos los componentes estructurales afectados y desplazados, como paredes, techos, suelos, tejados, cimientos, pilares, puertas, ventanas, pasarelas, escaleras y barandillas.

23.14.4.3.3 Los investigadores deben anotar el estado y posición de todos los contenidos del edificio afectados y desplazados, como muebles, aparatos, equipos de cocina o calefacción, equipos de fabricación, ropas y efectos personales de las víctimas.

23.14.4.3.4 Los investigadores deben anotar el estado y posición de todos los equipos de instalaciones afectados y desplazados como contadores y reguladores de gas, tuberías y depósitos de gas, contadores y cajetines eléctricos, conducciones y cables eléctricos, depósitos de gasóleo de calefacción partes de aparatos explosivos o depósitos de combustible.

23.14.4.3.5 Si se cree que en el incidente esta implicado gas procedente de fugas del sistema de abastecimiento de gas, se deberan examiner las zonas mas importantes de las tuberías, documentar los examenes y si hace falta, llevar a cabo ensayos. En viviendas y pequeñoa comercios, est e examen debe incluir la línea de alimentación al cliente en el caso de gas y el tanque o cilindros de almacenamiento, en el caso de GLP. Se deben incluir también las tuberías enterradas, las tuberias interiores de la vivienda, equipos y electrodomesticos, incl-yendo válvulas y accesorios. Esta documentación debe incluir fotografías, notas y diagramas.

23.14.4.4 Identificar Vectores de Fuerza. Los investigadores deben identificar, dibujar, fotografiar y tomar nota de los restos que indiquen la dirección y fuerza relativa de la explosión, teniendo en cuenta que la fuerza necesaria para romper una pared es mucho mayor que la necesaria para simplemente moverla o levantarla. La fuerza necesaria para hacer saltar una ventana es mucho menor que la necesaria para desplazar la pared, pero mucho mayor que la necesaria para hacer que una ventana salte intacta. Cuanto mayor sea la fuerza, a mayor distancia del epicentro habrán sido desplazadas piezas similares de restos.

23.14.4.4.1 El investigador debería anotar, dibujar y fotografiar las distancias y direcciones a las que se encuentren los restos encontrados, tales como cristales de ventanas. Los restos más grandes y macizos se deben medir y pesar para estudiar las fuerzas necesarias para lanzarlos.

23.14.4.4.2 La distancia y la dirección de algunas pruebas importantes con relación al epicentro de la explosión, puede ser crítico. En el plano del lugar de la explosión se debería documentar completamente la posición de todos los restos importantes, anotando su distancia y dirección. Esto permitirá al investigador reconstruir la trayectoria de las distintas piezas.

23.14.4.4.3 En algunos casos puede haber presentes otros indicadores direccionales. Las explosiones de gases combustibles pueden mostrar efectos de la repercusión del calor sobre artículos en el camino del frente de llama. También la piel y ropa de las personas pueden mostrar indicadores de dirección. Las explosiones de polvo pueden mostrar fenómenos similares e incluir también partículas de polvo quemado o no sobre los artículos afectados.

23.15 Analizar el Origen (Epicentro). Una vez identificados los vectores de fuerza, el investigador debería dirigirse desde la zona más alejada hasta la más afectada, siguiendo el trazado natural de dichos vectores. Esto se conoce como *análisis de la dinámica de la explosión* y se puede hacer más eficazmente trazando en un diagrama del edificio afectado las direcciones de movimiento de los restos y, si es posible, una estimación de la fuerza relativa necesaria para la destrucción o desplazamiento de dichos restos (*Ver figura 23.15.*) Es deseable un diagrama dimensional en los casos en que se anticipa un análisis de ingeniería de los efectos de los daños.

23.15.1 El análisis de la dinámica de la explosión se basa en el movimiento de los restos de la misma a partir del epicentro

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

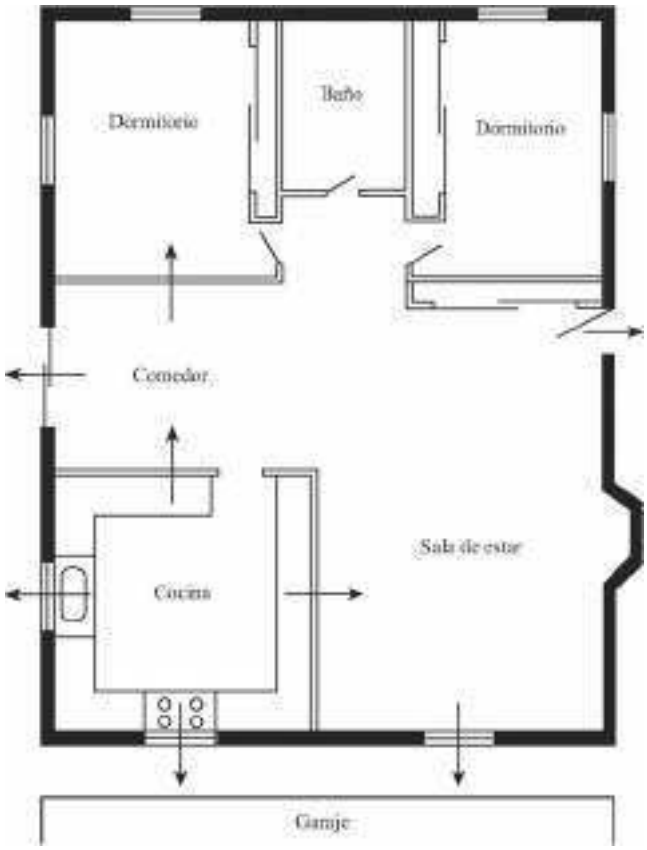


FIGURE 23.15 Diagrama Mostrando el Desplazamiento de Paredes, Puertas y Ventanas Debido a una Explosión.

dentro de lo que podríamos considerar una esfera, y en la fuerza decreciente de la explosión a medida que aumenta la distancia al epicentro.

23.15.2 A menudo es necesario hacer más de un diagrama de la dinámica de una explosión. En el primero aparecería una zona relativamente grande que puede representar la zona o habitación concretas que pueden ser el origen, para su posterior estudio (como en la Figura 23.15). Un segundo diagrama a menor escala permitiría analizar la dinámica de la explosión de la zona de origen. Esto es muy útil sobre todo en explosiones con cráter.

23.15.3 A menudo, sobre todo cuando se trata de explosiones sin cráter, como las producidas por fugas de gases, no se puede determinar el epicentro más allá de una habitación o zona concreta.

23.15.4 El análisis de la dinámica de la explosión se complica a menudo por la existencia de una serie de explosiones, cada una con su propio epicentro. Esta situación exige una comparación detallada de los vectores de fuerza. El movimiento de los restos más pesados como paredes, suelos y tejados, generalmente es menor en las sucesivas explosiones que en la primera. La primera explosión con más fuerza tiende a ventilar el edificio, con lo que la fase de presión positiva de las explosiones sucesivas es menor.

23.15.5 Sin embargo, esto sucede sólo cuando las explosiones secundarias son de la misma fuerza o menor que la primera. Las explosiones de polvos son una notable excepción a este fenómeno, pues las explosiones sucesivas suelen ser más potentes que la primera.

23.16 Analizar la Fuente de Combustible. Una vez identificado el origen o epicentro de la explosión, el investigador debería determinar el combustible. Esto se hace comparando la naturaleza y tipo de destrozos con los combustibles que se sepa que hay en el lugar del siniestro.

23.16.1 Se deben estudiar todas las fuentes de combustible posibles e irlas eliminando hasta que se encuentre una que cumpla todos los criterios de los destrozos físicos producidos. Por ejemplo, si se identifica el epicentro de la explosión como un cráter de 1,8 metros (6 pies) de hormigón pulverizado en el centro del suelo, hay que desechar como combustible una fuga de gases y estudiar únicamente los combustibles que pueden dar lugar a explosiones con cráter.

23.16.2 Para identificar el combustible pueden ser útiles los análisis químicos de muestras de escombros, hollín, tierra o aire. Otras técnicas como la cromatografía de gases, la espectrografía de masas o posteriores análisis químicos de las muestras recogidas, pueden facilitar la identificación de posibles explosivos o combustibles líquidos.

23.16.3 Las muestras de aire tomadas en la cercanía de la zona de origen se pueden utilizar para detectar gases o vapores de líquidos combustibles. Por ejemplo, el gas natural comercial es una mezcla de metano, etano, propano, butano y nitrógeno. La presencia de etano en el aire puede demostrar que ha habido gas natural, en vez de, por ejemplo, gas de alcantarillas o de limonita, que es sólo metano.

23.16.4 Una vez identificado el combustible, el investigador debería localizar su fuente. Por ejemplo, si el combustible era un gas más ligero que el aire y el edificio tiene gas natural, el investigador debería localizar el origen del gas que probablemente estará en el epicentro de la explosión o debajo de él, posiblemente en la fuga de una tubería de servicio o de un aparato de gas que funcionaba mal.

23.16.5 Hay que examinar todas las tuberías de gas, desde la acometida de la calle o los depósitos de butano o propano, hasta los contadores y reguladores y desde ahí a todos los aparatos y probar si había fugas, si es posible (ver NFPA 54, *National Fuel Gas Code, Apéndice D, o National Fuel Gas Code Handbook)*. Para probar si había fugas dentro de un edificio que ha sufrido un incendio o explosión de gas, se puede utilizar aire o un gas inerte.

23.16.5.1 En ningún caso de usará oxigeno como medio de ensayo.

23.16.5.2 La fuga se puede detectar mediante un detector de gas aprobado, un ensayo con un líquido no corrosive u otro medio aceptado de detección de fugas. No se deberán usar cerillas, mecheros o llamas abiertas. (*Ver NFPA 54*, *Codigo de gases combustibles*).

23.16.6 La verificación de los odorizantes debería formar parte de toda investigación de una explosión en la que la causa

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

haya sido o haya podido ser un gas inflamable, sobre todo si se sabe que las personas presentes no habían detectado ninguna fuga de gas. Hay que verificar la presencia del odorizante. Como pruebas se observarán las manchas en las tuberías en el lugar de los hechos, o la cromatografía de gases en el laboratorio para confirmar los resultados.

23.17 Analizar la Fuente de Ignición. Cuando se hayan identificado el origen de la explosión y el combustible, hay que analizar el medio de ignición. Esta suele ser la parte más difícil de toda la investigación de una explosión, porque suele haber muchas fuentes de ignición, sobre todo en las fugas de gases. Si cree que puede haber varias fuentes de ignición, el investigador debería tener en cuenta toda la información disponible, incluidas las declaraciones de los testigos. Debería hacer una evaluación cuidadosa de todas las posibles fuentes de ignición, teniendo en cuenta:

(1) La energía mínima de ignición del combustible.

(2) La energía de ignición de la posible fuente.

(3) La temperatura de ignición del combustible.

(4) La temperatura de la fuente de ignición.

(5) La posición de la fuente de ignición respecto al combustible.

(6) La presencia simultánea del combustible y la fuente en el momento de la ignición.

(7) Las declaraciones de los testigos sobre el estado y acciones inmediatamente antes y en el tiempo de la explosión

23.18 Analizar las Posibles Causas.

23.18.1 General. Una vez identificados el origen, el combustible y la fuente de ignición, el investigador debería analizar y determinar qué es lo que acercó el combustible a la fuente de ignición en el origen. Las circunstancias que hicieron que esos elementos coincidieran en ese lugar y en ese momento, son la causa de la explosión.

23.18.1.1 Parte de este análisis puede incluir consideraciones sobre cómo se podría haber evitado la explosión, por ejemplo sobre incumplimiento de las normas o códigos en vigor. Hay que tener en cuenta que, dado los efectos destructivos del fuego y las explosiones, no siempre se puede determinar su causa.

23.18.1.2 Se sugieren muchas técnicas de 23.18.2 a 23.18.6 para ayudar a establecer las causas. La elección de la técnica a usar depende únicamente de las circunstancias del incidente.

23.18.2 Análisis de la Cronología. Basándose en la información básica recogida (declaraciones de los testigos, notas, etc.), el investigador debería establecer una secuencia de acontecimientos anteriores y simultáneos con la explosión. Si se producen coherencias o incoherencias con la causa determinada, se debería aplicar la teoría de la «máxima verosimilitud».

23.18.3 Análisis del Tipo de Daños. Se pueden documentar distintos tipos de daños para su posterior análisis, sobre todo de los escombros y daños estructurales.

23.18.3.1 Análisis de los Escombros.

23.18.3.1.1 Los investigadores deben identificar, dibujar, fotografiar y tomar notas de los escombros y otros residuos que indiquen la dirección y fuerza relativa de la explosión. En general, cuanto mayor haya sido la fuerza explosiva, más lejos del centro de la explosión habrán sido arrojados trozos similares de escombros y residuos. No obstante, la forma más o menos aerodinámica y el ángulo de elevación de cada fragmento habrán hecho que unos se hayan desplazado más lejos que otros.

23.18.3.1.2 Pueden resultar críticas la distancia y la dirección respecto al centro aparente de la explosión de algunas piezas o restos significativos. Hay que documentar completamente en el plano del lugar de la explosión la posición de todas las piezas significativas, anotando tanto la distancia como la dirección. Esto permitirá al investigador reconstruir sus trayectorias. En algunos casos es preferible pesar y tomar medidas de los restos más importantes, sobre todo los más grandes. Esos datos se pueden utilizar después en un análisis más completo de su trayectoria.

23.18.3.2 Análisis de los Daños Relativos del Edificio. Los investigadores deben dibujar los daños relativos en las zonas que rodean el lugar de la explosión, construyendo lo que podríamos llamar un *diagrama de isodestrozos*. Los criterios para trazar esas líneas pueden ser sencillamente los niveles de aumento de presión en algunos casos, o la consideración de los destrozos considerados similares en los edificios. Para esto se emplean varias técnicas. Este análisis proporcionará otras claves sobre la propagación de la explosión y se puede utilizar como dato para un análisis posterior más completo.

23.18.4* Relación Entre la Fuerza de una Explosión y los Destrozos Producidos. Los analistas utilizan diversos métodos para relacionar el grado de destrozos y la distancia a que han sido lanzados los restos, con el tipo y cantidad de combustible en una explosión. Debido a las grandes diferencias en la dinámica química de los explosivos sólidos y los gases y vapores, no es posible relacionar directamente la cantidad de combustible implicado en una explosión con el peso del explosivo utilizado en otra. En diversos documentos se recogen datos de equivalencia en peso de los explosivos más corrientes en fase condensada (*véase Anexo A*.)

23.18.5 Análisis de los Objetos y Edificios Afectados. Con frecuencia, la determinación de la causa de una explosión requiere un enfoque multidisciplinario que ponga en relación los destrozos causados con los combustibles implicados. Puede que sea necesario contratar a expertos.

23.18.6 Relación con los Efectos Térmicos. Un conjunto de objetos que presenten daños debidos al calor como consecuencia de una explosión, pueden dar prueba de que se ha producido una bola de fuego o un incendio posterior. Esto puede ser una prueba mayor de que la explosión ha producido una BLEVE, un incendio por chorro de combustible u otros fenómenos, según sean los daños producidos en esos objetos. Un ingeniero experto en este área puede hacer un análisis especial de los daños térmicos. A partir de ese material, puede trazar un diagrama isotérmico (p.e. de los daños producidos por el calor).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Capítulo 24 Incendios Provocados

24.1* Introducción. Un fuego provocado es todo aquel que ha sido deliberadamente preparado con la intención de provocar un incendio dentro de un área en la cual el fuego no debería producirse.

24.2 Indicadores de Incendios Provocados. Hay distintas circunstancias relativas al origen y propagación de un incendio, que pueden proporcionar pruebas físicas de que ha sido provocado.

24.2.1 Incendios múltiples. Se entiende por incendios múltiples dos o más fuegos separados que arden simultáneamente sin tener relación entre sí. El investigador debería tratar de descubrir cualquier otro incendio declarado o punto de origen que pudiera haber. Para llegar a la conclusión de que hay incendios múltiples, el investigador debería determinar que todos los incendios "separados" que encuentre no son consecuencia natural del incendio inicial.

24.2.1.1 Son ejemplos de incendios múltiples los incendios en distintas habitaciones o en distintos pisos sin conexión, o incendios independientes dentro y fuera del mismo edificio. Se debería investigar el edificio incendiado y sus alrededores para determinar si existen incendios múltiples.

24.2.1.2 Los incendios separados que no han sido causados por igniciones múltiples deliberadas pueden deberse a lo siguiente:

(1) Por propagación del incendio por conducción, convección o radiación.
(2) Por propagación del incendio por pavesas por el aire.
(3) Por propagación del incendio por afectación directa por las llamas.
(4) Por propagación del incendio por caída de materiales ardiendo (goteo), como cortinas.
(5) Por propagación del incendio a través de los bajantes, conductos de tuberías o del aire acondicionado.
(6) Por propagación dentro de los huecos de los suelos o las paredes en las «construcciones en globo».
(7) Por sobrecarga de la instalación eléctrica.
(8) Por fallos en los sistemas de suministro
(9) Por rayo
(10) Ruptura y lanzamiento de contenedores de aerosoles.

24.2.1.3 La aparición de varios puntos de origen puede también ser consecuencia de una combustión continua en lugares alejados del edificio durante las operaciones de supresión y desalojo, sobre todo si el edificio se ha hundido total o parcialmente.

24.2.1.4 Cuanto antes se apague un fuego, más fácil es identificar si ha habido varios puntos de origen. Si afecta a toda la habitación o si se ha propagado a otras habitaciones, resulta más difícil identificar los incendios múltiples y si se produce una combustión completa o una "llamarada", la identificación puede resultar imposible.

24.2.1.5 Si ha habido algún incendio previo en el edificio, hay que tener cuidado para no confundir las consecuencias de los distintos incendios con un incendio múltiple.

24.2.1.6 Un aspecto importante del examen del lugar, la reconstrucción del lugar del incendio (*ver sección 18.7*), es especialmente importante cuando se sospecha que pueda haber incendios múltiples.

24.2.1.7 Un análisis cuidadoso del lugar del incendio puede revelar la existencia de otros, sobre todo en la misma zona. Por ejemplo, si el investigador observa o descubre una zona de origen en un armario, el examen de otros armarios le puede descubrir nuevos puntos de origen (que, razonablemente, puede suponer que han dado origen a nuevos incendios). El investigador tendrá en ocasiones que pedir permiso para realizar investigaciones en áreas no afectadas o implicadas en el incendio descubierto (*véanse secciones 14.3.2 y 14.3.3*.)

24.2.2 Acelerantes. Un acelerante es toda aquella introducción deliberada de un combustible o la manipulación de un combustible(s) ya existente, usado para ayudar en la propagación de un incendio de un área a otra. Los acelerantes pueden usarse para conectar dos partes separadas de un incendio. Los combustibles usados como acelerantes pueden ser líquidos o sólidos inflamables, o una combinación de ambos. Dependiendo del combustible utilizado, es posible que partes del acelerante sobrevivan al fuego. Los acelerantes aparecen frecuentemente señalados por marcas de fuego alargadas ausentes en el resto de la habitación, que pueden esconder o destruir rastros.

24.2.2.1 La confirmación de la presencia de un rastro es una indicación bastante clara de que el incendio ha sido provocado.

24.2.2.2 A veces se usan en los incendios provocados materias como ropa, papel, paja o líquidos inflamables. Generalmente quedan restos de materia sólida, que se deben recoger y documentar.

24.2.2.3 Los líquidos inflamables pueden dejar marcas lineales, sobre todo si el incendio se apaga pronto. La energía de radiación de las llamas o los gases calientes que se extienden por los pasillos o en las escaleras, pueden producir también marcas lineales. Como hemos dicho para los acelerantes sólidos sospechosos, también se deben recoger y analizar muestras de los posibles acelerantes líquidos (*véase sección 17.5*.)

24.2.2.4 A menudo, cuando se limpia el suelo de escombros para examinar los daños, pueden aparecer marcas rectas largas y anchas en las que se han producido más daños por el calor limitadas a los lados por zonas sin afectar o poco afectadas. A menudo esas marcas se han interpretado como rastros de combustibles. Aunque es posible, esas marcas también pueden ser producidas por muebles, objetos, mostradores o productos almacenados, o también por el impacto del fuego en zonas del suelo o de su revestimiento más desgastadas. Los objetos de forma irregular caídos en el suelo, como ropa de vestido o de cama, pueden protegerle produciendo marcas que dan lugar a errores de interpretación.

24.2.2.5 Por ejemplo, la gasolina derramada para fomentar el fuego es un acelerante. Es el uso deliberado de la gasolina para propagar el fuego de un lugar a otro lo que hace que esa marca de la gasolina sea un rastro. Derramar gasolina de una habitación a otra o subiendo una escalera, es dejar un rastro. Echar gasolina en un edificio desde una bodega o desde el tejado, o derramar gasolina en una zona amplia, no es dejar un rastro, es decir, usar un acelerante. Por tanto, el combustible no es un rastro, sino la manera en que ese combustible o acelerante se utiliza. Es igual que el requisito de «uso» en la definición del acelerante. La acción de provocación no tiene que ver con el hecho de que exista o no un rastro. La gasolina, los trapos o los periódicos se pueden usar como acelerantes y dejan un rastro, aunque actúan de manera distinta. La marca que deja el rastro es prueba de que se ha utilizado un acelerante, pero la marca no es el rastro. Si la persona

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

que provoca un incendio deja un rastro pero es detenida antes de que lo prenda, sigue siendo un rastro.

24.2.3 Falta de Cargas de Fuego o de Fuentes de Ignición Esperadas. Cuando los daños producidos por el fuego en el origen no son coherentes con la poca carga de fuego esperada, la tasa de liberación de calor o las posibles fuentes de ignición, se puede pensar que el incendio es provocado. Un ejemplo de estos tres factores es un incendio aislado a nivel del suelo en una habitación grande y vacía. Otros ejemplos de zonas con poca carga de fuego son los pasillos y escaleras. Las escaleras, aunque normalmente no tienen mucha carga de fuego, pueden contribuir a su propagación rápida al permitir que las llamas o los gases calientes se desplacen verticalmente a otras zonas. Esta acción puede causar daños graves en las superficies expuestas de las escaleras. Otros ejemplos de zonas con fuentes de ignición limitadas son los armarios, espacios bajo los suelos y áticos.

24.2.4* Acelerantes Extraños. Las mezclas de combustibles y los oxidantes Clase 3 y 4 *(ver NFPA 430, Norma para el almacenamiento de oxidantes sólidos y líquidos, Code for the Storage of Liquid and Solid Oxidizers*), pueden producir un incendio extremadamente caliente y utilizarse para comenzar o acelerar un incendio. Algunos de estos acelerantes, dependiendo de diversas condiciones, pueden autoinflamarse y ocasionar el mismo tipo de aceleración del incendio. Las mezclas termita también producen incendios muy calientes. Estos acelerantes generalmente dejan residuos que se pueden identificar visual o químicamente. La presencia de restos de oxidantes no constituye, por sí misma, un incendio intencionado. (*Ver 5.7.4.1.5.*)

24.2.4.1 Se ha analizado si se han utilizado los acelerantes extraños para iniciar o acelerar algunos incendios de crecimiento rápido, y se han señalado en tales casos particulares como *acelerantes de alta temperatura* (AAT). Los indicadores de acelerantes extraños incluyen una extraordinaria velocidad de crecimiento del incendio, llamas brillantes (especialmente al comienzo del incendio), y funden el acero o el cemento. Un estudio de 25 incendios en los que se sospecha la presencia de acelerantes de alta temperatura, producidos entre 1981 y 1991, demostró que no había pruebas científicas concluyentes del uso de tales acelerantes.

24.2.4.2 En cualquier incendio en el que la velocidad de crecimiento del incendio se considera extremadamente rápida, se deberían considerar otras razones además del uso de un acelerante, ya sea extraño o cualquier otro, como ventilación, modos de extinción de incendios, y el tipo y configuración de los combustibles.

24.2.5 Carga de Fuego o Configuración Anormal. Si la investigación descubre la presencia de una carga anormal de fuego en la zona de origen o si hay una carga de fuego que normalmente no sería de esperar en esa zona o que fuera de esa forma, el fuego puede ser provocado. Un ejemplo de configuración anormal es cuando los muebles, objetos o contenido de la habitación están deliberadamente amontonados o apilados de modo que fomenten el rápido o completo desarrollo del fuego. Un ejemplo de carga de fuego anormalmente elevada es cuando hay acumulación de basura, restos o cartones en una habitación o recinto, que pueden hacer que el fuego se propague rápidamente.

24.2.6 Heridas por Quemaduras. El modo y magnitud de las heridas por quemaduras pueden ofrecer claves sobre el origen, causa o propagación del fuego. Se pueden producir heridas por quemaduras al provocar un incendio. El investigador debería asegurarse si las quemaduras de la víctima y la magnitud y naturaleza de sus heridas coinciden con las hipótesis de la investigación sobre la causa y la propagación del incendio. El investigador debería buscar en los hospitales para saber si ha ingresado alguna persona con heridas por quemaduras.

24.2.7 Dispositivos Incendiarios. Se llama *dispositivo incendiario* a una amplia gama de mecanismos utilizados para provocar un fuego. En algunos casos, la persona que ha provocado el fuego puede haber usado más de uno de estos dispositivos. Frecuentemente se encontrarán restos del combustible utilizado con el dispositivo incendiario. Si se sospecha que un fuego ha sido provocado, el investigador debería buscar otros dispositivos que se puedan haber quemado o que no hayan funcionado.

ATENCIÓN: *¡Si se descubre un dispositivo incendiario que no ha funcionado, prohibido tocarlo! Esos dispositivos sólo deben ser manipulados por personal experto en explosivos. Tocar o mover tales dispositivos es extraordinariamente peligroso y puede provocar su incendio o explosión.*

24.2.7.1 Ejemplos de Dispositivos Incendiarios. Algunos ejemplos de dispositivos incendiarios y de pruebas que pueden determinar su presencia o uso, son:

(1) Carteritas de cerillas de papel y cigarrillos de los que se pueda encontrar en la zona de origen la tira de fósforo con la que se encienden las cerillas, filtros de los cigarrillos, ceniza de los mismos y materiales combustibles quemados por las cerillas o cigarrillos.
(2) Velas de las que se encuentre en la zona de origen cera y restos de cualquier material combustible que haya ardido con ellas.
(3) Instalaciones eléctricas o aparatos eléctricos de calefacción que puedan haber dado lugar a un incendio, que tengan muestras de que han sido manipulados o su instalación modificada, o el movimiento intencionado de aparatos que producen calor a lugares cercanos donde haya materiales combustibles o prueba de materiales combustibles que pueden haberse amontonado al lado de aparatos productores de calor.
(4) Bombas de fuego de las llamadas comúnmente Cócteles Molotov, que dejan pruebas en forma de líquido, producto químico o compuestos inflamables con los que se fabrican; las botellas y las mechas.
(5) Dispositivo incendiario de serrín-parafina, que se puede descubrir por los restos de cera impregnada con serrín (p. ej., fuegos de madera artificial).

24.2.7.2 Dispositivos Retardadores. La persona que provoca un fuego puede utilizar temporizadores o retardadores para tener tiempo de abandonar el lugar y posiblemente para tener ocasión de crear una coartada antes de que se declare el incendio. Esos dispositivos pueden ser velas, cigarrillos y temporizadores mecánicos o eléctricos.

24.2.7.3 Presencia de Líquidos Inflamables en la Zona de Origen. El uso o la presencia de líquidos inflamables se conocen generalmente como acelerantes líquidos si coincide con un incendio provocado.

24.2.7.3.1 La presencia de líquidos inflamables puede indicar que el incendio ha sido provocado, sobre todo si esos líquidos se encuentran en zonas que normalmente no sería de esperar. Puede que no sean raras las latas de combustible en un garaje, pero si se encuentra una lata de gasolina en un dormitorio, sí es raro. En cualquier caso hay que investigar a fondo la presencia de líquidos inflamables cerca de la zona de origen del fuego.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

24.2.7.3.2 Las «marcas irregulares» (*véase 6.3.7.8)* pueden indicar la presencia de líquido inflamable. Si el investigador observa marcas típicas de acelerantes típicos, debería buscar los restos del recipiente en el que ha estado el líquido El investigador debería procurar tomar muestras de todas las zonas donde sospeche que puede haber líquidos inflamables.

24.2.8 Evaluación del Desarrollo del Incendio y los Daños Producidos. Los investigadores deben hacerse una opinión de si la velocidad de desarrollo o la magnitud de los daños son superiores a lo que sería de esperar dados los combustibles «normales» y la configuración del edificio. Sin embargo, esa opinión es subjetiva, pues tanto el desarrollo como los daños del fuego tienen que ver con un gran número de variables y las hipótesis del investigador se basan en su formación y experiencia individual. Si emplea un lenguaje subjetivo, el investigador debería ser capaz de explicar concretamente por qué cree que el fuego era «excesivo», «poco natural» o «anormal»

24.2.8.1 Lo que un investigador juzga «excesivo», «poco natural» o «anormal» puede haberse producido realmente por un fuego accidental, según sea la geometría del recinto, las características del combustible y la ventilación del compartimento (ver 5.5.4). Hay algunos combustibles plásticos que arden difícilmente al aire libre, pero pueden arder violentamente si están expuestos a radiaciones térmicas de otro incendio en la zona, como puede suceder durante o después de la combustión súbita generalizada.

24.2.8.2 Por tanto, recomendamos encarecidamente al investigador que no utilice opiniones subjetivas para apoyar su sospecha de que el incendio ha sido provocado, en ausencia de pruebas físicas.

24.2.8.3 Existen modelos matemáticos del desarrollo de un incendio que, si se usan bien, pueden ayudar a evaluar la posible fiabilidad de las observaciones subjetivas.

24.3 Posibles Indicadores No Relacionados Directamente con la Combustión. Estos indicadores son generalmente condiciones o circunstancias que por sí mismas no están relacionadas directamente con el incendio o explosión, pero que puede utilizar el investigador como base para entrevistar a los testigos o como hipótesis de posibles sospechosos o posibles hechos en los que centrar su investigación. Los indicadores en esta sección son los que tienden a mostrar que alguien tuvo conocimiento previo del incendio.

24.3.1 Lugares Alejados u Oscuros Que se Vean Difícilmente. Un incendio en un lugar alejado u oculto de manera que no pueda ser visto, puede indicar que el que provocó el incendio no quiso que le vieran o le cogieran. Los incendios en esos lugares se desarrollan bastante antes de que se descubran. Por ejemplo, cuando las ventanas se hayan pintado o los cristales cubierto con papeles sin otra razón aparente que para que no se viera el fuego. El hecho de que el origen de un incendio está en un lugar remoto o en un lugar difícil de ver no debería constituir, por sí mismo, tomarse con una indicación antes de averiguarlo.

24.3.2 Incendios Cerca de Equipos y Aparatos en Funcionamiento. Un incendio cerca de equipos, aparatos o chimeneas eléctricos o de gas, puede haber sido provocado con la intención de que parezca accidental. El investigador debería examinar las conexiones de entrada o de funcionamiento para ver si están flojas o desconectadas y determinar si ha habido manipulación o sabotaje de los equipos o aparatos. Si el investigador no tiene conocimientos suficientes de esos equipos o aparatos, debería hacer que los examine un experto.

24.3.3 Eliminación o Cambio de Contenidos Antes del Incendio. A lo largo de su investigación, el investigador puede descubrir que antes del incendio se han sacado del interior del edificio algunos objetos o cambiado por otros de más o menos valor.

24.3.3.1 Cambio. Cuando el investigador crea que se ha cambiado el contenido de un recinto, antes de dejar el edificio debería hacer una lista lo más completa posible de su contenido. Después debería tratar de conseguir la lista de los objetos que había en el edificio antes del fuego y corroborarla mediante declaraciones de los testigos, facturas, recibos, etc. Las pólizas de seguros y las declaraciones de pérdidas ofrecen listas de lo que los ocupantes decían que había. Los objetos y contenidos que se puedan cambiar dependen de la ocupación del edificio o del espacio. Por ejemplo:

(1) En edificios residenciales, muebles o ropa.
(2) En edificios comerciales o industriales, maquinaria, equipos y mercancías.
(3) En vehículos, neumáticos y baterías.

24.3.3.2 Objetos Sacados. Hay que investigar a fondo los lugares de un incendio o los edificios en los que no haya un contenido «normal» que sería razonable esperar o que se sepa que había por declaraciones de los testigos, etc. que había antes del incendio. Los objetos sacados suelen ser valiosos (aparatos de TV, videocámaras, sistemas estéreo, ordenadores, cámaras fotográficas, mercancías, equipos), o que son difíciles de sustituir, como ficheros, archivadores de negocios, etc. Otros objetos que se pueden sacar de un recinto antes de un incendio son los que pueden acusar al provocador.

24.3.3.3 Ausencia de Objetos Personales Antes del Incendio. La ausencia de objetos personales, insustituibles o difíciles de sustituir, se debería investigar. Por ejemplo, joyas, fotografías, diplomas, certificados, trofeos, obras de arte, animales domésticos, equipo deportivo o de bricolaje, etc. También hay que investigar y tratar de explicar la ausencia de documentos importantes, como pólizas de seguro contra incendios, papeles de negocios, declaraciones de impuestos, etc.

24.3.4 Entradas Bloqueadas u Obstruidas.

24.3.4.1 La entrada a un edificio o local puede estar bloqueada u obstruida para impedir que los bomberos apaguen el fuego. Los obstáculos que se pueden encontrar son árboles caídos, barricadas en las calles o tipo de construcciones que impidan el acceso de los vehículos contra incendios, como pilares, vallas y puertas.

24.3.4.2 Estas obstrucciones pueden tomar a veces el aspecto de «medidas de seguridad» del edificio, como puertas y ventanas cerradas por dentro, candados, cadenas, etc.

24.3.5 Sabotaje del Edificio o de los Sistemas de Protección contra Incendios.

24.3.5.1 Introducción. Un sabotaje es un daño o destrucción intencionada en la estructura física del edificio o en el sistema de protección contra incendios o alguno de sus componentes.

24.3.5.1.1 Una persona que provoca un incendio puede tener a menudo la intención de crear condiciones que conduzcan a la destrucción rápida y completa del edificio o su contenido. Para conseguir ese ob-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

jetivo, esa persona puede sabotear el edificio (sus características de resistencia al fuego) o los sistemas de protección contra incendios.

24.3.5.1.2 Los investigadores deben establecer si el fallo de los componentes estructurales o de los sistemas de protección contra incendios ha sido el resultado de un sabotaje o de otros factores, como mala construcción, falta de mantenimiento, cierre de los sistemas por mantenimiento, diseño inadecuado o fallo de equipos o conjuntos estructurales.

24.3.5.2 Daños en los Sistemas de Resistencia al Fuego. Los sistemas de resistencia al fuego instalados durante la construcción (paredes, techos y suelos) y la protección adecuada de las aberturas (puertas, ventanas o cierres cortafuegos y amortiguadores del fuego), tratan de separar las partes de un edificio en «compartimentos» o «zonas de fuego» que confinan el recinto donde se declara el fuego, evitando que el humo y las llamas pasen a otras partes del edificio.

24.3.5.2.1 Las aberturas o penetraciones en estos sistemas pueden ser indicativo de que la persona que ha provocado el fuego ha intentado que se propague de una zona a otra. El investigador debería tratar de determinar si esas aberturas se han hecho con la intención de que se propague el fuego. Las aberturas o penetraciones en los sistemas resistentes al fuego pueden ser también resultado de una mala construcción o renovación, de haber introducido conductos para cables o de actividades de lucha contra el fuego, como ventilación o desalojo.

24.3.5.2.2 El método más corriente de hacer que un fuego se propague a través de un edificio es dejar las puertas abiertas. El sabotaje en las puertas cortafuegos o cortahumos, por ejemplo dejarlas abiertas, puede aumentar la velocidad de propagación del fuego y el humo por todo el edificio. El sabotaje en las puertas de las escaleras puede acelerar aún más esa propagación. Sin embargo, generalmente esas puertas se suelen dejar abiertas por los ocupantes del edificio para mejorar la ventilación o los accesos durante su actividad normal. El investigador debería determinar si las puertas y otras protecciones fueron abiertas intencionadamente por la persona que provocó el fuego o como modo habitual durante el uso del edificio.

24.3.5.3 Daños en los Sistemas de Protección contra Incendios. Los sistemas de protección contra incendios son los detectores de calor, humo o llamas. Los sistemas de alarma y señalización; los sistemas de rociadores e hidrantes y los sistemas especiales de extinción como los de dióxido de carbono, espuma o halón, además de las acometidas de agua e hidrantes privados.

24.3.5.3.1 **E**l sabotaje en los sistemas de protección contra incendios o sus componentes puede retrasar la notificación del incendio a los ocupantes y a los bomberos y evitar su control o extinción. Tales sabotajes intentan que el fuego se desarrolle en toda su extensión y origine una mayor destrucción.

24.3.5.3.2 El sabotaje puede incluir la eliminación u ocultación de los detectores de humo, la obstrucción de los cabezales de los rociadores, el cierre de las válvulas reguladoras, destrozos de las roscas de las tomas de agua, de las conexiones de las mangueras o de los hidrantes y obstrucción o recubrimiento con escombros de las dobles conexiones de los bomberos en los hidrantes, etc.

24.3.5.3.3 Otro tipo de sabotaje, aunque más sutil, es la provocación de incendios múltiples (*véase 24.2.1*). Además de la mayor destrucción que provocan varios fuegos, los incendios múltiples pueden tener el efecto de sobrecargar el sistema de supresión más allá de su capacidad nominal. Para determinar las limitaciones de proyecto del sistema de protección contra incendios, se puede necesitar ayuda (*véase Sección15.5.*)

24.3.6 Ventanas y Puertas Exteriores Abiertas. Las ventanas y puertas exteriores abiertas pueden acelerar el desarrollo y propagación del fuego. Si se dan estas condiciones con tiempo frío o incumpliendo las normas habituales de seguridad en el edificio, ello puede ser indicativo de que alguien ha intentado proporcionar mayor ventilación para el fuego. Con el mismo fin se pueden haber roto las ventanas.

24.4 Otras Pruebas.

24.4.1 Cuando el investigador ha terminado el examen del lugar del incendio y ha llegado a la conclusión de que el incendio ha sido provocado, tiene que examinar y anotar otros factores que pueden ser críticos para la futura localización e identificación de los sospechosos.

24.4.1.1 Estas pruebas relativas a la identificación de un sospechoso que haya provocado el fuego o del «motivo» u oportunidad que haya podido tener, no pueden sustituir a una investigación bien realizada y a la determinación del origen y causa del incendio.

24.4.1.2 En ausencia de pruebas físicas de que el incendio ha sido provocado, el investigador debería tener el máximo cuidado de usar el descubrimiento o presencia de estas pruebas para desarrollar hipótesis, formarse opiniones o sacar conclusiones relativas a la causa del incendio.

24.4.2 Análisis de los Incendios Provocados Confirmados. Mediante el análisis minucioso de un incendio que se ha confirmado que ha sido provocado, se pueden detectar las tendencias o marcas que indican el comportamiento del fuego. La clave de ese análisis es saber si se han provocado varios incendios o no. Este análisis puede ayudar al investigador a la localización e identificación de los posibles sospechosos. La provocación de varios incendios, llamada a veces incendios en serie o incendios provocados en serie, se refiere a dos o más incendios provocados cuya ignición se pueda atribuir a un individuo o grupo que hayan actuado juntos. A través del análisis se pueden identificar tres tendencias principales: la zona geográfica o "ramales", la frecuencia temporal y los materiales y métodos.

24.4.2.1* Zona Geográfica. Si se han provocado simultáneamente varios incendios, generalmente lo habrán sido dentro de la misma zona geográfica (por ejemplo, en el mismo barrio). Localizar los incendios provocados mediante sistemas de reconocimiento de modelos de incendio asistido por ordenador, como el Arson Information Management System (AIMS) o sobre un mapa de la zona, puede ayudar al investigador a establecer si ha habido esas zonas.

24.4.2.2 Frecuencia. Los incendios provocados por el mismo individuo se suelen producir a la misma hora del día o el mismo día de la semana, por varias razones: el nivel de actividad en la zona, la evaluación del incendiario de sus probabilidades de éxito o su modo de actuar rutinario. Por ejemplo, el incendiario puede pasar por el lugar durante un determinado período del día o un cierto

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

día de la semana (por ejemplo, cuando va o vuelve del trabajo, cuando va a un bar, etc.).

24.4.2.3 Materiales y método. El material y el método utilizado para provocar un incendio pueden variar según quién sea el provocador. Sin embargo y de modo general, si esa persona provoca varios incendios, los materiales y método tienden a ser similares, igual que el lugar.

24.4.3 Pruebas de Otros Delitos u Ocultación de Delito.

24.4.3.1 Un incendio provocado puede ser un intento de ocultar otros delitos, como robos u homicidios. En otros casos se produce un robo simulado para ocultar un incendio provocado. La cuestión de qué sucedió primero, si el incendio o el otro delito, tiene más que ver con el motivo del incendio y menos con su causa.

24.4.3.2 Aunque los posibles motivos no son determinantes en la investigación de la causa de un incendio (por ejemplo, si el motivo era robar en el edificio y ocultar el robo con un incendio o era provocar el incendio y tratar de disimularlo para que pareciera un robo), sí pueden llevar al investigador a adoptar un enfoque distinto de la investigación (y la búsqueda de pruebas) y de los posibles sospechosos.

24.4.4 Indicios de Dificultades Económicas. La investigación puede descubrir indicios de dificultades económicas. Estos indicios pueden ser: relaciones, compromisos, impuestos sin pagar, pagos atrasados de hipotecas, bienes inmuebles en venta (dificultad de venderlos, bienes no vendibles, etc.), mala situación del negocio o nueva competencia.

24.4.4.1 Las dificultades económicas pueden revelarse también por factores asociados con el uso o tipo de ocupación del edificio. En los edificios de oficinas, esos indicios pueden ser los períodos de recesión económica, sobre todo si se trata de un sector particular; cambios dentro de la industria, por ejemplo de productos o equipos; obsolescencia de los equipos y nueva competencia dentro del sector. Otros indicios pueden ser la necesidad de trasladarse o una nueva competencia en la misma zona o región geográfica.

24.4.4.2 Ejemplos de dificultades financieras en edificios residenciales pueden ser los caseros que no cobran el alquiler o que tienen casas sin alquilar; el control de alquileres; la necesidad del casero de mudarse; paro masivo en la región como resultado de reducciones de plantilla o cierres de empresas, etc.

24.4.5 Historial de Incumplimiento de los Códigos.

24.4.5.1 Otro indicio de dificultad financiera o, en todo caso, estrechamente relacionado con la misma, es la existencia de un historial de incumplimiento de los códigos de edificación, seguridad contra incendios, habitabilidad o mantenimiento en el edificio. Esto puede indicar o bien una incapacidad económica para mantener el edificio o la intención de dejar que se deteriore (falta de inversión).

24.4.5.2 Cuando el deterioro de un edificio es intencionado, durante la investigación hay que tratar de descubrir otros indicios de dificultades financieras, como un capital asegurado por encima de su valor real o la imposibilidad de vender el edificio.

24.4.6 Propietario con Otras Propiedades Incendiadas. Si el propietario de un edificio lo es también de otros en los que se hayan declarado incendios provocados, sobre todo si después de ellos ha cobrado el seguro, existe la posibilidad de que provoque otro incendio.

24.4.7 Valor Asegurado en Exceso. Otro indicio claramente relacionado con las dificultades económicas es asegurar un edificio por encima de su valor real, o tener asegurado el mismo edificio con distintas pólizas.

24.4.8 Coincidencia del Incendio. La coincidencia del incendio se refiere a los indicios de que el provocador ha provocado el incendio para que coincida con condiciones o circunstancias que puedan contribuir a la destrucción de su objetivo (edificio) o de utilizar esas condiciones o circunstancias para aumentar la probabilidad de no ser descubierto.

24.4.8.1 Incendios Durante Circunstancias Meteorológicas Extremas. Los incendios producidos en períodos de circunstancias meteorológicas extremas como inundaciones, grandes nevadas, huracanes o terremotos pueden retrasar la respuesta de los bomberos o dificultar su extinción. Otras condiciones naturales que hay que tener en cuenta son las tormentas eléctricas, períodos de huracanes, de gran sequía, de hielos o de grandes calores.

24.4.8.2 Incendios Durante Disturbios Ciudadanos. Esta es una oportunidad típica para provocar incendios. Este indicio viene acompañado generalmente de otros, como el de dificultades económicas.

24.4.8.2.1 Además, en los incendios provocados durante disturbios ciudadanos generalmente no se utilizan materiales o dispositivos de ignición sofisticados, aunque a veces se utilicen cócteles Molotov o acelerantes líquidos. Pero con más frecuencia se utilizan como combustible inicial los materiales existentes.

24.4.8.2.2 Un modelo similar se puede dar cuando se producen en la misma zona geográfica incendios repetitivos o una serie de incendios provocados (*véase 24.4.2.1*). Los propietarios u ocupantes pueden intentar provocar un incendio y atribuir la causa a otro provocador. En esos casos, el investigador puede descubrir diferencias en el método (hora del día, día de la semana, punto de inicio del fuego) y en los materiales utilizados (distintos combustibles) o en las fuentes de ignición, que no coinciden con la hipótesis del provocador del fuego (*véase 24.4.2*.)

24.4.8.3 Indisponibilidad de los Bomberos. Se pueden provocar incendios en un momento en que los bomberos no están disponibles. Por ejemplo, si han sido llamados por una falsa alarma para que acudan a otro lugar alejado de la zona o si se declara un incendio cuando están trabajando en otro, cuando están en un desfile o en otro acto público, etc.

24.4.9* Motivos del Comportamiento Incendiario.

24.4.9.1 General. Los indicadores del motivo no se deberían incluir o sustituirse como elementos analíticos del lugar del incendio, con objeto de determinar o clasificar la causa del incendio. El uso adecuado de los indicadores de motivo en el proceso de investigación del incendio es la identificación de posibles sospechosos sólo después de que se haya determinado la causa y origen del incendio, y se haya clasificado el incendio como provocado.

24.4.9.1.1 El *motivo* se define como un impulso u orden interior que es la causa, razón o incentivo que induce u ordena un comportamiento específico. La identificación del motivo de un delin-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

cuente es un elemento clave en el análisis del crimen, que es un método de identificar y analizar los rasgos de personalidad y características mostrados por un delincuente desconocido. Eventualmente, esto lleva a la clasificación del motivo. Una vez identificado, el investigador puede comenzar la evaluación de los posibles sospechosos del incendio provocado.

24.4.9.1.2 Los comportamientos relacionados con las clasificaciones de motivos pueden no ser exclusivos de una clasificación, pero puede que solapen categorías y sean similares por diferentes motivos. En tales casos, es importante obtener información adicional que pueda clarificar los comportamientos.

24.4.9.1.3 Además de esta identificación, se deberían realizar otros análisis que ayuden a determinar si hay un incendiario en serie. A través del análisis de incendios provocados confirmados, se pueden detectar pautas o tendencias en comportamientos incendiarios repetitivos. Las tres tendencias principales que se pueden identificar son: la zona geográfica o "ramales", la frecuencia temporal y los materiales y métodos (*ver 24.4.1.*)

24.4.9.2 Motivo versus Intención. Hay una diferencia importante entre motivo e intención. La *intención* se refiere al propósito determinado o deliberado en las acciones de una persona, o en determinados casos, omisiones. También se refiere al estado mental que tiene una persona en el momento en que actúa o deja de actuar. Generalmente es necesaria la intención para mostrar una prueba de crimen. Demostrar intención generalmente significa que se han tomado determinados pasos para llegar a perpetrar la acción. El *motivo* es la razón que una persona o grupo pueden tener para hacer algo. Se refiere a qué causa o lleva a una persona a actuar o no, y los estímulos que causan la acción o inacción. El motivo no es necesariamente un elemento exigido de un crimen. Por ejemplo, una persona con indicaciones de "dificultades financieras" podría sufrir un incendio en su propiedad asegurada, la cual comienza a arder cuando deja caer un cigarrillo encendido mientras se queda dormido. Aunque esta persona puede tener un motivo para causar el incendio, no tuvo intención de hacerlo. Así, no existe el elemento de intención.

24.4.9.3* Clasificaciones de los Motivos.

24.4.9.3.1 Introducción. Las clasificaciones aquí explicadas son las identificadas en Douglas et al., *Manual de clasificación del crimen, Crime Classification Manual (CCM)*. El CCM utiliza un sistema de diagnóstico que pretende estandarizar la terminología y clasificar formalmente las características críticas de los delincuentes y las víctimas de los tres crímenes violentos principales: asesinato, incendio provocado y agresión sexual.

24.4.9.3.1.1 El CCM identifica los factores analíticos identificados como elementos esenciales para clasificar el motivo de un delito. Estos factores incluyen información sobre la víctima, la escena del crimen, y la naturaleza del intercambio víctima-delincuente. No toda la información estará (ni se debería esperar) presente en cada caso. La intención es proporcionar al investigador del incendio la máxima cantidad de información posible.

24.4.9.3.1.2 El comportamiento que se puede identificar como motivo posible, y así un sospechoso posible, aplica a incendios acontecidos una sola vez o varias, como los incendiarios repetitivos o en serie. Hay tres clasificaciones de comportamiento incendiario repetitivo: incendiario en serie, incendiario puntual e incendiario a gran escala. La terminología utilizada en la clasificación de un incendiario repetitivo es parecida a la utilizada para asesinos. El *incendiario en serie* se refiere a un delincuente que ha hecho tres o más fuegos, con un período de tranquilización entre incendios. El *incendiario puntual* se refiere a un delincuente que hace tres o más incendios en localidades separadas sin período de tranquilización emocional entre incendios. El *incendiario a gran escala* se refiere a un delincuente que hace tres o más incendios en el mismo sitio o localización durante un período de tiempo limitado.

24.4.9.3.1.3 El National Center for the Analysis of Violent Crime (NCAVC) ha identificado 6 clasificaciones de motivos como los más efectivos en la identificación de las características de los delincuentes para el comportamiento incendiario, como sigue:

(1) Vandalismo
(2) Excitación
(3) Venganza
(4) Ocultación del crimen
(5) Beneficio
(6) Extremismo

24.4.9.3.2 Vandalismo. Los incendios provocados por vandalismo se definen como incendios maliciosos o malévolos que llevan a daños de la propiedad. Los objetivos comunes son las instalaciones educativas y edificios abandonados, pero también incluye los incendios de basuras y de pastos. Las categorías de incendiarios vandálicos incluyen daños intencionados y maliciosos presión del grupo o camaradas.

24.4.9.3.2.1 Daños Intencionados y Maliciosos. Son fuegos provocados sin motivo aparente o que parecen haberse hecho al azar, sin motivo aparente. Se suelen atribuir a jóvenes o adolescentes.

24.4.9.3.2.2 Presión del Grupo o Camaradas. La presión o el reconocimiento por parte de los grupos suele relacionarse con las razones de los incendiarios, especialmente entre jóvenes.

24.4.9.3.3* Excitación. Los incendiarios motivados por la excitación pueden disfrutar de la agitación que proporciona provocar el fuego o las posteriores actividades de extinción del incendio, o pueden tener necesidad psicológica de atención. El delincuente cuyo motivo es la excitación suele ser un incendiario en serie. Generalmente permanecerá en el lugar del incendio en desarrollo, y a menudo estará disponible para responder o ver el incendio y las actividades alrededor. Su rango de objetivos varía desde pequeños fuegos en basuras y pastos, hasta edificios habitados.

24.4.9.3.3.1 Estos incendiarios incluyen las siguientes subcategorías.

(A) Busca aterrorizar. Provocar el incendio le proporciona al delincuente una sensación de excitación y poder. Suele ser un incendiario repetitivo, que provoca incendios compulsivamente para satisfacer alguna necesidad o deseo psicológico.

(B) Busca atención. Estos incendiarios necesitan sentirse importantes, y provocan incendios para satisfacer una necesidad psicológica.

(C) Reconocimiento. Este incendiario suele describirse como el incendiario heroico o vanidoso. Suele permanecer en el lugar del incendio para avisar a otros, informar sobre el incendio, o ayudar en las tareas de extinción. Disfrutan o pueden buscar el reconoci-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

miento y alabanzas que reciben por sus esfuerzos. Es típico que entre estos incendiarios estén los guardas de seguridad y los bomberos. Ocasionalmente estos incendiarios pueden incluso aceptar la responsabilidad de haber provocado el incendio.

(D) Perversión o recompensa sexual. Provocan incendios como medio de liberación sexual. Es raro encontrar un incendiario en esta categoría.

24.4.9.3.3.2 Los tres últimos tipos de incendiarios rara vez intentan dañar a las personas, pero pueden hacer caso omiso de la seguridad física de los ocupantes o espectadores inocentes. Sin embargo, los delincuentes que buscan aterrorizar, cuya compulsión exige la sensación inherente de satisfacción, a menudo crearán un gran incendio, o una serie de grandes incendios. Estos incendios normalmente afectarán a edificios, pero si hay vegetación afectada, también son extensos.

24.4.9.3.4* Venganza.

24.4.9.3.4.1 Los incendiarios movidos por la venganza se desquitan de alguna injusticia real o percibida. Un aspecto importante es que el delincuente percibe un sentido de injusticia. El suceso o circunstancia percibido puede haberse dado meses o años antes de su actividad incendiaria. El incendio puede estar bien planeado y hacerse sólo una sola vez, o ser varios con poca o ninguna planificación. Los delincuentes en serie pueden dirigir su venganza contra individuos, instituciones, o contra la sociedad en general.

24.4.9.3.4.2 Las subcategorías de incendiarios por venganza incluyen los siguientes.

(A) Desquite personal. El suceso detonador de este motivo puede ser una discusión, una pelea, una afrenta personal, o cualquier suceso percibido por el delincuente que justifica el desquite. Los objetivos favoritos incluyen el vehículo de la víctima, la casa, o las posesiones personales. La localización específica y los materiales involucrados en el incendio pueden ser un factor significativo en la identificación del delincuente. El delincuente cree que prender la ropa u otras posesiones personales de la víctima es mayor afrenta que simplemente provocar un incendio en una zona común. El lugar del incendio también puede sufrir vandalismo. Estos incendios pueden darse una vez o repetirse en serie.

(B) Desquite social. Este delincuente suele sufrir una sensación de insuficiencia, soledad, persecución o abuso. Este delincuente generalmente no se siente satisfecho con un sólo incendio o incluso con una serie de ellos. Por lo tanto, es probable que este delincuente en serie provoque más incendios que los provocados por venganza.

(C) Desquite contra las instituciones. Esta clasificación de delincuentes se centra en instituciones religiosas, médicas, gubernamentales, y educativas, o corporativas. El incendiario puede ser un empleado descontento, un antiguo empleado, un cliente, o un paciente.

(D) Desquite en grupo. Los objetivos pueden ser grupos religiosos, raciales, fraternales, u otros, incluyendo bandas. Las pintadas, los símbolos o las marcas, son otras acciones vandálicas que pueden acompañar al incendio.

24.4.9.3.5* Ocultación del Crimen. Esta categoría incluye incendios provocados por actividad criminal secundaria o colateral, perpetrados con objeto de ocultar la acción criminal principal. En muchos casos, sin embargo, el fuego puede ser en realidad parte del crimen intencionado, como la venganza. Mucha gente cree equivocadamente que un fuego destruirá toda prueba física en la escena del crimen. Las categorías para este tipo de incendiarios incluyen las siguientes:

(A) Ocultación de asesinato. Este escenario aparece donde un incendio se ha provocado para ocultar el hecho de que se ha cometido un asesinato, para destruir pruebas forenses que puedan identificar al delincuente, o para ocultar la identidad de la víctima.

(B) Ocultación de robo. El incendio se provoca para ocultar el hecho de que se ha cometido un robo o para destruir pruebas forenses que puedan identificar al delincuente.

(C) Destrucción de registros o documentos. El objetivo de este incendio son los registros o los documentos. Pueden involucrar ficheros prendidos todavía en sus carpetas o un origen dentro de un armario. Puede afectar a combustibles corrientes localizados en una posición expuesta a los ficheros, como un cubo de basura que se ha movido cerca de los ficheros. Los posibles sospechosos de estos sucesos incluyen aquellos que tengan algún interés en los documentos o registros objetivo.

24.4.9.3.6* Beneficio. Los incendios provocados para obtener beneficio incluyen los hechos para obtener una ganancia monetaria o material, tanto directa como indirectamente. La ganancia directa puede venir del fraude al seguro, eliminando o intimidando a los competidores del negocio, extorsión, retirada de edificios no deseados para incrementar el valor de la propiedad, o para huir de obligaciones financieras.

24.4.9.3.6.1 La amplia categoría del fraude se identifica frecuentemente como un motivo de incendio provocado. Sin embargo, el fraude se clasifica como una subcategoría en la categoría del motivo de beneficio. Los incendios motivados por el fraude pueden incluir propiedades comerciales o residenciales. Los incendios por fraude comercial se pueden hacer o preparar por un propietario para destruir equipos viejos o anticuados, para destruir registros y evitar impuestos o auditorías, o con objeto de obtener indemnizaciones. Un competidor puede provocar un incendio para ganar ventaja en el mercado, o agentes del crimen organizado con objeto de la extorsión, "protección" o intimidación. El fraude residencial incluye un propietario que intenta defraudar a la compañía del seguro, o un arrendatario que defrauda a un propietario o a una agencia benéfica. El incremento de los impuestos, el deterioro físico (y reparaciones obligadas legalmente, como las especificadas por las agencias de normas gubernamentales), desocupación o imposibilidad de alquiler, o medidas de control de renta estatutarias, pueden ser razones para que un propietario decida quemar el edificio.

24.4.9.3.6.2 Hay varias subcategorías que posteriormente identifican el fraude como motivo. Estos incluyen el fraude para recaudar el seguro, fraude para liquidar la propiedad, fraude para disolver una empresa, y fraude para ocultar una pérdida o liquidar las existencias. Las otras categorías incluyen el empleo, la evacuación de propiedades y parcelas, y la competencia.

24.4.9.3.7* Extremistas. Los incendios por motivos extremistas se realizan por causas más allá de lo social, político o reli-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

gioso. Los incendios se han utilizado como arma de protesta social desde que comenzaron las primeras revoluciones. Los incendiarios extremistas pueden trabajar en grupo o en solitario. Además, dado los aspectos de planificación y selección de sus objetivos, los incendiarios extremistas generalmente tienen un alto grado de organización, como se refleja en el uso de dispositivos incendiarios o de ignición más elaborados. El terrorismo y los disturbios y alborotos civiles son subcategorías extremistas.

(A) Terrorismo. Sus objetivos parecen azarosos; sin embargo, las localizaciones objeto se suelen seleccionar con algún grado de significado político o económico. Los objetivos políticos normalmente incluyen oficinas gubernamentales, periódicos, universidades, sedes de partidos políticos, e instalaciones militares o policiales. Los terroristas políticos también pueden atacar propiedades diversas como instalaciones de investigación animal o clínicas de abortos. Los objetivos económicos pueden incluir oficinas de negocios, instalaciones de distribución o suministradores de servicios públicos (plantas de generación atómica), bancos, o compañías que se piensa pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente. Los incendios o las explosiones se convierten en un medio de creación de confusión, miedo o anarquía. Los terroristas pueden incluir el incendio como una de sus diversas armas, junto a los explosivos, que utilizarán para conseguir sus objetivos.

(B) Disturbios civiles/alborotos. Los incendios provocados durante disturbios o alborotos civiles pueden venir acompañados de vandalismo y saqueos. Es útil destacar que todos los incendios iniciados en estos períodos de intranquilidad social pueden no ser resultado de incendiarios extremistas, pero pueden haber sido provocados por otros, como los propietarios, esperando que el fuego sea atribuido a los incendiarios extremistas y las circunstancias relacionadas con los disturbios civiles.

Capítulo 25 Muertes y Lesiones por Incendio y Explosión

25.1 General. Cada año, miles de personas resultan heridas o mueren en incidentes relacionados con incnedios o explosiones. La ivestigación relacionada con accidents que que producen heridos o muertos requiren el uso de conocimientos especializados que no se usan durante durante las investigaciones de incendios sin victimas. Estos conocmientos incluyen apartados sobre toxicología patología y conducta human entre otros. Los datos sobre las muertes o las heridas de las victimas pude dar información relacionada con la naturaleza y es desarrollo del fuego.

25.2* Mecanismos Causantes de Muertes o Heridas. Los productos de combustión generados en un incendio son muchos y sus efectos sobre la salud de las personas varian, pero todos tienen efectos tóxicos. La inhalación de estos productos o el contacto con la piel o los ojos pueden tener efectos biológicos deletereos, inmediatos tales como irritación de los ojos o de la garganta, o sistémicos, que pueden afectar a otras funciones del cuerpo. Estos productos incluyen monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ácidos de halógeno (acidos clorhídrico, fluorhídrico, y bromhídrico), acroleína, benceno, partículas (cenizas, hollín), y aerosoles (moléculas orgánicas complejas que resultan de los productos de pirólisis).

25.2.1* Monóxido de Carbono. Aunque en diferentes cantidades, el monoxido de carbono (CO) se produce siempre en un incnedio. Todos los combsutibles que contienen carbono (p.e. madera, papel, plásticos), producen monóxido de carbono como resultado de una combustión incompleta. Cuando se queman combustibles organicos, se produce CO que a continuación se oxida para producer dioxide de carbonoa (CO_2). En fuegos con poca ventilación o en fuegos en los cuales los productos iniciales de la combustión están mezclado con gases mas fríos, como por ejemplo en fuegos latentes, la coversión de CO a CO_2 pude detenerse y el CO se transforma en el principal producto de combstión. En fuegos bien ventilados, el nivel de CO producido puede ser muy bajo, unos pocos cientos de partes por millón (p.e. 0,02 %). Sin embargo, en fuegos con poca ventilación, latentes o fuegos producidos despues de un proceso de "flashover", pueden producirse concentraciones de CO de 1 a 10% (de 10,000 ppm a 100,000 ppm). También se pueden producir concentraciones de CO elevadas durante el proceso de supresión del incendio.

25.2.1.1* El monóxido de carbono actúa como un depresor del sistema nervioso central. Cuando se inhala, el CO se une a la hemoglobina en la sangre, creando carboxihemoglobina (COH_b). La afinidad de la hemoglobina por el monóxido de carbono es aproximadamente 240-250 veces más elevada que la afinidad del oxígeno. Por lo tanto, en la sangre se pueden acumular niveles peligrosos de COH_b, incluso a bajas concentraciones de CO en el aire.

25.2.1.2 Aún teniendo efectos asfisiantes, es mas fuerte que en asfisiante. No solso reduce la capacidad de la sangre para transportar oxigeno al reaccionar con la hemoglobina, sino que también provoca un desplazamiento en la curva de disociación que afecta a la capacidad de la sangre para liberar el oxigeno a los tejidos. El CO liberado en las celulas interfiere con la respiación celular, causando incpacidad y muerte. La reacción del CO con la hemoglobina es reversible. El CO se puede eliminar de del cuerpo respirando aire fresco u oxigeno. En caso de niveles altos de carboxihemoglobina, es preciso utilizar cámara hiperbarícas para acelerar la eliminación de los agentes tóxicos del cuerpo. La tasa de eliminación de CO depende de la concnetración de oxigeno en el aire y de la presión. Por ejemplo, las personas tratadas con oxigeno puro eliminaran los tóxicos mas rápidamente que las que respiran el aire de una habitación (21 % de oxigeno).

25.2.1.3* Debido a que la carboxihemoglobina es muy estable, la determinación del nivel en sangre puede realizarse facilemente incluso mucho tiempo después de la muerte de la persona. La concnetración media que se considera fatal es el 50 % de COH_b. Sin embargo, hay victimas por exposición al CO, con niveles entre el 20% y 90% de COH_b en sangre. Las victimas con 20 % de COHb murieron probablemente por causas diferentes, tales como falta de oxigeno, parade cardiáca o quemaduras. Por el contrario, las victimas con concnentraciones de COH_b de 40% o superiores pueden haber fallecido como consecuencia del CO solo o en combinación con otros factores (edad, alcohol, o problemas cárdiacos) o simplemente, el envenenamiento por CO los dejó incapacitados para huir del fuego.

25.2.1.4* Al evaluar la importancia del nivel de COH_b en la victima, hay que tener en cuanta que el CO se produce de forma en-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

dógena en el cuerpo durante el proceso de descomposición de la hemoglobina en el hígado. El CO puede entrar en el cuerpo a traves de fuentes normales existentes en el medio ambiente. En una medición del nivel de COHb realizado a 3022 transfusiones de sangre se encontró que, en el 65% el nivel estaba por debajo del 1,5%, en un 26,5 %, entre el 1,5% y el 5%, en el 6.7 el nivel estaba entre el 5% y el 10% y en un 0,3 %, el nivel era superior al 10%. Duarente los aproxiamadamente 6 minutos que se tarda en fumar un cigarro, un fumador puede estar expuesto a concentraciones de CO entre 400–500 ppm. Por esto, los fumadores tienen normalmente una concnetración de COHb entre 3% y 8% con una media de 4%. Las personas muy fumadoras (mas de 2 cajetillas por dia), pueden alcanzar niveles de hasta el 15%. La media de COH_b en la sangre de los no fumadores está en 1%.

25.2.1.5* El nivel de COH_b en un superviviente de un incendiary empieza a disminuir tan pronto como la persona es retirada del ambiente del incendiary. La velocidad a la cual se elimina el CO del cuerpo, depende de la concnetración de oxigeno en el aire que se respire. Por ejemplo la concentración de CO en la sangre (saturación de COH_b) puede descender a la mitad (vida media COH_b), bajando de 45% de COH_b a 22 % entre 250 a 320 minutos a niveles de O_2 colo los existentes en el aire (21 %). La vida media de COH_b es de 45 a 90 minutos si se administra oxigeno a 100 % de concentración durante el trastamiento médico. Si el trtamiento se hace ena cámara hiprebárical se puede reducer al vida media del COH_b a approximadamente 20–30 minutos.

25.2.1.6* Al calcular el importancia del nivel de COHb en la víctima, el investigador debe considerer los efectos que hayan podido causar los pisibles tratamientos médicos que haya tenido la victima antes de fallecer. Los individuos a los que se les aplico resucitación pulmonar o fueron sometidos a un tratamiento son de oxigenoterapia previo al fallecimiento, puden tener un nivel de COHb menor del que presentaban cuando fueron retirados del ambiente del fuego. Por lo tanto, conocer el tiempo transcurrido entre la retirada de la zon del incnedio y la muerte, asi como la duración y tipo de oxigenoterapia utilizado antes de la extracción de sangre, por ejemplo, sin recirculación de aire, cánula nasal, cámara hiperbárica, son importantes a la hora de la recogida de datos.

25.2.1.7* Los estudios muestran que el 60% o más de las víctimas de incendios mueren debido a un envenenamiento por monóxido de carbono. Debido al desplazamiento del CO, la mayoría de estas personas son encontradas fuera de la habitación de origen. La mayoría de los incendios no producen niveles letales de CO hasta que se convierten en incendios con una ventilación controlada (a excepción de los incendios latentes). De esta forma, las víctimas por la inhalación de monóxido de carbono son encontradas generalmente fuera de la habitación de origen, a menos que el incendio proceda de una ignición latente infra ventilada. No obstante, durante el período de "Flahsover", el daño térmico y la falta de oxígeno pueden causar la muerte antes de que se produzcan concentraciones sustanciales de COH¬b. Lo mismo puede ocurrir si la víctima se ve envuelta en el estallido de un incendio que implica gases o vapores combustibles. El investigador deberá estar al corriente de los múltiples factores que pueden llevar a la muerte en un incendio. El investigador deberá también tener en consideración la movilidad de la víctima antes de ser incapacitada o morir por la exposición al fuego, antes de concluir que se encontraba cerca del área de origen o no.

25.2.2*Cianuro. El cianuro de hidrógeno (HCN), es junto con el monóxido de carbono, otra sustancia tóxica clave que se produce en los incendios. El ácido cianhídrico se produce durante la combustión de lana, nylon, y plásticos, tales como poliuretano y ABS, que se encuentran comúnmente en muebles para el hogar y acabados interiores. HCN puede actuar solo o en combinación con CO y causar incapacidad y muerte. HCN pueden contribuir a las muertes por inhalación de humo al incapacitar rápidamente a las víctimas del incendio, evitando así que puedan escapar.

25.2.2.1* El papel de cianuro en las muertes en incendios se ha destacado en varios incendios emblemáticos, tales como ei incendio del Club Social Happy Land en 1990 en Nueva York, el hotel DuPont Plaza Hotel en Puerto Rico en 1986, la cárcel del condado Maury en Tennessee en 1977, y en el Hotel 1983 Ramada Inn Central en Texas en 1983. Cuando se inhala HCN se absorbe rápidamente en la sangre. La velocidad de difusión de cianuro es más significativaa que la de CO, lo que explica sus rápidos efectos letales.

25.2.2.2 Mientras que el monóxido de carbono afecta a la unión de oxígeno con la hemoglobina, el cianuro afecta la utilización del oxígeno. Una vez que tras la inhalación se difunde en el cuerpo ,el cianuro afecta a la respiración celular al interferir con el último paso de la cadena de transporte de electrones, le citocromo-c-oxidasa. Esta interferencia dificulta el transporte de electrones necesarios para formar agua y las moléculas de ATP necesarias para la producción de energía. Como resultado, el ciclo de Krebs cesa, causando acidosis metabólica, anoxia histotóxica, parálisis del centro respiratorio en el cerebro, y finalmente la muerte.

25.2.2.3 Aunque las mediciones de cianuro se hacen por lo general en la sangre, existen otras técnicas para su cuantificación en otras muestras de biológicas tales como higado, cerebro, pulmones, riñon y estomago. Sin embargo, os investigadores han tener en cuenta que tanto la distribución como la permanencia de cianuro en estos organos es variable. El cianuro no muestra la misma estabilidad que el CO en muestras post-morten. Los cambios mas importantes y mejor documentados de cambios en la concentración de cianuro indicant que disminuye con el tiempo en todo el cadaver y en muestras tomadas post-morten de sangre u otros tejidos.En algunos casos, sin embargo, han aparecido incrementos de cianuro causados por las bacterias existentes en la muestra.

25.2.2.4* La velocidad a la cual cambia el contenido de cianuro en las muestras biológicas depende de cuatro parámetros diferentes. Estos parametros inclyen, la concentración inicial de la muestra en el momento de muerte, el periodo transcurrido entre la muerte y la toma de la muestra del cadaver, el tiempo transcurrido hasta que se realiza el ensayo toxicológico y la forma de almacenamiento de la muestra (p.e refrigerada, congelada, a temperatura ambiente) y las condiciones de la mezcla (utilización de conservantes). El investigador debe intentar recoger toda esta información, ya que puede ser importante para la intrepretación de la concentración de cianuro en la victima. Se ha comprobado que, si se añade de un 1% a 2% de floruro de sodio a la mezcla se disminuyen los cambios de concentración en la mezcla con el el tiempo.

25.2.2.5* Los niveles a los cuales el cianuro causa incapacidad estan entre 2.0 y 2.5 µg/mL, mientras que los niveles letales se encuentran a concentraciones de 3.0 µg/mL o mayores en todo el torrente sanguineo En terminos de partes por millón, una

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

exposición a 280 ppm puede causar la muertes instantanea, con 100 ppm se puede producir la muerte tras una hora de exposición. En adultos sanos, se han encontrado niveles endógenos de cianuro de menos de 0.26 mg/L, como consecuencia del metabolismo de la vitamina B12 (cianocobalamina). Por lo tanto, los niveles de cianuro que se encuentran en las víctimas de incendios son generalmente de al menos un orden de magnitud mayor (es decir, 2-3 mg / L) que el nivel normal.

25.2.2.6* Las investigaciones indican que los efectos del CO y el cianuro al menso se suman e incluso puede existir sinergia. El efecto de suma se refleja en el uso de modelo de dosis efectivas fraccionarias (por e. una dosis fraccional efectiva del 100%) que assume que si una victima tiene un 30% de COH_b (60 % de la dosís letal) y 1.2 mg/l of HCN (40 % de la dosis letal), la combinación se considera normalmente letal.

25.2.3 Otros gases tóxicos. En un incendio hay muchos que pueden causar irritación e hinchazón (edema) suficientes para interferir con la respiración. Entre los gases irritantes más comunes se encuentran el ácido clorhídrico y la acroleina. El ácido clorhídrico (HCl) se puede producir durante la combustión del cloruro de polivinilo (PVC). La acroleína se produce durante la combustión de la madera y otros productos celulósicos. El investigador debe considerar el efecto de los gases irritantes sobre la capacidad de la víctima para moverse por la zona incendiada o salir del edificio.

25.2.4 Hipertermia. Hipertemia es la condición de exceso de temperatura en el cuerpo. Las victimas expuestas a la gran cantidad de calor de un incendio, incluyendo el alto contenido de humedad, pueden sufrir incapacidad o muerte por hipertermia, especialmente si la persona esta moviemdose. El tiempo de duración y el tipo de exposición puede conducir bien a una hipertermia leve o a hipertermia aguda

25.2.4.1* La hipertermia común es el resultado de una exposición prolongada (generalmente más de 15 minutos) a ambientes con una temperatura demasiado baja para causar quemaduras. Dichas condiciones abarcan desde los 80ºC a los 120ºC (180ºF a 250ºF), dependiendo de la humedad relativa, dando lugar generalmente a un incremento de la temperatura corporal. Las altas tasas de humedad hacen difícil que el cuerpo pueda expulsar el exceso de calor gracias a la evaporación y por tanto acelera el proceso de calentamiento. Mantener la temperatura corporal por encima de los 43ºC (109ºF) suele resultar fatal en pocos minutos, a menos que se reciba tratamiento.

25.2.4.2 La hipertermia aguda involucra exposición a altas temperaturas durante cortos períodos de tiempo (menos de 15 minutos). Este tipo de hipertermia viene acompañada de quemaduras. Sin embargo, cuando se produce la muerte poco después de la exposición a fuerte calor, generalmente se considera que la causa de la muerte se debería al aumento de temperatura en la sangre, más que por quemaduras.

25.2.5* Quemaduras en la piel. Cuando la temperatura de la piel alcanza aproximadamente los 45ºC (110ºF), aparece el dolor, y un incremento adicional de la temperatura causará quemaduras. Las quemaduras pueden ser causadas por la exposición a calor de radicación, conducción o convención. Los investigadores han descubierto que la aplicación de una pieza de latón a 60ºC (140ºF) directamente sobre la piel puede causar dolor con un solo segundo de contacto, quemaduras superficiales en 10 segundos y quemaduras profundas a los 100 segundos. La ropa, especialmente la fabricada con celulosa pesada como las telas vaqueras o las lonas, puede transmitir la cantidad suficiente de calor para causar quemaduras en la piel incluso sin que la prenda muestre signos de quemaduras o carbonizaciones. Cuando la piel es expuesta a calor por convención, el dolor y la aparición de quemaduras se dan con temperaturas del aire por encima de los 120ºC (250ºF).

25.2.5.1* Cuando la radiación de calor hace crecer la temperatura de la piel, cuanto mayor sea el flujo radiante, más rápido aparecerá el daño. Por ejemplo, un radiación de 2kW/m2 causará daño después de 30 segundos de exposición, mientras que una de 10kW/m2 causará ampollas entre los 10 y los 12 segundos. *(Ver Figura 25.2.5.1)* Una radicación de calor de 20 kW/m2, típicamente asociado con el período de "flashover", es suficiente para causar la ignición de la ropa o causar quemaduras graves, e incluso la muerte, tras una breve exposición al calor. El calor radiado, capaz de causar quemaduras, puede ser reflejado por ciertos tipos de superficies. El calor puede ser transferido desde la ropa, causando quemaduras sobre la piel situada debajo, sin que tengan porque producirse daños apreciables en la ropa.

25.2.5.2 Las quemaduras producidas por productos químicos o contacto con líquidos calientes (escaldaduras) pueden no ser diferenciadas de las producidas por gases calientes o llamas.

25.2.6* Inhalacion de Gases Calientes. La inhalación de los gases calientes producidos en un incendio pueden causar heridas o muerte. Sin embargo, es dificil distinguir los efectos causados por la inhalación de gases calientes del edema y la inflamación causados por los productos irritantes existentes en el humo. Una carateristica para distinguir la causa, es que las quemaduras producidas por inhalación van acompañadas de quemaduras externas en la cara, ya que las temperaturas son lo suficientemente altas como para producer quemaduras en la piel y el pelo. Ivestigacio-

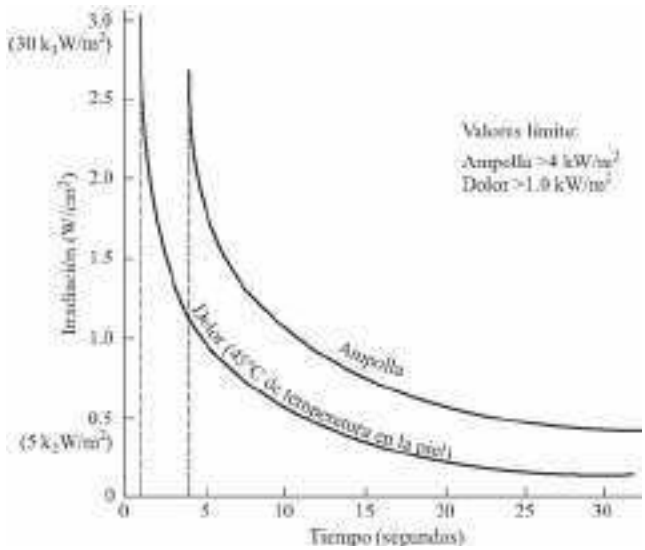


FIGURA 25.2.5.1 Diagrama que muestra el efecto del flujo calor radiante sobre la piel desnuda (Basado en Stoll y Greene, 1959).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

nes llevadas a cabo en animales mostraron que el aire seco a 350°C (662°F) y los gases ardiendo a 500°C (932°F) producjeron daños en la traquea y en la laringe, mientras que la exposición a vapor a 100°C (212°F) produjo quemaduras en el interior del pulmón.

25.2.7 Hollín y Humo. El hollín y el humo pueden contribuir a las muertes y lesiones por incendio, a través de varios mecanismos. Las partículas calientes de hollín pueden inhalarse y causar heridas térmicas que llevan a edemas en el sistema respiratorio. Las partículas de hollín también pueden tener productos químicos tóxicos y proporcionar vías de inhalación e ingestión para estas toxinas. El hollín excesivo también puede bloquear físicamente las vías aéreas, causando asfixia. Los aerosoles líquidos (nieblas) de pirólisis suelen ser ácidas, y causan edema químico, y suelen ser muy tóxicos, causando fallos sistémicos por inhalación.

25.2.8 Hipoxia. Es una situación causada por la respiración de una atmósfera empobrecida en oxígeno, la cual se produce en un incendio confinado como consecuencia natural del proceso de combustión. Hay poco efecto del ambiente empobrecido en oxígeno por debajo del 15% en el aire. Sin embargo, si la concentración de oxígeno en el aire inhalado decrece hasta el 10%, se produce un incremento gradual en la respiración, continuando con la desorientación y pérdida de criterio. Cuando la concentración del oxígeno en el ambiente se disminuye por debajo del 10%, se produce la pérdida de conciencia, y sigue una rápida parada de la respiración y la muerte. Esta situación se ve agravada por el alto nivel de dióxido de carbono en el aire, que causa un incremento sustancial en la velocidad y profundidad de la respiración. Se debería notar que ni el CO_2 ni los niveles de oxígeno se pueden medir en la sangre post-mortem, porque sus niveles comienzan a cambiar inmediatamente después de cesar la respiración.

25.2.9 Efectos subletales de la exposición por inhalación en una persona. La discusión en esta sección se limita a los efectos específicos de la exposición a concentraciones subletales de gases narcóticos [monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, con agotamiento de oxígeno del aire (hipoxia)], gases irritantes (cloruro de hidrógeno, acroleína, etc), y humo .

25.2.9.1 Gases Narcotizantes. El monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, y el aire con bajo contenido de oxígeno (que causa hipoxia) son todos gases narcótizantes. Gases que pueden causar la pérdida de la lucidez mental (intoxicación), la función mental y la capacidad psicomotora (la capacidad de llevar a cabo simples movimientos coordinados como los que se requieren para salir de un edificio). El monóxido de carbono actúa sin que el sujeto sea consciente de la magnitud de la exposición y el deterioro. La hipoxia como consecuencia de la concentración de oxígeno reducido tiene un efecto similar. Aunque que el cianuro de hidrógeno n última instancia, puede producir perdida de lucidez y de conocimiento como otros gases, los efectos de la exposición HCN son más rápidos y espectaculares. En condiciones subletales, todos estos gases reducen la capacidad de un individuo para tomar decisiones y llevar a cabo las acciones previstas.

25.2.9.2 Gases Irritantes. La presencia de gases irritantes puede alertar a las personas de la presencia de un incendio, incluso a bajas concentraciones. Debido a los aspectos desagradables de la irritación de los ojos y el tracto respiratorio, los individuos pueden darse cuenta de la existencia de un incendio mas rápido que si no existiera este efecto y puede ayudar a escapar. A medida que los efectos irritantes se vuelven más pronunciados, la irritación puede tener un impacto directo sobre la capacidad de las personas para ver y de esta manera pueden interferir con la acción de abandonar el edificio. Con posterioridad al incendio, estos gases pueden pueden producir edema pulmonar e inflamación.

25.2.9.3 Humo. Los productos visibles de combustión pueden disminuir la capacidad visual de las personas y como consecuencia reducer la velocidad de huida. Si la visibilidad se reduce mucho, puede ocurrir que las personas no usen la salida de emergencia.Esta visibilidad reducida que puede hacer que una persona abandone una salida de emergencia, depende de varios factores, incluyendo el conocimiento que la persona tenga del edificio.

25.2.10 Heridas Relacionadas con las Explsoiones. La localización y distribución de las lesiones causadas a una victima por la explosión, pueden ser útiles en la reconstrucción de los hechos. Estos resultados pueden indicar la localización y actividad de la víctima en el momento de la explosión, y puede ayudar a establecer la ubicación, orientación, energía, y la función del dispositivo o mecanismo explosivo. Las lesiones por explosiones pueden dividirse en cuatro categorias basadas en gran medida en el efecto de la explosión que las causó: presión de la explosión, la metralla, calor y sísmica

25.2.10.1 Lesiones por Onda Expansiva. El efecto de conmoción sobre una víctima puede causar lesiones internas en diversos órganos y sistemas del cuerpo tales como el tracto gastrointestinal, pulmones, oídos, y los vasos sanguíneos.

25.2.10.1.1 Con frecuencia, la onda explosiva es lo suficientemente fuerte como para mover violentamente o incluso propulsar a la víctima contra objetos sólidos, o por el contrario puede mover violentamente o propulsar objetos sólidos grandes (paredes, puertas, etc) contra las víctimas. Estas acciones pueden causar lesiones internas, traumatismos, fracturas, laceraciones, amputaciones, contusiones y abrasiones.

25.2.10.1.2 La suciedad, arena, el polvo y otras partículas finas pueden ser disparados contra la piel sin protección, causando un tipo de lesión comúnmente llamada tatuaje.

25.2.10.1.3 En el caso de detonaciones, la onda explosiva puede causar amputaciones violentas o desmembramiento del cuerpo. Las partes del cuerpo o de la ropa pueden ser lanzados a grandes distancias y deben buscarse y ser documentados.

25.2.10.2 Heridas por Metralla. La metralla (fragmentos sólidos) que viaja a altas velocidades desde el epicentro de la explosión puede causar amputaciones, desmembramientos, laceraciones o perforaciones semejantes a las heridas de arma blanca, traumatismos localizados así como huesos rotos y machacados, y daño en los tejidos blandos.Los hematomas, abrasiones y laceraciones provocadas por el impacto de la metralla se conocen como cuerpo punteado.

25.2.10.3 Lesiones Térmicas. Las lesiones térmicas asociadas a los frentes de llama asociados a explosiones (y no a los fuegos siguientes, que acompañan a menudo a explosiones de bajo nivel) son por lo general quemaduras de primer y segundo grado, debido a su corta duración. También, aunque con menor frecuencia, puden aparecer quemaduras de tercer grado. Estas quemaduras pueden ser fatales. La exposición breve a un frente de llama de alta temperatura en expansión provoca quemaduras en las su-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

perficies de piel expuestas. A menudo, incluso una fina capa de la ropa puede proteger la piel subyacente de una lesión. La ropá fabricada con material sintético a puede fundirse al exponerse a las llamas de las deflagraciones, mientras que la ropa de algodón se quema. Con frecuencia, las lesiones por quemaduras se pueden localizar en el lado del cuerpo expuesto al frente de llama en expansiónque se enfrenta el frente de llama en expansión. Esto puede ser utilizado por el investigador para averiguar la trayectoria del la radiación, la llama o la explosión.

25.2.10.4 Daños Producidos por el Colapso del Edificio. La manifestación más peligrosa de los efectos sísmicos de las explosiones es el colapso de los edificios y sus elementos estructurales. Las heridas y muertes resultants son similares a las que se pueden encontrar en un edificio afectado por la onda expansiva de una explosión. El colapso de un edificio puede causar daños internos, laceraciones, fracturas, amputaciones contusiones y abrasiones.

25.3* Consumo de Cuerpo por el Fuego. El investigador debe tener en cuenta que en algunos casos, el cuerpo es parte del combustible en una habitación en llamas. Por esto, las marcas de la combustión del cuerpo y su posible consumción, han de considerarse dentro del contexto total de escenario y no de forma aislada. La exposicón al fuego produce una progression de efectos sobre el cuerpo y sus diferentes componentes, que pueden predecirse. El cuerpo reacciona ante el calor y las partes del cuerpo generan una respuesta predecible debido a la contracción o destrucción de los musculos y ligamentos. Además de la ropa, hay cuatro componentes combustibles en el cuerpo; piel, grasa, musculo y hueso. La diferencia más importante entre ellos es el contenido de humedad.

25.3.1 Piel. La piel como respuesta al calor, cambia de color, forma ampollas, se deshidrata y se cuartea. El cuarteado de la piesl no se extiende al músculo, pero déjà expuesta la capa de grasa subyacente. La pies no es un buen combustible, perdo puede arder bien cuando se deshidrata y se expone a suficiente calor.

25.3.2 Músculo. Durante la exposición al fuego, el tejido muscular se contrae debido a la deshidratación. Esta contracción provoca la flexión. La flexión se produce en los dedos, manos, muñecas, codos, hombros, dedos de los pies, los tobillos, las rodillas y las caderas. Esta flexión puede producir la llamada actitud o postura pugilística. La postura en cuclillas con los brazos, las piernas y los dedos flexionados no es el resultado de una actividad física previa al incendio (por ejemplo, la legítima defensa o escape), sino un resultado directo del fuego. Las fracturas de huesos pueden ser resultado de la contracción del músculo o de una alta exposición directa al calor y las llamas. El tejido muscular no es un buen combustible, pero se quemará cuando se deshidrata y se expone a calor suficiente.

25.3.3 Huesos. Cuando se calienta, el hueso vivo se reduce, se fractura y cambia de color. Aunque la degradación de la superficie toma una forma escamosa o en polvo, no forma con facilidad óxido de calcio. Los huesos dañados pueden ser frágiles y pueden romperse durante la recuperación y el transporte del cuerpo. Si bien no es fácilmente combustible, el hueso se suma a la carga de combustible mediante el suministro de médula ósea y tejido. El cráneo se puede fracturar (normalmente a lo largo de las líneas de sutura) o se desintegrarse cuando se calienta. En los cuerpos significativamente quemados, es común ver el consumo de las extremidades y el consumo parcial o completo de la tapa del cráneo.

25.3.4 Grasa. La grasa animal tiene un calor de combustión (ΔHc) de más de 30 MJ / kg. Se puede deshidratar por la aplicación de una llama no muy intensa, y luego se funde o se transforme para mantener la combustión. Los cuerpos humanos no sufren combustión espontánea. En ciertas condiciones, la grasa de un cuerpo puede sostener un fuego con llamas pequeñas pero persistentes. Si la grasa corporal es absorbida las fibras de carbono de la tapicería, prendas de vestir, ropa de cama, o alfombra, las llamas puede mantenerse por capilaridad de la grasa en el material como ocurre en una lampara de aceite. Las llamas provocan la deshidratación y la combustión de los tejidos musculares y órganos internos y reducen los huesos a una masa escamosa al cabo de un período de varias horas. El fuego es tan pequeño que no puede inflamar otros combustibles inflamables cercanos por calor radiante o convección. El resultado final es un cuerpo con más quemado en la zona donde se encuentra la grasa del cuerpo (el torso y los muslos), dejando muy amenudo las piernas, los brazos, relativamente poco quemados.

25.4 Cambios Postmortem. El cuerpo muerto experimenta cambios físicos como reacción a la exposición al calor y la muerte. Los cambios físicos postmortem que puede encontrar el investigador son lividez y rigor mortis.

25.4.1 Lividez. Después de la muerte, la circulación de la sangre a través de los vasos y capilares cesa y la sangre comienza a acumularse, debido a la gravedad, en las partes más bajas del cuerpo. Este proceso se produce en un período de horas. La sedimentación de la sangre produce una coloración púrpura o roja en los tejidos, llamada lividez o mortis livor. En las primeras horas después de la muerte, si el cuerpo se mueve y altera su posición, la lividez desaparece y se forma en una zona nueva. Después de 6 a 9 horas, lividez se fija y no cambia aunque se mueva el cuerpo. Las áreas de lividez pueden aparecer de color rojo si la víctima murió con un nivel de COHb significativo, debido al color rojo brillante de la sangre con una alta saturación de COHb. La presencia, ausencia, y el patrón de áreas de lividez puede ayudar a establecer la posición del cuerpo después de la muerte y puede revelar si se ha movido o cambiado de posición después de la muerte.

25.4.2 Rigor Mortis. Durante un período de horas después de la muerte, se producen cambios químicos en el tejido muscular y de las articulaciones que causan su agarrotamiento. Esto se llama rigor mortis. Comienza por las manos y los pies, y pasa de manera progresivaa la totalidad de las extremidades, torso y cabeza. Su aparición depende de la temperatura del cuerpo (y su entorno) y de la actividad física de la víctima justo antes de la muerte. Pasadas 12 a 24 horas, el rigor pasa, dejando las articulaciones y los músculos flexibles. La pérdida de rigor pasa de las extremidades al torso y la cabeza en un período de varias horas. Una actividad muscular alta justo antes de la muerte y las altas temperaturas ambientales pueden acelerar la aparición (y con frecuencia la pérdida) de rigor. Los patólogos forenesevexperimentados pueden utilizar el inicio progresivo y pérdida de rigor para ayudar a establecer una hora aproximada de la muerte. La rigidez (y contracción) de los músculos causada por la exposición al fuego no es igual que el rigor mortis y no se pasa con el tiempo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

25.5 Investigacion de Escenarios de Incendios con Victimas. Hay un número de consideraciones que hay que tener en cuenta antes comenzar la investigación de un incendio con victimas. La planificación previa para asegurar que los procedimientos que se siguen durante la investigación son adecuados, puede tener un impacto significativo en la duración y el éxito de la investigación. La notificación, documentación de la escena, y la recuperación del cuerpo son aspectos importantes de la investigación de incendios con victimas. La colaboración con el departamento de bomberos y la comunidad médica forense es esencial para asegurar que la investigación se lleva a cabo correctamente y que todos los datos sobre lo ocurrido y las pruebas están protegidos y seguros.

25.5.1 Notificación. En la investigacion de una muerte, hay requisitos legales y de procedimiento para notificar a las autoridades, incluida la policía, médico forense, y el laboratorio forense. Estos procedimientos pueden variar de una jurisdicción a otra, y pueden implicar tanto a los organismos civiles y penales. Es responsabilidad del investigador conocer estos requisitos antes de comenzar su investigación.

25.5.2 El Departamento de Bomberos. En el proceso de extinción de un incendio, pueden modificarse evidencias muy valiosas. El personal de extinción de incendios debe ser consciente de que el uso de mangueras con boquilla de chorro lleno u otras configuraciones de las boquillas, pueden afectar a evidencias frágiles como por ejemplo un cuerpo muy quemado. Tan pronto como se descubre la presencia de un cuerpo, y se determina que la víctima está más allá de la asistencia médica, el departamento de bomberos no se debe mover el cuerpo. Se podría pensar que es una ventaja retirar el cuerpo de modo que las operaciones no se vean obstaculizadas, pero es beneficioso para la investigación de la muerte por incendio, si el cuerpo se deja en su lugar hasta que pueda ser debidamente documentado y examinado. Hay que hacer el máximo esfuerzo para reducir al mínimo las operaciones de lucha contra incendios en las proximidades de la víctima, incluyendo el paso de personas, mangueras y equipos Sin embargo, si hay alguna posibilidad de reanimación, la supervivencia de la víctima debe ser prioritaria. Sólo en condiciones de emergencia graves, tales como el colapso inminente del edificio o un incnedio incontrolable en los alrededores, puede forzar la retirada prematura del cuerpo.

25.5.3 Investigación en Equipo. La adecuada investigación de una muerte es un trabajo de equipo, y puede implicar al investigador, al detective de homicidios, y al médico forense. Todas las partes deben estar preparadas para trabajar juntas y así asegurarse de que se recuperan todas las pruebas críticas, tanto si la muerte es accidental como si no lo es. Si hay indicios de actuación criminal o el cuerpo esta muy quemado, el investigador puede necesitar la especial de un criminalista (forense) con experiencia en trabajo de campo, un odontólogo forense, o un antropólogo forense.

25.5.4 Seguridad. La investigación de una muerte incluye trabajos junto a y con un cadaver, en un esceneario posiblemente contaminado por el cuerpo. Los cuerpos quemados pueden estar en una condicion tal que expone al escenario a los investigadores a partes y fluidos del cuerpo Los investigadores han de tomar las precauciones adecuadas para tratar con un posible riesgo biológico. El investigador debe estar atento a los especiales requisitos de un escenario con riesgo biológicos, e incluir equipo de protección personal adecuado, procesos de descontaminación, procesos de eliminación y marcado de todas aquellas pruebas que se pueda considerar como un un riesgo biológico.

25.5.5 Documentación del Lugar. En cuanto las condiciones lo permitan, hay que fotografiar el cuerpo a las partes del cuerpo y sus alrededores. Las grabaciones en video o las fotos instantaneas pueden no dar los detalles adecuados pero se pueden usar como un suplemento. Si por razones de urgencia se ha de mover el cuerpo, unas pocas fotografias pueden marcar la diferencia entre una investigación correcta o un fracaso. Los patrones del incendio o los efectos de la explosión en las ropas y en el cuerpo pueden ser una prueba importante. Hay que tomar fotografias de todas las partes expuestas del cuerpo antes de que se retiren los escombros, y también durante el proceso de investigación y retirada de los escombros. El cuerpo ha de fotografiarse durente el proceso de moverlo, para identificar cambios que se hayan producido durante el proceso. En este caso la grabación en video puede ser de ayuda. El cuerpo ha de fotografiarse también dentro de la bolsa. Una vez que el cuerpo ha sido retirado, se ha de fotografiar el lugar en el cual estaba. La retirada de la ropa es preferible realizarla en el examen posterior a su traslado de la escena, durante al autopsia. Si es preciso retirar la ropa en el lugar para conservar la evidencia, debido p.e a la presencia de líquidos inflamables, se han de tomar fotos del cuerpo antes y despues de quitarle la ropa.

25.5.5.1 Los diagramas y bocetos pueden complementar las fotos. Las medidas y los bocetos han de realizarse antes de retirar el cuerpo. Los diagramas pueden mostrar detalles ocultos. Pueden registrar las dimensiones de las características de la escena y pueden documentar las distancias entre el cuerpo (y sus extremidades) y los muebles, paredes, puertas, ventanas y otros objetos (*ver figura 25.5.5.1*). El el diagrama se debe marcar el contorno de cuerpo, que también se ha de marcar en el suelo, con tiza, cintas o cuerdas, de forma que pueda ser identificado en etapas posteriores de la investigación.

25.5.5.2 El cuerpo es la única pieza en la escena del incendio para la cual, la posición final puede ser radicalmente diferente a su posición al comienzo del incendio. Mientras que muchos objetos afectados por el incendio pueden cambiar de sitio debido al derrumbamiento o a la actividad de supresión del incendio, sólo la persona tiene la capacidad de moverse activamente durante el incendio. La víctima pudo haber participado en el inicio del fuego, huir de la escena, participar en la actividad de extinción, rescate o buscar protección contra el fuego. Puede haber evidencia relacionada con la actividad de la víctima y debe resistrase este movimiento en el boceto. A menudo, la deposición de hollín en el recinto puede proporcionar una indicación de la ruta de la víctima o de las acciones antes de sucumbir. Hay que examinar puertas, ventanas y paredes para buscar huellas, marcas de uñas, fragmentos de ropa, sangre, piel desprendida o indicaciones de la situación inicial de la víctima y el movimiento posterior. El investigador debe tener cuidado, sin embargo, ya que las marcas en las paredes pueden ser resultado de las operaciones de busqueda llevadas a cabo por los bomberos

25.5.6 Documentación de la Victima. La situación, distribución y grado de las quemaduras y otras heridas se ha de marcar en el dia-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

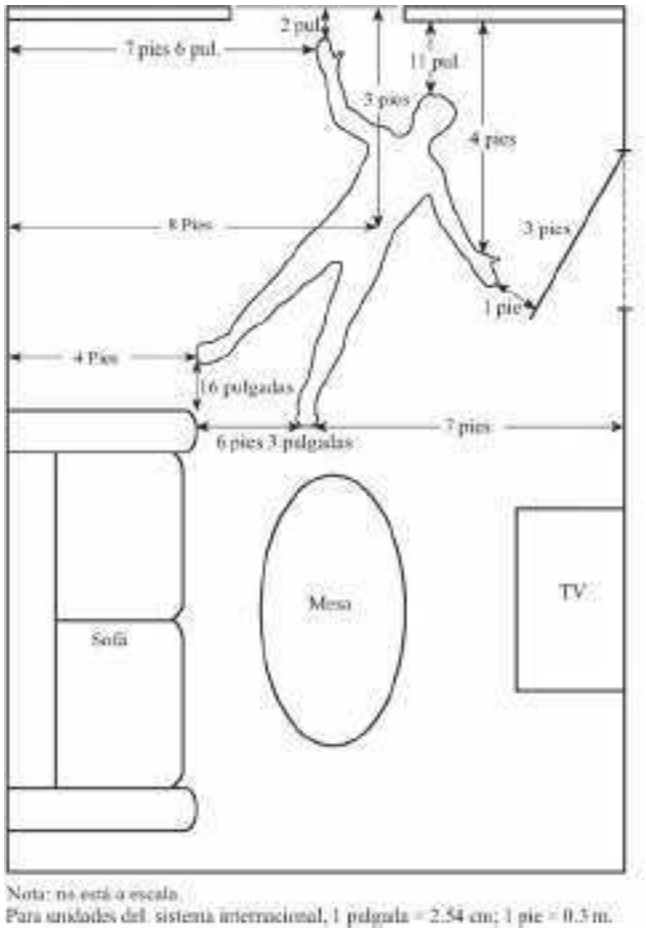


FIGURA 25.5.5.1 Boceto mostrando la situación del cuerpo en relación con la habitación y el mobiliario.

grama del cuerpo tal y como se muestra en la Figura A.16.3.2(b) Lugar de la muerte. La documentación sobre el patron de las quemaduras puede ayudar al investigador a determinar las actividades de la victima y su situación durante el incendio. Hay que documentar la presencia en el cuerpo de daños traumaticos, y heridas tales como disparos, fracturas, golpes y heridas de arma blanca. El examen detallado de los traumatismos y las heridas se realiza en la autopsia.

25.5.7 Recuperación de los cuerpos y las pruebas. En un incendio con victimas, la búsqueda de pruebas tiende a centrarse en el cuerpo. Las pruebas principales suelen recuperarse dentro del alcance del brazo del cadaver. El cuerpo es un punto de referencia adecuado, pero se debe recordar que las pruebas pueden estar en otras zonas proximas, por lo que hay que llevar a cabo una busqueda cuidadosa en toda la habitación o zona. Para ayudar en la búsqueda, el área puede dividirse en sectores. Para ello se puede crear una red mallada tal y como se indica en la Figura 25.5.7. Se ha de documentar la busqueda de cada sector y las pruebas encontradas en él La geometría de la escena puede determinar el sistema de red. Otros métodos de búsqueda incluyen registros corporales o por áreas. Independientemente del método utilizado, las áreas de búsqueda asignadas deben superponerse para asegurar una cobertura completa.

25.5.7.1 Secuencia de Capas en los Escombros. La secuencia de acontecimientos que llevó a la muerte, el incendio o la explosion, puede encontrase en la secuencia de capas de los escombros (techo, muebles, cuerpo, alfombra, suelo etc.) e identificando donde ocurrio el daño debido al fuego. Un cuerpo no quemado en un sofa sin arder bajo un techo que ha colapsadoe es bastante diferente a un cuerpo quemado en un sofa quemado bajo un techo que ha colapsado.

25.5.7.2 Cribado de los Escombros. La búsqueda se realiza en las capas de desechos tal como se encuentran en la escena. Los escombros de cada sector se pueden trasladar a un lugar en el cual, otras personas, pueden hacer una búsqueda detallada, pasandolos a traves de tamizes de diferente tamaño. Los tamaños más corrientes son 1 cm, 0,50 cm, 0,25 cm. La escena debe ser fotográfiada durante cada fase de la remoción de la capa.

25.5.7.3 Retirada del Cuerpo. Examinar los desechos en el camino hasta el cuerpo y alrededor de éste antes de retirarlo, puede ayudar a evitar la destrucción de pruebas potenciales durante la retirada del cuerpo. Cuando se retire el cuerpo, ha



FIGURA 25.5.7 Ejemplo de una habitación que ha sido dividida en sectores.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de colocarse en una bolsa nueva y precintable. Todos los desechos asociados con o adheridos al cuerpo, han de transportarse en la bolsa y conservarse para buscar marcas, productos volatiles, armas, proyectiles o cosa por el estilo. La zona bajo el cuerpo ha de examinarse de forma cuidadosa para evitar que se pierda algo que pueda haber caido del cuerpo al moverle. Cualquier evidencia que caiga del cuerpo, excepto partes del cuerpo, que se deben colocar en la misma bolsa, ha de guardarse en contenedores apropiados.

25.5.7.4 Ropa de la Victima. En los casos en que se sospeche la auto-inmolación de la víctima o si ésta fue expuesta a un líquido inflamable, el investigador debe conservar la ropa de la víctima. En los casos en que se haya transportado a la víctima al hospital, el investigador debe notificar al personal del hospital que toda la ropa debe conservarse como evidencia. La recogida de la ropa debe realizadarse tan pronto como sea posible después de la retirada del cadaver. En los casos en que en la ropa puedan estar presentes líquidos inflamables o combustibles, han de seguirse los procedimientos adecuados de almacenamiento de pruebas.

25.5.8 Recogida de Otras Evidencias Físicas. Hay otros tipos de evidencias físicas que hay que considerar.

25.5.8.1 Siempre que sea posible, el investigador debe estar presente cuando se realice el examen post-mortem (autopsia). Esto ayudará a asegurar una completa documentación, que pueden incluir lesiones, inhalación de humo y toxicología. Además, el investigador puede ser capaz de responder a las preguntas que surjan durante el examen. Los patólogos y médicos forenses pueden tener un conocimiento limitado de la química del fuego, la dinámica del fuego, o efectos de la explosión. En tales casos, el investigador puede aconsejar en cuanto a condiciones de fuego en la proximidad del cuerpo. El investigador debe asegurarse de que evidencias física como objetos extraños, incluyendo balas, casquillos, restos de explosivos, cuchillos y otras armas encontradas en el cuerpo, así como fluidos corporales, huellas dactilares registradas y registros dentales, se han recogido, conservado y analizado de forma adecuada.

25.5.8.2* Los animals que mueren en un incendio pueden suminstrar una información muy valiosa.Los examenes postmortem que se realizan a los humanos, también pueden hacerse a los animales.

25.6 Investigación de Escenarios con Heridos. Las lesiones sufridas por una persona expuesta a un incendio pueden constituir una evidencia física importante. Las lesiones por quemaduras pueden producir la muerte horas, días o incluso semanas después del hecho. Muchas de las técnicas de investigación discutidos en Sección 23.3 también se aplican a una escena de fuego con lesiones, sin embargo hay otras consideraciones a hacer en la investigación de incendios en las cuales los ocupantes resultaron heridos.

25.6.1* Leyes sobre Notificacion de Accidentes. Muchas jurisdicciones han creado leyes que obligan al personal de emergencia o medico a informar a la policia o a los bomberos, cuando tratan a una persona que ha sufrido quemaduras importantes. Estas leyes se basan en las que requieren la información sobre heridas de bala, y han demostrado ser bastante eficaces para identificar a las victimas de as altos o abusos y a los incendiarios que sufren quemaduras durante la comisión del delito.

25.6.2 Documentación de la Escena. Los heridos graves pueden no ser capaces de duministrar declaraciones sobre lo que han observado hasta despues de semanas o meses del incendio. Sin embargo, es importante recoger información sobre la situación del ocupante dentro del edificio durante el fuego a partir de indicadores dentro de éste

25.6.2.1 A pesar de que la persona lesionada haya sido retirada, las marcas de hollín, las huellas de calor, y las áreas protegidas pueden permanecer todavía en el área en la cual se encontro la persona. Hay que hacer bocetos y diagramas, asi como tomar fotografias de cualquier zoan en la cual existan marcas de hollín. El área ha de ser representada de forma esquemática como si el cuerpo estuviera aún en ella.

25.6.2.2 La situación de la persona herida en el momento de ser descubierta puede no ser la misma situación en la cual estuvo durante todo el incidente. Se debería examinar la escena y buscar pruebas sobre la situación de la victima antes del fuego y sus movimientos durante éste. Estas pruebas pueden incluir cosas tales como fragmentos de ropa quemados, sangre o incluso restos de piel quemada. Todos ellos deben documentarse con fotografias y medidas para la realización de diagramas.

25.6.3 Información sobre la Victima. La información ha de incluir esquemas de la distribución de las quemaduras y fotografias. Las fotos han de tomarse lo mas pronto posible, preferiblemente antes de que sean tratadas en el traslado. El tratamiento medico y la curación afectan a la apariencia; asi pues, las fotos tomadas durante el proceso de cura pueden ser difíciles de interpretar.. La retirada de tejido cicatricial formado sobre las quemaduras durante la cura, los injertos de piel y las incisions hechas para aliviar la presión y dar flexibilidad, pueden hacer que las áreas quemadas puedan tener un especto diferente (mejor o pero) que las quemaduras originales.

25.6.4 Secuencia de Actividades de la Victima. Además de desarrolar una cronología del incendiary, el investigador debe desarrolar una secuencia de actividades de la victima. Esta secuencia ha de incluir, el momento en el cual fue descubierta, cuando fué retirada del escenario, cuando comenzo su transporte y cuando llegó al hospital. El investigador ha de intentar conseguir, si es posible, la información relacionada con el tipo de tratamiento recibido durante el transporte hasta el hospital. La información sobre este tratamiento debe incluir el momento y el tipo de medicinas administradas, el momento y tipo de tratamiento de oxigenoterápia y el momento y el tipo de muestras toxicológicas y demas ensayos realizados. Ver secuencias de tiempo en el capítulo sobre Análisis de fallos y herramientas para el análisis.

25.6.5 Evidencias Físicas. La ropa de personas heridas en incendios o explosiones suele ser retirada de cuerpo por el personal de emergencia o por el personal de urgencias y ser desechada. La ropa, incluyendo ropa exterior, ropa interior, zapatos y calcetines, deben recogerse y conservarse. Si se sospecha de la presencia de líquidos combsutibles o explosivos, puede haber residuos presentes en las prendas. La ropa ha de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

recogerse y conservarse de acuerdo con la información proporcionada en los capítulos dedicados a Pruebas Físicas e Investigación de Incendios y Explosión Investigación, para su posterior análisis.

25.7 Muertos y Heridos en Explosiones. La documentación de los incidentes de explosiones con heridos y/o muertos require el uso de las mismas técnicas discutidas en las Secciones 25.4 y 25.5 mas algunas consideraciones adicionales. Cuando examina victimas de explosiones, el investigador ha de tener mucho cuidado y analizar las partes del cuerpo, la ropa y desechos asociados, para registralo y conservar las pruebas tales como ropa u otros objetos extraños que encuentre.

25.7.1 Recogida de Pruebas Físicas de las Explosiones. Las pruebas físicas de una explosión van mas alla del propio cuerpo, tales evidencias pueden ser visibles a simple vista (p.e. gotas de sangre) o ser microscópicas (p.e. cabellos o fibras). Las pruebas pueden encontrarse en la ropa o en los muebles. Todas lo que pueda parecer metralla se ha de recoger, no importa cual sea su tamaño o su apariencia sea ignificante, ya que la importancia del objeto no puede determinarse hasta que se haya examinado en el laboratorio

25.7.1.1 Como en el caso de las heridas producidas por un incendio, la ropa de las personas heridas en una explosion, suele ser retirada de cuerpo por el personal de emergencia o por el personal de urgencias y ser desechada. La ropa, incluyendo ropa exterior, ropa interior, zapatos y calcetines, deben recogerse y conservarse. Esta ropa puede contener residuos de explosivos, metralla o marcas de metralla. Las ropas pueden indicar cual era la actividad de la persona en el momento de la explosión. La ropa debe recogerse y guardarse para posteriores análisis de acuerdo con indicado en los capitulos de Pruebas Físicas y Explosiones.

25.8 Investigación Posterior de las Heridas.

25.8.1 Quemaduras. Las pruebas de las quemaduras se registran en los informes medicos que han de ser familiars para el investigador.

25.8.1.1* Grado de las Quemaduras. El grado de las quemaduras describe la profundidad y la gravedad de las heridas como sigue:Degree of burn describes the depth and seriousness of injury as follows:

(1) Primer grado: enrojecimiento de la piel (como quemauras por el sol)
(2) Segundo grado: Aparición de ampollas
(3) Tercer grado: Daño de la piel en todo su espesor
(4) Cuarto grado: daño en el tejido subyacente, carbonización.

Otras formas alternativas de describer el daño de las quemaduras son, superficiales, parciales o profundas

25.8.1.2 Área del Cuerpo (Distribución). Las quemaduras producidas en el cuerpo se evalúan en la comunidad médica recurriendo a la "regla de los nueves", en la cual las áreas más grandes del cuerpo se representan por medio de incrementos del 9%. El cuerpo humano adulto se representa de la siguiente manera:

(1) Cabeza, 9%
(2) Pecho, 18%
(3) Espalda, 18%
(4) Brazo derecho, 9%
(5) Brazo izquierdo, 9%
(6) Pierna derecho, 18%
(7) Pierna izquierda, 18%
(8) Genitales, 1%

La relación área del cuerpo/superficie del cuerpo de los niños es diferente a la de los adultos, específicamente en lo que se refiere a la cabeza y a las extremidades inferiores. La cabeza de un niño representaría un 18% del total de la superficie del cuerpo mientras que la pierna derecha o izquierda del niño puede representar cada una un 13.5% del total de la superficie del cuerpo. El resto de partes del cuerpo de un niño (pecho, espalda, etc.) tienen la misma superficie que en los adultos.

25.8.1.3 En la tabla 25.8.1.3 hay una distribución más precisa de la superficie de piel en el área del cuerpo, que refleja las proporciones reales del cuerpo, y que se utiliza en muchas ocasiones.

25.8.1.4 El área quemada total del cuerpo muchas veces es un indicador de la posibilidad de supervivencia, como se indica en la figura 25.8.1.4. Que la víctima sobreviva o no puede obligar a posteriores investigaciones. Esta figura se puede utilizar para valorar la probabilidad de supervivencia.

25.8.2 Pruebas Médicas (Inhalación). Como las pruebas médicas referidas a las quemaduras en la piel, las pruebas médicas relativas a la exposición por inhalación a gases tóxicos y calor, puede proporcionar al investigador importante información para comprender tanto las acciones del herido como el ambiente del incendio al que estuvo expuesto.

25.8.3 Pruebas Realizadas en el Hospital. Documentacion. Nomalmente, cuando llega al hospital un paciente con heridas relacionadas con un incendio, se le toma una muestra de sangre para analizar el pordentaje de saturación de carboxihemoglobina (porcentaje de COH_b), concentración de HCN, nivel de alcohol

Tabla 25.8.1.3 Porcentaje del Área Superficial del Cuerpo

Parte del cuerpo	Bebé	Niño	Adulto
Parte delantera de la cabeza	9.5	8.5	3.5
Parte trasera de la cabeza	9.5	8.5	3.5
Parte delantera del cuello	1.0	1.0	1.0
Parte trasera del cuello	1.0	1.0	1.0
Pecho y abdomen	13.0	13.0	13.0
Genitales	1.0	1.0	1.0
Espalda y nalgas	17.0	17.0	17.0
Parte delantera de brazos y manos	4.25	4.25	4.75
Parte trasera de brazos y manos	4.25	4.25	4.75
Parte delantera de piernas y pies	6.25	6.75	10.0
Parte trasera de piernas y pies	6.25	6.75	10.0

Bebe = hasta los 4 años; Niño = de 5 a 10 años; Adulto = más de 11 años.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Area del cuerpo quemada (%)	Edad (años)																
	0–4	5–9	10–14	15–19	20–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79	80 +
93+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
88–92	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
83–87	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
78–82	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73–77	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1
68–72	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1
63–67	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1
58–62	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1	1	1	1	1
53–57	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1	1	1	1	1
48–52	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1	1	1
43–47	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1	1	1
38–42	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1	1
33–37	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1	1
28–32	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1	1
23–27	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1
18–22	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9
13–17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7
8–12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
3–7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
0–2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2

1 = 100% mortalidad; 0.1 = 10% mortalidad (de Bull, 1979).

FIGURE 25.8.1.4 Mortalidad por Porcentaje de Cuerpo Quemado y Edad

en sangre, drogas y pH de la sangre, para hacer un diagnostico y comenzar el tratamiento. Estos análisis pueden ser nuy valiosos a la hora de determinar las condiciones del individuo en la escena del fuego y el ambienta al cual estuvo expuesto. En particular, el porcentaje de COH_b es un indicador muy valioso. Sin embargo, dado que el porcentaje de COHb comienza a disminuir tan pronto como la persona se retira de la zona del incendio, es importante que la muestra de sangre se tome lo antes posible.

25.8.3.1 La tasa de eliminación del CO del cuerpo depende de la concentración de oxigeno del aire que se inhala. La vida media del CO en supervicientes se describe como el periodo de tiempo en el cual la cantidad de CO en la sangre disminuye hasta la mitad del valor original Los valores publicados para la vida media del CO cuando se inhala aire (con aproximadamente un 21 por ciento de O_2) es de 3–5 horas. La vida media con terapias realizadas con oxigeno puropueden variar entre 45 a 90 minutos. Al igual que durante la captación, la tasa de eliminación depende del nivel de actividad de la persona. Dado que el tratamiento y el tiempo pueden reducir de forma significativa el porcentaje de COH_b, el tiempo transcurrido desde la exposición al fuego y la toma de muestras para el análisis de sangre y el tratamiento de la persona con oxigeno en la ambulancia y en el hospital previos a la toma de la muestra es una información importante que el investigador debe determinar. Los registros del hospital pueden suministrar información que incluya los resultados de las multiples medidas del nivel de COH_b tomadas al paciente a lo largo del tiempo. En estos casos, se puede calcular la vida media real específica de COH_b para este paciente si existe docuemnatción fiable sobre las horas a las cuales se tomaron las muestras.

25.8.3.2 Otra información importante para el investigador es la condicion de las vias respiratorias. La presencia de hollín o daños por calor en las vias respiratorias superiors da información acerca del ambiente existente durante el incendiao al cual estuvo expuesto el individuo. El edema pulmonary y la inflamación pueden ser prueba de la exposición a gases irritantes.

25.8.4 Acceso a Pruebas Médicas. El investigador ha de ser consciente de la legislación existente relacionada con la confidencialidad de los registros medicos, y de los métodos adecuados para obtener la información salvaguardando la confidencialidad.

25.9* Examen Patológico y Toxicológico de la Muerte por Causa de un Incendio. Cada vez que ocurre una muerte como consecuencia de un incendio, ya sea de forma inmediata on tiempo despues de éste, se ha de realizar un examen patológico y toxicologico de la victima.

25.9.1 Juez de Instrucción o Medico Forense. El análisis realizado por el medico forense puede suministrar datos valiosos que sirvan de ayuda al investigado de un incendiary o explosión. Desafortunadamente no hay un procedimiento estandar para la realización de autopsias; por lo tanto therefore, el contenido del examén patológico y toxicologico y la cantidad de datos que incluye y que puedan ayudar al investigador, varian de una jurisdicción a otra. El medico forense puede no tener conocimiento de cual es la información mas adecuada par alas necesidades del investigador. Por lo tanto, el investigador debe solicitar que se análicen y recogan durante la autopsia, todos los datos y pruebas relacionados especificamente con el fuego.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

25.9.1.1 El médico forense tiene la tarea de determinar la causa y la forma de la muerte de la víctima. La causa de la muerte se puede definir como el evento, lesión o enfermedad que causó la secuencia de cambios que finalmente provocaron la muerte. Ejemplos de causas de muerte incluyen la inhalación de humo, quemadura (incineración), herida de bala, trauma (explosión, colapso estructural), pero puede ser un ataque al corazón o enfermedad (crónica o aguda). La forma de la muerte describe el curso general de los acontecimientos o circunstancias que llevaron a la causa de la muerte (accidental, homicidio, suicidio, natural o indeterminada).

25.9.1.2 El investigador debe estar familiarizado con el sistema médico forense en su comunidad, por ejemplo, juez de instrucción o médico forense. El nivel educativo y el nivel de formación de los investigadores forenses varían mucho de una jurisdicción a otra. En un sistema de juez de instrucción, el investigador no es necesario que sea un médico y es elegido o nombrado para el cargo por una entidad gubernamental. En la mayoría de los sistemas con médico forense, el investigador debe ser un médico, generalmente un patólogo, y es nombrado para el cargo por el departamento de salud. Además, el laboratorio toxicológico puede tener un equipo y unas posibilidades técnicas de análisis limitados y a veces es necesario enviar las muestras para realizar las preubas de ciertas sustancias tóxicas a otros laboratorios.

25.9.1.3 El investigador debe hacer hincapié al médico forense sobre la importancia de realizar una autopsia completa. En el caso de victimas de incendios, una autopsia completa debe incluir una inspección detallada del sistema respiratorio y la recogida de muestras biológicas de los diversos órganos en el caso de que las mediciones toxicológicas específicas de ellos o sean necesario duplicar las pruebas. En caso de que una autopsia completa no sea posible o factible, se han de realizar como mínimo análisis toxicologicos de la sangre y los tejidos de la victima. Por otra parte, como mínimo, hay que documentar las zonas quemasdas de la victima y su gravedad (por ejemplo, quemaduras de 2 º grado en el 10 por ciento de abdomen). El análisis toxicológico de la muestra de la víctima se debe realizar lo más pronto posible tras la muerte y la recogida y debe incluir la cuantificación de monóxido de carbono, los niveles de cianuro, el alcohol y las drogas.

25.9.1.4 Recogida de evidencias físicas. Siempre que sea posible, el investigador debe estar presente mientras se realiza la autopsia, no solo para asegurarse de que se hacen las onservaciones adecuadas sino también para estar a disposición del forense y contester cualquier pregunta que pueda surgir durante la autopsia. Los patologos y los forenses pueden tener un conocimiento limitado sobre la quícica del fuego, su dinámica o los efectos de las explosiones. En este caso, el investigador puede aconsejar en cuanro a las condiciones del incendio en las proximidades de la victima. El investigador ha de asegurarse de que se recogen, guardan y analizan de forma adecuada todas las evidencias físicas tales como, balas, casquillos, residuos explosivos, armas blancas y otras armas encontradas junto al cuerpo, asi como los fluidos del cuerpo, huellas digitales y registros dentales. Los equipos de alarma, como por ejemplo detectores de humos, han de conservarse como prueba.

25.9.2 Identificación de los Restos. Hay un número de asuntos importantes a los cuales ha de enfrentarse el investigador que investiga una muerte relacionada con un incendio o explosion. Eetos pueden incluir la identificación de los restos, la identificación de la victima, la causa y la forma de la muerte, la actividad de la victima durante el incendio y los cambios sufridos postmortem. Aunque la causa y la forma de la muerte sera, en ultima instancia determinada por el medico forense, en algunas jurisdicciones, la identificación de la victima puede ser responsabilidad del investigador.

25.9.2.1 Restos Humanos vs Restos Animales. En un cuerpo muy dañado, puede ser dificil determinar si los restos son humanos o animals. Algunos animales, tales como cerdosSome animals, such as pigs, venados o, incluso perros de gran tamaño, tienen la misma masa corporal que un humano adulto y pueden confundirse con restos humanos (o viceversa). Los restos carbonizados de un niño o un bebe son a menudo muy dificiles de identificar, dado que su pequeña masa y reducidad calcificación permite una mayor destrucción por el calor. Estas identificaciones pueden necesitar los servicios de un antropologo forense que este familiarizado con las características anátomicas de las diferentes especies.

25.9.2.2* Identificación Visual. La identificación de las victimas puede llevarse a cabo diferentes medios, dependiendo del daño causado por el fuego en el cuerpo. La identificación visual es la menos fialble, ya que, incluso la exposición a un fuego moderado, produce la inflamación de los tejidos y el endurecimiento de la piel por contracción.Los cambios de color de la piel y el cabello pueden hacer que la identificación de una persona e incluso la estimación de la edad y etnia sea un trabajo difícil.. La identificación visual ha de usarse solo como punto de partida.

25.9.2.3 Identificación por la Ropa o Efectos Personales. La ropa y los efectos personales, al igual que la identificación visual, han de usarse solo como punto de partida. Es muy facil sustituir, antes del incendio, la ropa, cartera, anillos, relojes y otros efectos personales (incluso placas dentales) de una persona por las de otra.

25.9.2.4 Identificación de Huellas Digitales. Las huellas digitales pueden usarse con casi completa certeza si existen registros disponibles de la persona que se supone puede ser la victima. Aunque solo exista una pequeña porción de piel sin quemar en la yema de los dedos, puede ser suficiente para permitir la comparación.

25.9.2.5 Identificación por Rayos X. Los rayos X constituyen uno de los medios más seguros para la identificación de los cuerpos, incluso calcinados. La masa de la cabeza tiende a proteger los dientes del daño del fuego, y se pueden utilizar las radiografías dentales para hacer un intento de identificación. Hay que retirar las mandibulas y las radiografias las puede realizar, en cualquier clinica odontólogica, un odontologo cualificado, que replique las posiciones y ángulos. La forma y las ubicaciones de los empastes, puentes, y los implantes se utilizan para realizar la identificación. En algunos casos, las formas inusuales de raíces u otras irregularidades se han utilizado en la ausencia de un trabajo dental. Las radiografías de otras partes del cuerpo pueden mostrar fracturas previas u otras lesiones o intervenciones quirúrgicas que pueden servir para verificar una identificación. Hay también la medida en implantes de articulaciones, prótesis, e incluso marcapasos que se pueden utilizar para identificar a una víctima. También se pueden usar implantes en articulaciones, prótesis o marcapasos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

25.9.2.6 Identificación del AND. Se pueden llevar a cabo pruebas serológicas o de AND si existen muestras para comparar, como un perfil de AND conocido o la existencia de miembros de la familia que puedan suminstrar muestras de referencia.Estas técnicas pueden usarse inclusi con restos fragmentados, si no están totalmente carbonizados, y son una forma fiable de identificación.

25.9.3 Examen por Rayos X. Las técnicas actuales de análisis patológicos, como los rayos X, pueden revelar información acerca de la víctima que no es evidente durante un examen visual simple. Los rayos X realizados en todo el cuerpo y todos los residuos asociados pueden ser extremadamente beneficiosos. El examen de rayos X puede detectar la presencia de objetos extraños en o sobre el cuerpo como balas, puntas de cuchillo, y componentes de artefactos explosivos. Esto puede ser complementado con radiografías dentales y radiografias detalladas de las características anatómicas (huesos rotos, heridas, etc.) Dependiendo de la jurisdicción, las radiografias no pueden hacerse sin autorización, por lo que es preciso solicitar un permiso si se quiere usar este procedimiento.

25.9.4 Niveles de Monoxide de Carbono. Normalmente se realizan medidas de los niveles de monoxido de carbono (CO) en la sangre y los tejidos de las victimas, ya que es un proceso sencillo y puede dar una indicación inmediata de la causa de la muerte. La hemoglobina que está suturada con CO en lugar de oxigeno se denomina carboxihemoglobina o COH_b. Los laboratorios toxicologicos se refieren a los niveles de CO en la victima como un porcentaje (%) de COH_b. Los niveles de Carboxihemoglobina deben medirse en todas la victimas de un incendio.

25.9.4.1 El monóxido de carbono provoca una coloración rosa cereza de la piel que puede no ser visible en personas de piel oscura o individuos que están muy cubiertos de hollín. La coloración rosa cereza puede ser visible en la piel, los labios y los pezones, así como en la sangre, en las zonas de lividez postmortem, y en los órganos internos. La coloración en los órganos internos se mantiene si el órgano se conserva en formol, que hace que el tejido normal tome un color gris-marrón.

25.9.5 Nivel de Cianuro. Otro tóxico importante en las muertes relacionadas con un incnendio, es el cianuro de hidrógeno (HCN). El HCN puede actuar solo o en combinación con CO y causar incapacidad y muerte. A diferencia de del CO, el HCN es inestable en muestras biológicas. Las concentraciones de HCN pueden aumentar o disminuir en las muestras con el paso del tiempo, por lo tanto, las muestras de las víctimas de incendios requieren técnicas especiales de preservación para asegurar que los valores de cianuro medidos en el momento de la autopsia son compatibles con los valores presentes en el momento de la muerte. Algunos laboratorios toxicológicos no cuantifican las concentraciones de cianuro en las víctimas de incendios, ya que creen que no es de valor para ellos en su análisis o por que no cuentan con el equipo analítico adecuado. Las concentraciones de cianuro, sin embargo, pueden ser valiosas para el investigador de incendios. Siempre que sea posible han de medirse los niveles de cianuro en la sangre en todas las victimas de un incendio.

25.9.6 Presencia de Otros Tóxicos. La identificación de otros productos de la combustión inhalados tales como cloruro de hidrógeno y bromuro de hidrógeno o otros tóxicos orgánicos o inorgánicos puede ser valiosa para el investigador. Además, deben cuantificarse los niveles de alcohol, drogas terapéuticas, o drogas de abuso de la victima. Además, hay que documentar los habitos de la victima tales como, fumar, beber o consumir drogas, ya que pueden desempeñar un papel en los resultados toxicológicos de COHb y HCN o puede llegar a contribuir a la causa de la muerte.

25.9.7 Exposición al Humo y al Hollín. La presencia de humo u hollín en los pulmones, bronquios y tráquea (incluso esófago) es uno de los factores más importantes ya que confirma que la víctima estaba viva y respirando humo durante el incendio. Para hallar esta presencia se requiere que la tráquea sea seccionada en toda su longitud. Hollín en la boca o aberturas nasales por sí solo puede ser el resultado de la deposición de hollín en las aberturas y no de la respiración. Además, conocer la posición del cuerpo en el momento en que fue encontrado puede ser crítico para una correcta interpretación de la presencia de hollín en las vías respiratorias. El hollín también puede ser tragado y encuentrarse en el esófago y el estómago. El investigador debe solicitar una autopsia completa en todas las víctimas de incendios para establecer estos patrones de hechos. Dependiendo de la rapidez de la exposición a los agentes tóxicos presentes en el humo, las víctimas pueden vomitar o puede haber espuma en la boca debido a un edema en los pulmones.

25.9.8* Quemaduras. Las quemaduras por exposición a radicación, convención o conduccción de calor, pueden haberse producido antemortem o post mortem. Las quemadura antemortem desecadenan una respuesta fisiologica , incluyendo cambio de color y formación de ampollas, que incluyen cambios químicos y celulares que pueden ser detectados tras la muerte.El investigador ha de darse cuenta , sin embargo, que la formación de ampollas puede ocurrir en ocasiones, de forma natural en cuerpos en descomposición. Las quemauras ocurridas justo antes del fallecimiento, pueden no haber tenido tiempo de provocar una reacción fisiologica y puede que no sean distinguibles de las quemaduras post mortem. En algunos casos, la extensión de las quemaduras puede estar relacionada con el nivel de exposición al calor. Se han llevado a cabo varios ensayos que han dado lugar a la publicación de datos que relacionan la duración y cantidad de exposición a radiación, convención conduccción de calor, con la aparición de dolor y la extensión de las heridas en la piel. La Guía para la predicción de aparición de quemaduras de 1er y 2º grado por radiación térmica publicada por La Sociedad de Ingenieros de Protección contra Incendios, puede ser una fuente importante para evaluar las quemaduras de las victimas.

25.9.9* Traumatismo y Herídas. Los traumatismo importantes y heridas en el cuerpo, tales como disparos, fracturas, contusiones y heridas de cuchillo, han examinarse y documentarse a fondo. Las evidencias de traumas anteriores al fuego permanecen normalmente en un cuerpo quemado. Las fracturas producidas antes del incendio son distintas de la fracturación inducida térmicamente en los huesos. Las heridas recibidas antes del incendio tendrán una apariencia distinta y serán diferentes de las fisuras inducidas térmicamente en la piel. Hay que realizar un examen detallado de los traumas y heridas hacer fotografias, incluyendo primeros planos con una escala adecuada. La sangre puede filtrarse a través de los oídos, la nariz y la boca como resultado del calentamiento. La sangre encontrada fuera del cuerpo puede indicar un traumatismo antemortem.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

25.9.10 Contenido del Estomago. Las actividades anteriores a la muerte, y la posible hora de la muerte, pueden establecerse mediante ensayos del contenido del estómago, que deberían ser analizados cuando sea preciso. La presencia o ausencia de hollín den el esofago y el estomgao ha de ser tenida en cuenta.

25.9.11 Temperatura Interna del Cuerpo. En algunos casos, el forense puede usar la temperatura interna del cuerpo del cadáver para establecer el tiempo y el mecanismo de la muerte. La temperatura interna puede ser elevada debido a la hipertermia, la situación antes de la muerte, o la exposición post mortem a calor radiante y convectivo por lo que la temperatura interna del cuerpo debe ser analizada dentro de ese contexto.

25.9.12 Condiciones Médicas Previas. Las condiciones médicas previas y los medicamentos asociados pueden contribuir a la conducta del individuo o a la respuesta fisiológica al fuego. La movilidad limitada, problemas de visión, problemas de audición, disminución de la sensibilidad a los olores, disminución de la capacidad respiratoria y el deterioro cognitivo son sólo algunas de las condiciones previas que pueden alterar un comportamiento o respuesta fisiológica.

25.9.13 Muerte Anterior al Incendio. El examen médico puede determinar que el individuo murió antes del incendio. La autopsia mostraria una falta general de hollín dentro de las vías respiratorias y un nivel de COH_b bajo compatible con las condiciones ambientales. El investigador debe determinar la relación entre la muerte y el fuego.

25.9.14 Muerte por una Situación Medica. Hay casos en que un individuo muere en el transcurso de un incendio, pero la causa de la muerte es por condición médica tal como un ataque cardíaco o un accidente cerebrovascular y no por efecto del fuego. Esta condición puede haber sido exacerbada por las condiciones del incendio y humo, pero ninguno de los dos ha sido la causa real de la muerte.

25.10 Análisis de los Datos. El investigador debe analizar los datos obtenidos a partir de la investigación de la muerte o lesiones para cotejarlos con los otros datos de la investigación. Consulte el capítulo de Análisis de Fallos y Herramientas Analíticas para obtener información adicional.

25.10.1 Desarrollo Cronológico. Además del desarrollo cronológico de los acantecimiento relacionados con el incendio, el investigador ha de desarrollar una cronología para las actividades de la victima. La secuencia de tiempo de la víctima debe incluir el momento se su descubrimiento, de su retirada del escenario, el transporte, y el tiempo de llegada de la víctima al lugar donde va aser examinada. El investigador debe hacer un esfuerzo especial, cuando sea posible, para recabar toda información relacionada con el momento de la autopsia y el análisis toxicológico, así como, las condiciones de almacenamiento y conservación de muestras biológicas retiradas de la víctima durante la autopsia. Debido a los efectos de putrefacción y de la producción endógena post-mortem, esta información puede ser importante en la interpretación de los hallazgos patológicos y toxicológicos.

25.10.2 Actividad de la Victima. Hay que intentar determinar cual fué la actividad de la víctima antes, durante y después del inicio del incendio o explosión y en el momento de la muerte, incluyendo si la persona estaba viva y consciente. Los factores que pueden ayudar al investigador en la realización de estos trabajos son los siguientes:

(1) Situación del cuerpo (en la cama, en la salida)
(2) Posición del cuerpo (en una silla, oculto)
(3) Ropas del cuerpo (pijama, ropa de trabajo)
(4) Patron de las quemaduras de la ropa
(5) Patron de las quemaduras del cuerpo
(6) Patrones de quemaduras incluyendo areas situadas bajo el cuerpo
(7) Objetos encontrados en el cuerpo (p.e., laves, telefono, linterna, extintor, objetos personales)
(8) Daños por explosión en el cuerpo (p.e., presión, impacto y metralla)

25.10.3 Deterioro Previo de la Victima. Tanto el alcohol y las drogas (prescritas o ilegales) pueden producir un deterioro de la víctima. El deterioro puede disminuir la respuesta a los indicadores de fuego tales como el humo, el ruido, las llamas, o activación de la alarma dando lugar a un retraso o a la no identificación de las condiciones adversas. Es preciso consultar el informe de toxicología para obtener información pertinente en relación con el alcohol y las drogas. El informe toxicológico puede informar del contenido de alcohol en sangre (BAC) en % de etanol o en g / dL. Como punto de referencia, con una concentración de 0,08 g / dl se considera que un conductor puede verse afectado, aunque otros estudios indican que el efecto se produce a concentraciones aún mas bajas.

25.10.4 Historial Médico. Las condiciones previas, especialmente deficiencias físicas relacionadas con la vista, el oido o la movilidad, pueden tener un impacto sustancial en la capacidad de la victima para detectar y escaper de un incendio. Normalmente, el forense ha de obtener información de registros medicos existents par aver que coinciden con los resultados de la autopsia. El investigador ha de entrevistarse con los familiars y conocidos de la victima para determinar si existen condiciones médicas no incluidas en el historial o no descubiertas en la autopsia.

25.10.5 Patrones de Fuego. El patron de los daños en la ropa y en el cuerpo hay que considerarlo dentro del contexto de los patrones de daño por explosión o fuego dentro de la habitación o área afectada. Hay que investigar los resultados que no sean consistentes. Las marcas de quemadura en la ropa (p.e. de un cigarillo) puede indicar una relación con fuegos anteriores. Los patrones de quemaduras en la ropa o el cuerpo pueden indicar si se ha hecho algo para combatir el fuego o hay pruebas de que el fuego ha sido provocado. Hay que investigar la relación entre la muerte y el fuego, ya que no todas las muertes relacionadas con los incendios estan causadas directamente por el calor, las llamas o el humo. Los ejemplos incluyen a una persona que fuma un cigarrillo en un sofá y muere de un ataque al corazón, una persona que salta por una ventana para escapar de un incendio, traumatismo por derrumbe de un edificio, el suicidio y el homicidio antes del incendio.

25.10.6* Quemaduras. Los criterios generalmente aceptados para la aparición de las lesiones térmicas radiantes en una habitación son, una temperatura de la capa térmica aproximada de 200 º C (400 º F) o un flujo de calor de 2,5 kW/m² en el suelo. Esta temperatura de la capa y el flujo se consigue típicamente cuando

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

la capa esta a aproximadamente 0,9 metros (3 pies) del techo. Esta información, en combinación con modelado de incendios puede proporcionar al investigador información valiosa acerca de las actividades o movimientos de las víctimas antes de la incapacitación o muerte.

25.10.7 Vestimentas. Los artículos de ropa pueden indicar la actividad del usuario en el momento del incendio o explosión. De que está hecha la ropa y la forma que tiene puede jugar un papel en su capacidad comenzar a arder a causa de una llama o un fuego latente (mangas largas sueltas, telas finas, etc.) Puede ser importante para el investigador determinar la inflamabilidad, la forma de combustión (carbonizar, fundir, o ambas), o la tasa de liberación de calor de la ropa en cuestión.

25.10.8* Uso de la Toxicología en la Investigación de Incendios. Existe una relación entre la naturaleza de un incendio, es decir, latente, con llama, post flashover (post-combustión súbita generalizada), y la producción de gases tóxicos como el monóxido de carbono (CO) y el cianuro de hidrógeno (HCN). Debido a esta relación, los datos toxicológicos fiables de una víctima del incendio, en combinación con modelos de fuego y otras herramientas disponibles, pueden proporcionar evidencias útiles al investigador de incendios.

25.10.8.1 Técnicas de Análisis Toxicologico. Hay muchas maneras de analizar las muestras biológicas para detectar sustancias tóxicas. Dependiendo del agente tóxico a medir, los laboratorios pueden utilizar cualquier combinación de espectrofotometría, cromatografía, inmunoensayo, y técnicas de espectrometría de masas, tanto para la detección inicial como para la confirmación. Dependiendo de la preferencia del laboratorio y de la validación del método, estos ensayos pueden llevarse a cabo en la sangre, hígado, orina, el bazo, u otros órganos y tejidos. En los cuerpos con quemaduras graves, puede haber poca sangre, por lo que se usan otros fluidos corporales o muestras de tejidos. Algunos laboratorios toxicológicos documentan la muestra y el método que se utilizó para la cuantificación de sustancias tóxicas en sus informes finales, cuando esto no es así, el investigador debe reclamar al toxicólogo de esta información y asegurarse de que se ha documentado.

25.10.8.2 Modelos Fisiológicos. La relación entre la exposición a concentraciones de monóxido de carbono (CO) y las mediciones de carboximoglobina (COHb) realizadas en víctimas de incendios, puede establecerse recurriendo a modelos fisiológicos. Dos de los modelos fisiológicos más comunes usados en análisis de muertes relacionadas con el fuego, son la ecuación de Stewart y la ecuación Coburn-Foster-Kane (CFK).

25.10.8.2.1 La ecuación Stewart. La ecuación de Stewart describe el consumo de CO en humanos y puede ser usada como herramienta de investigación para realizar estimaciones sobre la cantidad de CO que una víctima ha inhalado durante un incendio. La ecuación de Stewart proporciona la relación básica entre la COHb, la concentración de CO inhalado, el volumen de respiración por minuto (VRM), y el tiempo de exposición. El VRM se define como el volumen de aire intercambiado por minuto durante la respiración (generalmente con rangos de 8.5 L/min a 50L/min dependiendo del nivel de actividad.) La ecuación de Stewart es la más apropiada para exposiciones de corta duración a altas concentraciones de monóxido de carbono. La de ecuación Stewart debería ser utilizada sólo para exposiciones de una hora de duración o menos, y para concentraciones de CO de 2000 ppm o mayores; pueden darse errores en los resultados de la ecuación si se usa fuera de estos parámetros. En los casos en los que la duración de la exposición es mayor de una hora y la concentración de CO es menor de los 2000 ppm, se debería de utilizar siempre la ecuación CFK. Además, la ecuación de Stewart está pensada para adultos, y no puede aplicarse a niños ni bebes.

25.10.8.2.2* La ecuación Stewart se presenta de la siguiente forma:

$$\%COHb=(3.317x10^{-5})\ (ppm\ CO)^{1.036}\ (RMV)(t)$$

En donde:

%COHb = concentración de carboxihemoglobina en sangre (%)
ppm CO = concentración de la exposición (ppm)
RMV = Volumen respiratorio por minuto (L/min)
t = duración de la exposición (min)

25.10.8.2.3* La ecuación Colburn Forster Kane (CFK) La ecuación de Coburn-Foster-Kane (CFK) describe el consumo de CO en humanos y puede usarse como una herramienta para estimar la cantidad de CO que una víctima ha inhalado durante un incendio. Para calcular la concentración de COHb, el modelo CFK necesita como datos, la concentración de CO producida durante el incendio, además del peso de la víctima y el VRM. Los valores normales de VRM son los mismos que los utilizados en la ecuación de Steward. Hay otras variables dentro de la ecuación CFK con valores pre-determinados basados en la fisiología. Estos valores pueden ser modificados en función de la fisiología de la víctima. Por ejemplo, una víctima que es fumador, puede tener unos valores mínimos de COHb mayores que un no fumador, lo cual requeriría un ajuste del valor de [COHb]0. Los valores pre-definidos se basan en la fisiología de un adulto. El investigador puede necesitar ayuda de un experto para modificar los valores pre-definidos a usar en la ecuación CFK para niños y bebes.

25.10.8.2.4 La ecuación debe presentarse de la siguiente forma:

$$\frac{A[HbC0]_t - BV_{C0} - PI_{C0}}{A[HbC0]_0 - BV_{C0} - PI_{C0}} = e - tAV_bB$$

Donde:

$$A=\frac{P_{CO_2}}{M[HO_2]}$$

$$\overline{P}_{CO_2}=PI_{O_2}-49$$

$$PI_{O_2}=148.304-0.0208\times PI_{CO}$$

$$M=218$$

$$[HO_2]=0.22-[HbCO]$$

$$[HbCO]_t=[COHb\%t]\times 0.0022$$

y

$$B=\frac{1}{DL_{CO}}=35VO_2\times e^{0.03}$$

$$VO_2=\frac{RMV}{22.274-0.0309}$$

$$PI=713$$

$$V_A=0.933V_E-132f$$

$$f=\exp\ 0.0154\times RMV+2.3293$$

y

$[HO_2]$ = *ml de O2 por ml de sangre*
$[HbCO]_t$ = *ml de CO por ml de sangre en el tiempo t*
$[HbCO]_0$ = *ml de CO por ml de sangre al comienzo de la exposición*

M = *Relación entra la afinidad de la sangre al CO con respecto al O2*
P_{CO_2} = *Presión parcial media de oxígeno en los capilares de los pulmones mmHG*

V_{CO} = *Tasa de producción de CO endógeno en ml por minuto*
DL_{CO} = *Difusión de CO2 en los pulmones*
V_A = *Tasa de ventilación alveolar ml/minuto*
t = *Duración de la exposición, minutos*
e = *2.7182*
RMV = *Volumen respiratorio por minuto*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

25.10.8.2.5 Puede recurrirse a programas de modelado de incendios, como son los simuladores dinámicos de incendios (FDS), para establecer relaciones entre la cantidad de CO necesaria para alcanzar los niveles conocidos de COHb de la víctima, y la cantidad de CO que se estima puede producirse en las diferentes hipótesis de escenarios Por tanto, la cantidad de exposición al CO obtenida gracias a la ecuación CFK puede ser de importancia a la hora de analizar una situación de incendio en comparación con el resto de hechos conocidos del caso. Adicionalmente, el nivel de COHb de la víctima, combinado con las heridas producidas por quemaduras, puede proporcionar detalles como la localización de la víctima durante el incendio, y/o la proximidad de la víctima con respecto al área de origen. Los investigadores deben ser conscientes de que el lugar de localización de la víctima, los niveles de COHb, y las heridas producidas por quemaduras no pueden ser usados únicamente para establecer el área de origen. Los investigadores deben considerar y evaluar otras pruebas y datos de relevancia.

Capítulo 26 Equipos y Aparatos Eléctricos

26.1* Alcance.

26.1.1 Este capítulo cubre el análisis de los equipos y aparatos eléctricos en lo que tiene que ver con la investigación de la causa de un incendio. El capítulo se concentra en los aparatos como fuentes de ignición de un incendio pero, en su caso, también los explica como fuentes de ignición de explosiones. En el capítulo se supone que ya se ha determinado el origen del incendio y que se sospecha que la fuente de ignición puede haber sido ese aparato o equipo. Hasta que no se establezca adecuadamente el origen, no se recomienda investigar los aparatos eléctricos como posible fuente de ignición.

26.1.2 En este capítulo se trata de los componentes de los aparatos que son comunes a la mayoría de los electrodomésticos y de oficina. También hay secciones que tratan de aparatos electrodomésticos específicos y de cómo funcionan.

26.2 Análisis del Lugar del Incendio Cuando Existen Aparatos Eléctricos. Cuando sea necesario, hay que aplicar lo establecido en el capítulo 15 sobre análisis del lugar de los hechos. El material que se presenta en esta sección es suplementario y se refiere específicamente a los aparatos eléctricos.

26.2.1 Registro de Aparatos Eléctricos Específicos. Una vez identificado un aparato o aparatos eléctricos en la zona de origen de un incendio, se debe analizar cuidadosamente antes de tocarlo o moverlo. Se debe fotografiar el aparato donde estaba desde todos los ángulos posibles. Pueden ser primeros planos o fotografías a mayor distancia en las que se vea el aparato en su posición original, cercanía de materiales combustibles y con puntos de referencias claros (por ejemplo, ventanas, puertas, muebles, etc.). Estos puntos de referencia ayudarán mucho después en el trabajo de reconstrucción para localizar exactamente dónde estaba el aparato en el momento del incendio. Si el aparato se ha movido después de iniciado el incendio, hay que tomar esas mismas fotos donde se encontró. Si se puede saber dónde estaba el aparato en el momento del incendio, por ejemplo observando una zona protegida que coincida con la forma de la base del aparato o hablando con alguna persona familiarizada con el lugar, hay que llevarlo donde estaba antes del incendio y volver a fotografiarlo. Este desplazamiento por parte del investigador no se puede hacer hasta haber completado todos los demás documentos necesarios.

26.2.2 Mediciones de la Localización del Aparato Eléctrico. Hay que fotografiar y dibujar el lugar del incendio como se ha indicado en la sección 16.4. Tienen mucha importancia la posición del aparato en la zona de origen. El investigador debe tomar las medidas que ayuden a localizar la posición del aparato. *[Ver Figura 26.2.2(a) a Figura 26.2.2(c).]*

26.2.3 Posiciones de los Controles de los Aparatos Eléctricos. Al hacer las fotos y diagramas hay que poner especial atención en la posición de todos los mandos (botones, interruptores, reguladores de potencia, termostatos, válvulas, etc.), de las partes móviles (puertas, ventanas, etc.), posición de las manillas de los relojes analógicos, fuentes de alimentación (pilas o red), combustibles y cualquier otro elemento que pueda haber afectado al funcionamiento del aparato o que indique su estado en el momento del incendio. *[Ver Figura 26.2.3(a) a Figure 26.2.3(c).]*

26.2.4 Documentación de Información del Aparato Eléctrico. Hay que anotar la marca, fabricante, modelo, número de serie, fecha de fabricación, advertencias, recomendaciones y cualquier otro dato que haya en las etiquetas colocadas en el aparato. Esta información se debe fotografiar y, si es difícil hacerlo, tomar notas. Las notas aseguran que se puede contar con esa valiosa información. Con frecuencia es necesario mover el aparato para obtener esos datos, y eso se debe hacer de modo que afecte lo mínimo posible al aparato y a los restos que haya en el lugar del incendio. En ningún caso se debe mover el aparato antes de hacer lo que se indica en el párrafo 26.2.3.

26.2.5 Recogida de Todas las Partes del Aparato Eléctrico. Si el aparato ha resultado afectado por el incendio o por las tareas de extinción, hay que hacer todo lo posible para reunir todas las piezas y mantenerlas juntas. Después de estar expuestos al fuego, muchos de los componentes del aparato se pueden romper y desintegrar si se mueven. Por eso es importante documentar su estado en ese punto. Si se considera útil y no produce importantes daños en los restos del aparato, se puede intentar reconstruirlo para documentación y análisis. Por ejemplo, volver a poner las partes quitadas y a poner el aparato en su lugar y posición originales. Durante el examen del lugar del incendio no se debe intentar poner en marcha o probar el aparato, pues eso podría estropearlo más llegando a destruir pruebas críticas en el aparato y sus componentes. Todas las pruebas en este punto deben ser estrictamente no destructivas y con el solo propósito de recoger datos sobre el estado del aparato después del incendio. Ejemplos de pruebas no destructivas son el uso de un voltímetro o multímetro para comprobar la resistencia o estado de los circuitos eléctricos del aparato.

26.3 Análisis del Origen de un Incendio Donde Haya Aparatos Eléctricos. Los capítulos 6 y 18 tratan de determinar el origen de un incendio con más detalle. Las técnicas y métodos de este capítulo son complementarias y se deben utilizar si en el origen del incendio ha tomado parte un aparato eléctrico. Por ejemplo, si el fuego se ha limitado al aparato o si se piensa que ha empezado en el aparato y a partir de ahí se ha propagado a la habitación.

26.3.1 Relación del Aparato Eléctrico con el Origen del Incendio. Hay que establecer si el aparato en cuestión estaba en la

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

zona de origen. Los que estuvieran claramente situados fuera de la zona de origen se pueden excluir en general como causa del incendio. En algunos casos puede que un aparato o aparatos alejados de la zona de origen puedan haber tenido algo que ver con la causa, en cuyo caso se deben incluir en la investigación. Por ejemplo, si se habían utilizado con alargadera o si había una caldera de gas con una llama piloto. Si hubiera dudas sobre la zona de origen, se debe indicar que es indeterminado. En estos casos



FIGURA 26.2.2(a) Vista General de un Deshumificar con Cintas de Medición Documentando su Localización.



FIGURA 26.2.3(a) Visión General la cocina Representando la Posición de los mandos en Diferentes Posiciones.



FIGURA 26.2.2(b) Deshumificador Situado en el Lugar de un Incendio.



FIGURA 26.2.3(b) Mandos de la cocina en la Posición de "OFF" (Apagado).



FIGURA 26.2.2(c) Cintas de Medición Usadas para Representar Mediciones de las Marcas de Fuego Adyacentes al Deshumidificador.

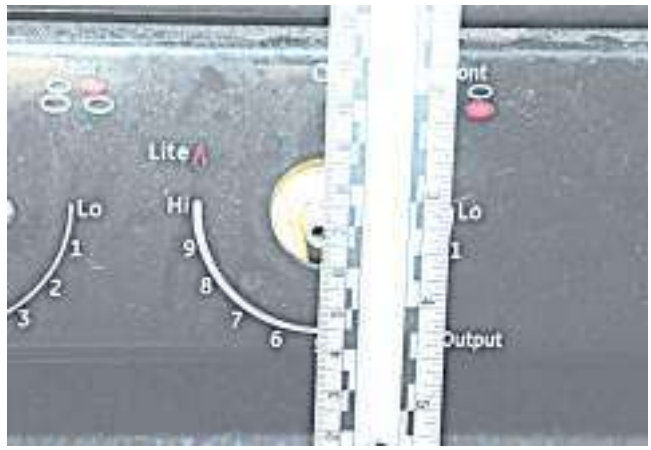


FIGURA 26.2.3(c) Mandos de la cocina de gas con la Regla mostrando el mando en posición "ON" (Encendido).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

hay que examinar y documentar todos los aparatos que haya en las posibles zonas de origen.

26.3.2 Marcas de Incendio. Se deben investigar con atención las marcas de fuego para saber si un aparato estaba en el punto de origen. Las marcas definidas y claras ayudan a determinar si el aparato estaba en esa zona. Se deben eliminar otras causas de esas marcas. El grado de destrozo del aparato puede ser o no indicativo de la zona de origen. Si el daño relativo general en la zona es escaso o moderado y el daño en el aparato es mucho, eso puede ser indicativo de que ha sido el origen del incendio. Sin embargo, si el daño es mucho en general, hay que investigar otras causas, como goteo, carga de fuego (por ejemplo, fuga de gases), e irlas eliminando. Si el grado de destrozo del aparato no es claramente mayor que el del resto de la zona de origen, no se debe considerar que el aparato haya dado origen al fuego por su mera presencia.

26.3.3 Componentes Plásticos en los Aparatos Eléctricos. En el lugar del incendio puede haber aparatos eléctricos gravemente dañados que están hechos de plástico. El aparato puede estar muy torcido, deformado o el material combustible haber ardido completamente, dejando sólo los cables y los componentes metálicos. Este estado del aparato no es por sí mismo un indicativo claro de que haya sido el punto de origen. Esto resulta especialmente cierto si en la habitación existió suficiente energía por el fuego para causar esos daños por el calor de radiación y la ignición. Las condiciones antes o después de la combustión súbita generalizada (flashover) pueden generar energía suficiente para producir esos destrozos incluso a cierta distancia del punto de origen.

26.3.4 Reconstrucción del Área de Origen. Puede que haya que reconstruir la zona de origen para localizar y documentar las marcas de fuego y los indicios que el investigador debe utilizar para localizar el punto de origen. Hay que reunir en su posición original todos los materiales posibles que formen parte del aparato y después dibujarlos o fotografiarlos. A veces será necesario consultar con alguna persona que conociera el lugar antes del incendio.

26.4 Análisis de las Causas Cuando Han Intervenido Aparatos Eléctricos. Cuando proceda, se debe utilizar el material del capítulo 18 para analizar un aparato que pueda haber causado un incendio. En esta sección se ofrecen datos complementarios o con aplicación específica a los aparatos eléctricos.

26.4.1 Cómo Genera Calor el Aparato Eléctrico.

26.4.1.1 Antes de llegar a la conclusión de que un aparato concreto ha sido la causa del incendio, hay que saber cómo pudo generar ese aparato la energía suficiente para causar la ignición. El tipo de aparato determinará si ese calor ha sido posible en condiciones operativas normales o es el resultado de condiciones anormales. El siguiente paso será determinar el primer material que ardió y cómo tuvo lugar la ignición. Una vez eliminadas las hipótesis de ignición imposibles o menos probables, irán quedando sólo las más probables. Si no se plantea una hipótesis probable de ignición, que sea accidental o intencionada, la causa se clasificará como indeterminada.

26.4.1.2 Las marcas que haya dejado el fuego en el aparato pueden indicar la fuente de ignición. Sin embargo, los puntos más quemados u otras marcas de quemaduras pueden ser resultado de otros factores que no tengan que ver con la causa del incendio y que habrá que estudiar con todo cuidado. Las marcas en las superficies próximas pueden proporcionar más información sobre la fuente de ignición.

26.4.2 Utilización y Diseño del Aparato Eléctrico. Antes de identificar un aparato como el origen de un incendio, hay que entender bien cómo funciona y para qué se usa. Algunos aparatos electrodomésticos son sencillos o muy familiares para el investigador y no requerirán un estudio en profundidad. Sin embargo, un aparato puede haber sido cambiado por el fabricante o estar estropeado o alterado por el usuario, por lo que todos ellos deberán ser investigados. Los aparatos más complicados pueden requerir la ayuda de personal especializado para saber bien cómo funcionan y si podrían haber generado energía suficiente para la ignición.

26.4.3 Aparatos Eléctricos como Fuentes de Ignición. Muchos aparatos domésticos son eléctricos por lo que la electricidad se podría considerar como la posible fuente de ignición. En estas situaciones hay que evaluar con atención y aplicar lo dicho en el capítulo 18. Sólo en determinadas condiciones muy concretas puede la electricidad generar calor suficiente como resultado de una sobrecarga o de un fallo en el interior o exterior de un aparato, como para causar la ignición.

26.4.4 Fotografiado de los Aparatos Eléctricos Desmontados. Cuando sea necesario desmontar un aparato eléctrico (o sus restos) recogido en el lugar de un incendio, hay que documentar cada paso mediante fotografías (*véase Sección 17.10.1*.) Esto se hace para demostrar que el investigador no ha desmontado el aparato de modo descuidado, haciendo que las piezas se pierdan o se rompan. Las fotografías deben mostrar el aparato antes de empezar a desmontarlo y en cada fase del desmontaje, si es posible desde distintos ángulos, anotando cuidadosamente las piezas que falten. Algunos investigadores prefieren grabar este proceso en vídeo. El investigador debe tener por lo menos una razón concreta para desmontar el aparato y, una vez encontrada la respuesta que busca, parar el proceso de desmontaje. Si no se puede desmontar fácilmente un aparato o si el desmontaje fuera muy destructivo, hay que estudiar la posibilidad de analizarlo por rayos X. *[Ver Figura 26.4.4(a) a Figura 26.4.4(e).]*

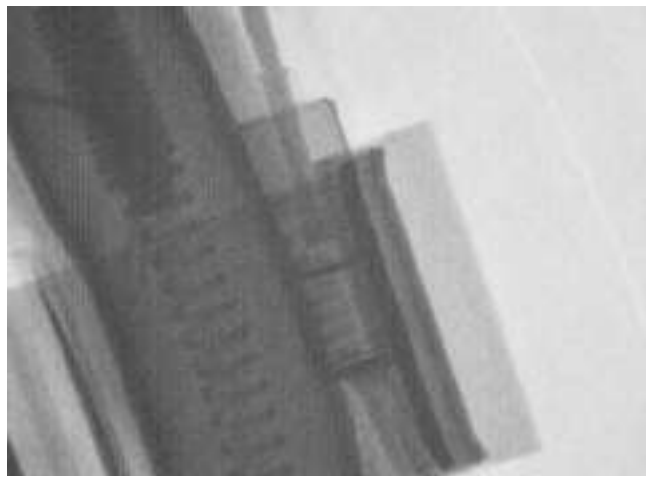


FIGURA 26.4.4(a) Radiografía de un interruptor térmico en la Posición "Abierto".

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 26.4.4(b) Radiografía de un interruptor térmico en la Posición "Cerrado".

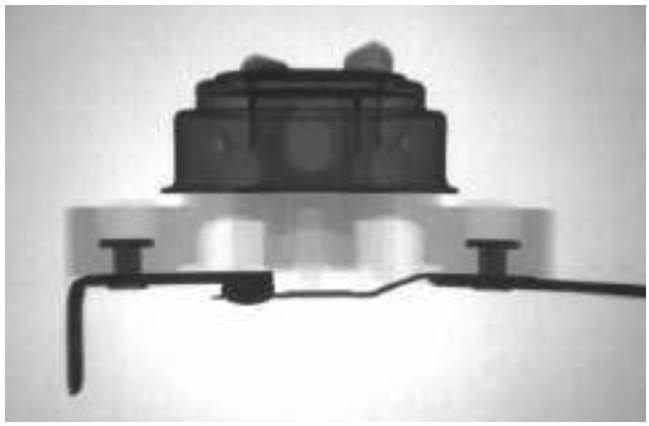


FIGURA 26.4.4(c) Radiografía de un Termostato.

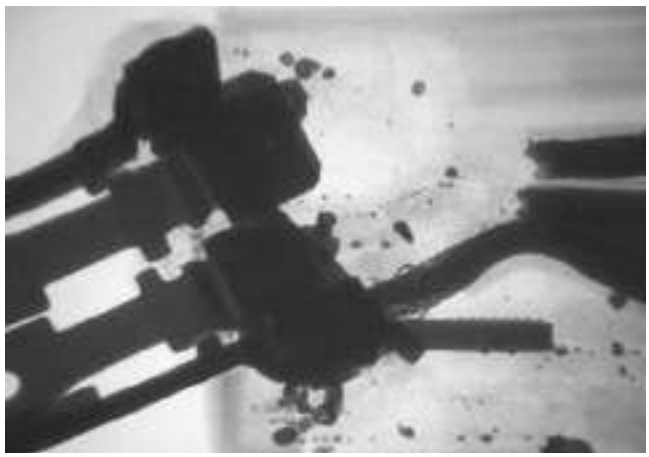


FIGURA 26.4.4(d) Radiografía de un receptáculo con Daños Internos.

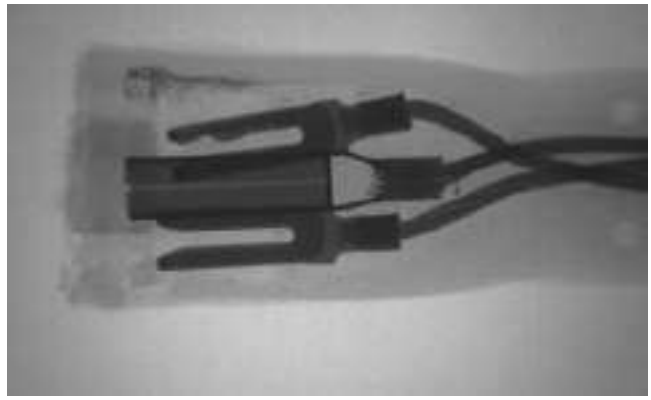


FIGURA 26.4.4(e) Radiografía del Extremo Hembra de un Cable de Extensión, Representando el Daño Interno de uno de los Contactos.

26.4.5 Obtención de Aparatos Eléctricos de Muestra. Para comprender mejor cómo funciona un aparato o para saber qué es lo que ha fallado, el investigador puede conseguir otro exactamente igual (por ejemplo, una muestra). Para eso puede que tenga que saber el modelo y número de serie y hablar con el fabricante para saber el historial de ese aparato. Si ese modelo concreto ya no se fabrica o ha cambiado de alguna manera, el investigador tendrá que determinar si la muestra localizada es suficientemente parecida al aparato que quiere analizar y si sería útil hacerlo. *[Ver Figura 26.4.5(a) y Figura 26.4.5(b).]*



FIGURA 26.4.5(a) Ejemplo de un calentador de Mantas para Comparación y Prueba.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 26.4.5(b) Calentador de Mantas Dañado.

26.4.6 Pruebas de los Aparatos Eléctricos de Muestra. Se pueden probar y hacer funcionar las muestras de aparatos para confirmar la validez de la hipótesis de ignición. Si la hipótesis es que el incendio se ha producido por fallo o mal funcionamiento de uno o más componentes del aparato, esto se puede probar también en la muestra. Por tanto, si el investigador prevé que va a tener que hacer pruebas prolongadas o repetidas, probablemente necesitará más de una muestra. Las pruebas no sólo deben demostrar que el aparato es capaz de generar ese calor, sino si esa cantidad es de suficiente magnitud y duración como para provocar la ignición de los materiales combustibles.

26.5 Componentes del Aparato. Los aparatos electrodomésticos son distintos en su construcción y usos. Por tanto, en esta sección vamos a hacer una descripción de cada uno de los componentes más corrientes que encontramos en los distintos aparatos. Si en las siguientes secciones se ofrece información sobre aparatos concretos, haremos referencia a los componentes utilizados en esos aparatos.

26.5.1 Carcasas o Envolventes de los Aparatos.

26.5.1.1 Introducción. Las carcasas de los aparatos electrodomésticos pueden ser de distintos materiales. La naturaleza de esos materiales puede afectar al comportamiento del aparato durante el incendio y al aspecto que presenten sus restos después del mismo. La mayoría de las carcasas de los electrodomésticos son de metal o plástico, pero también las hay de otros materiales como madera, vidrio o cerámica.

26.5.1.1.1 Muchos electrodomésticos tienen acabados de acero pintado, como en los refrigeradores, secadores, dispositivos fluorescentes, calentadores inferiores, y similares.

26.5.1.1.2 Se debe tener cuidado cuando se evalúan las marcas de daños por calor en superficies de acero pintadas. Muchas pinturas se oscurecen cuando están expuestas al calor. Mayor o posterior exposición al calor puede hacer que muchas superficies pintadas y oscurecidas por el calor, se aclaren en color. Posterior exposición al calor puede hacer que la pintura se descomponga en un polvo gris o blanco, que se puede alterar o retirar por la lucha contra el incendio, la manipulación o por la formación de orín. Una superficie aparentemente más aclarada en su color puede reflejar más daño térmico que una zona oscura. *(Ver Figura 26.5.1.1.2.).*

26.5.1.2* Acero. El acero se utiliza en las carcasas de muchos aparatos por su resistencia, duración y facilidad de moldeado. El acero inoxidable se usa cuando se le quiere dar a la carcasa brillo y resistencia a la oxidación, por ejemplo en los aparatos de cocina o cuando las condiciones higiénicas son importantes. Se utiliza otro tipo de acero, plastificado o esmaltado, para darle mejor aspecto. Se puede usar acero galvanizado si se necesita una carcasa resistente a la corrosión pero su aspecto no es importante, por ejemplo en el tambor de una lavadora.

26.5.1.2.1 El acero no se funde en un incendio, excepto en circunstancias muy raras en las que se haya producido muy alta temperatura durante mucho tiempo. Normalmente el acero se oxida por el fuego y su superficie adquiere un color gris azulado mate resultante del óxido ferroso (FeO). El típico color marrón del orín no aparece si el acero no ha estado expuesto mucho tiempo a la humedad y se ha oxidado hasta el color rojizo del óxido férrico (Fe_2O_3). Cuando el acero está muy oxidado por haber estado expuesto mucho tiempo al fuego, la capad de óxido puede ser suficientemente gruesa como para producir escamas. En casos muy graves, esas escamas abarcan toda la carcasa y pueden producir un agujero. En incendios de corta duración, la superficie de una carcasa de acero pulido o cromado puede presentar varias bandas de color, según haya sido su grado de calentamiento. Después de un incendio, el acero galvanizado sin revestir está recubierto de una capa blanquecina de óxido de zinc. A menudo las superficies



FIGURA 26.5.1.1.2 Pintura Descompuesta Debido al Calor en la Cubierta de una campana extractora.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 26.5.1.2.1 Varios Grados de Cambio de Color producidos en el lateral de Estufa Debido a la Exposición al Calor.

de las carcasas de acero presentan un aspecto degradado que va desde el gris azulado al marrón del óxido o al blanco, negro o rojizo. Si hay otros colores pueden proceder de residuos de las capas decorativas o protectoras con las que va recubierto el acero, además del óxido. Cada marca y color depende de muchos factores y no se debe atribuir mucha importancia al color y a las marcas sin tener pruebas palmarias. *(Ver Figura 26.5.1.2.1.)*

26.5.1.2.2 En raras ocasiones se pueden encontrar carcasas de acero con un agujero debido a una aleación del acero con zinc o aluminio. La mayoría de las veces, si uno de estos metales se funde y gotea sobre el acero durante el incendio, el óxido que se forma en la superficie mantiene los metales separados. Si el incendio es largo, el metal fundido puede penetrar en la capa de óxido y alearse con el acero. Si hay que saber la causa del agujero, hay que analizar el acero en el borde del agujero para ver si existen o no otros metales.

26.5.1.2.3 Una carcasa de acero no impide necesariamente que los componentes internos del aparato alcancen temperaturas muy altas. Si un recipiente cerrado de acero queda expuesto a un fuego vivo durante mucho tiempo, su interior puede ponerse tan caliente que los materiales ardan y queden reducidos a cenizas o que el cobre se funda.

26.5.1.3 Aluminio. Las carcasas de aluminio están hechas normalmente de hojas moldeadas o de fundición. Pueden existir también piezas extruídas como adornos o soportes para otros componentes. El aluminio tiene una temperatura de fusión muy baja (660°C ó 1.220°F) si es puro. Si está aleado, se funde a temperaturas algo menores. La magnitud de los daños en las carcasas de aluminio puede indicar la gravedad del fuego o de la fuente de calor en ese punto. *(Ver Figura 26.5.1.3.)*

26.5.1.4 Otros Metales. Puede haber carcasas de aparatos de otros metales, como zinc o latón. Probablemente serán piezas decorativas o soportes para otros componentes. El zinc se funde a temperaturas relativamente bajas (419° ó 786°F) y por eso casi siempre aparece en forma de hojalata. El latón se usa en muchos terminales eléctricos. Los distintos tipos de latón se funden a temperaturas del orden de los 950°C (1.740°F). Los aparatos de latón se encuentran generalmente después de un incendio parcialmente fundidos o simplemente retorcidos. Como es una aleación, el latón se ablanda a medida que aumenta la temperatura, en vez de fundirse a una temperatura dada.

26.5.1.5 Plástico. Los aparatos electrodomésticos que no funcionan a altas temperaturas tienen cada vez con más frecuencia carcasa de plástico. La mayoría de los plásticos están hechos de carbono y algún otro elemento. Algunos plásticos se funden a baja temperatura y después, cuando sube la temperatura, se carbonizan y descomponen. Otros no se funden pero se carbonizan y descomponen a alta temperatura. Ante un fuego, casi todos los plásticos se carbonizan al calentarse y arden. Una vez encendidos, muchos plásticos siguen ardiendo. Otros no arden a la temperatura ambiente si la fuente de ignición es pequeña, por su composición química o porque se les han añadido retardantes. Muchas carcasas de plástico, sobre todo las más modernas, incorporan una gran cantidad de retardantes, por lo que no arden si se les aplica una pequeña fuente de ignición. Habrá que investigar cada aparato para ver si su plástico arde fácilmente. En algunos casos eso lo puede hacer personal cualificado, si quedan restos suficientes del aparato o si se puede conseguir otro idéntico.

26.5.1.5.1 Después de un incendio breve, la carcasa de plástico de un aparato se puede fundir y carbonizar parcialmente. Si la marca de los daños muestra que la fuente de calor era interior, habrá que hacer otro examen de los restos. Pero el plástico puede presentar marcas de que el calor venía de fuera y que su interior se ha calentado menos que el exterior. Si la carcasa de plástico se ha fundido formando una masa parcialmente carbonizada, su análisis por rayos X puede revelar las partes metálicas y los cables de su interior. Si una carcasa de plástico se ha fundido en su mayoría y quemado por un fuego exterior, la parte inferior del aparato puede estar intacta o, si lleva una placa metálica en la base, no haberse calentado.



FIGURA 26.5.1.3 Daños por Fusión Producidos en Cerramientos de Aluminio de Electrodomésticos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

26.5.1.5.2 Si el incendio ha sido grave, todos los plásticos pueden haberse consumido. La consunción total de un plástico no indica por sí sola que el incendio se inició en ese aparato.

26.5.1.5.3 En algunas piezas que deben ser resistentes al calor, como las asas de las cafeteras y los cajetines de los disyuntores, se utilizan plásticos fenólicos, que no se funden ni se queman. Sin embargo se pueden consumir si el incendio dura mucho, dejando una ceniza gris. Cuando un aparato con carcasa de plásticos fenólicos moldeados se calienta ligeramente, puede quedar una ligera capa de ceniza gris en su parte exterior. Si la ceniza aparece en las superficies interiores, mientras que en el exterior no hay ceniza o hay muy poca, puede indicar que el aparato se ha calentado por dentro.

26.5.1.5.4 Cuando partes de un aparato se funden y vuelven a solidificar como resultado de un incendio, la dirección del material fundido puede indicar la orientación del aparato en el momento en que el material fundido se enfrió.

26.5.1.6 Madera. Todavía se sigue usando la madera en las carcasas de algunos aparatos. En un incendio la madera se puede consumir totalmente o, si sólo se ha quemado parcialmente, presentar marcas de quemaduras. Esas marcas ayudarán a saber si el fuego ha venido de fuera o de dentro del aparato.

26.5.1.7 Vidrio. El vidrio se utiliza en las tapas y puertas transparentes de los aparatos y también como elemento decorativo. El vidrio se rompe fácilmente cuando se calienta de modo no uniforme y se puede ablandar, fundir o gotear. La temperatura de las llamas es mayor que la de ablandamiento del vidrio, de modo que el grado de ese ablandamiento depende más de la duración y continuidad de su exposición al fuego que de la temperatura.

26.5.1.8 Cerámica. La cerámica se usa también como soporte de algunos componentes eléctricos. La cerámica no se funde en un fuego, pero algunos revestimientos cerámicos decorativos se pueden fundir.

26.5.2 Fuentes de Alimentación. Las fuentes de alimentación de los electrodomésticos suelen ser la corriente alterna de la red. Apenas hay otras fuentes dignas de atención. En esta sección sólo vamos a tratar de corriente trifásica a un máximo de 240 V. Para más detalles sobre la electricidad y las instalaciones eléctricas, consultar Sección 9.1 hasta 9.11.8.

26.5.2.1 Cordones Eléctricos. Las compañías eléctricas de Estados Unidos suministran corriente eléctrica a 120-240 voltios (a veces se dice 110/220 V) y 60 Hz. La mayoría de los aparatos electrodomésticos están proyectados para que funcionen enchufados a un enchufe de 120 V. Los más potentes, como las estufas y calentadores de agua, funcionan a 240 V a través de la misma instalación del edificio.

26.5.2.1.1 Los cordones eléctricos que llevan la corriente a los aparatos pueden ser de dos o tres hilos. Los hilos van trenzados, para mayor flexibilidad. Algunos aparatos con doble aislamiento y la mayoría de los construidos antes de 1962, llevan cordón de dos hilos. Los aparatos más nuevos y potentes suelen llevar cordones o cables de tres hilos, siendo el tercero de masa como medida de seguridad. Los cables o cordones trenzados suelen sobrevivir a un incendio, pero probablemente sus restos son frágiles si durante el mismo se ha quemado el aislante. Si se manejan sin cuidado los cables quemados, se pueden romper. Hay que comprobar los cables y cordones para ver si han dado lugar a arcos eléctricos. Para más información sobre los conductores eléctricos y los daños producidos, véase el capítulo 8.

26.5.2.1.2 Los enchufes para conectar los aparatos eléctricos a la corriente son de distintos diseños, según el amperaje del aparato. Los enchufes de 20 amperios o menos fabricados antes de 1987 tienen dos clavijas rectas de la misma sección. Los más modernos tienen además una clavija de tierra, algo más gruesa que las otras dos. Los enchufes que vienen moldeados de fábrica llevan los cables unidos a las clavijas dentro de un cuerpo de plástico moldeado. Ese cuerpo se puede fundir o quemar totalmente en un incendio. Los hilos y las clavijas de latón generalmente sobreviven a un incendio, pero a veces el latón se funde. Después de un incendio que sólo haya producido quemaduras ligeras cerca del enchufe, la cara de éste puede haber permanecido casi fría al estar protegida contra el cajetín. Eso demuestra que el aparato estaba enchufado. Incluso después de un incendio más grave, las clavijas pueden estar menos oxidadas si estaban metidas en el enchufe.

26.5.2.1.3 Los enchufes de aparatos de más voltaje o amperaje pueden tener clavijas más anchas y estar situadas en distinta posición.

26.5.2.2 Voltajes Menores de 120. Muchos aparatos que se enchufan a la red funcionan a 6 V, 12 V u otros voltajes inferiores a 120 V. Para ello se suele utilizar un transformador. El transformador suele ser parte del aparato, pero a veces es una unidad independiente que se enchufa directamente al enchufe y de ahí al aparato con un cable de dos hilos. Un cortocircuito en un cable de 6 V no es probable que cause un incendio, pero en algunas circunstancias sí puede hacerlo, si se concentra la energía (calor) en una zona muy pequeña cerca de un material combustible.

26.5.2.3 Baterías. Algunos aparatos portátiles y dispositivos de seguridad llevan pilas. Las pilas o baterías pueden ir desde la batería de un coche hasta las pequeñas pilas de botón de las cámaras fotográficas y relojes. Las pilas suelen ser de corriente continua de 1,5 V. Las baterías de los aparatos electrodomésticos son de 6 ó 9 voltios y están formadas normalmente por cuatro o seis células en seco, en una sola unidad. Generalmente, después de un incendio se pueden ver restos de las pilas de los aparatos. Generalmente estarán demasiado afectadas para saber si han podido ser fuente de ignición. Sin embargo es importante saber a dónde estaban conectadas. Una batería puede proporcionar energía suficiente para prender en algunos materiales en determinadas circunstancias. Sin embargo, en los aparatos a pilas sus circuitos evitan que la energía de la pila se concentre lo suficiente en un punto para que produzca una ignición.

26.5.2.4 Protección Contra Sobrecorriente. Muchos aparatos electrodomésticos llevan fusibles o disyuntores que los protegen contra subidas excesivas de la corriente. Después de un pequeño incendio, los restos del dispositivo protector pueden indicar si funcionó. Después de un incendio grave, se pueden buscar restos de las partes metálicas del dispositivo protector para ver si existía.

26.5.2.4.1 El elemento fusible de un dispositivo protector puede ser de un metal. En todos los casos este elemento tiene una sección y una resistencia adecuadas para que, al aumentar la temperatura si la intensidad de la corriente aumenta por encima de un determinado nivel (menos del doble de la corriente nominal), se funda

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

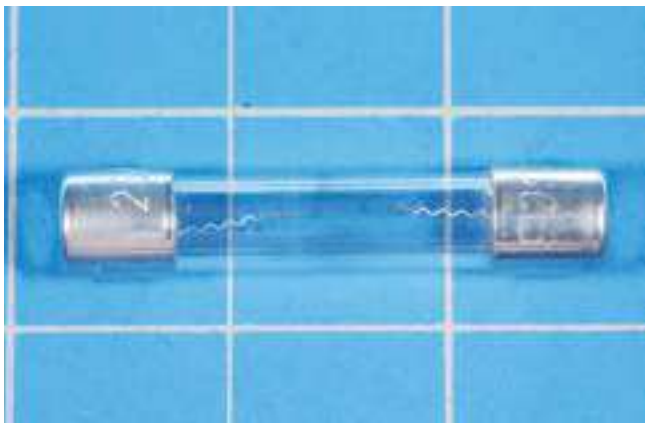


FIGURA 26.5.2.4.1(a) Primer Plano de un fusible roto por una Sobrecarga.

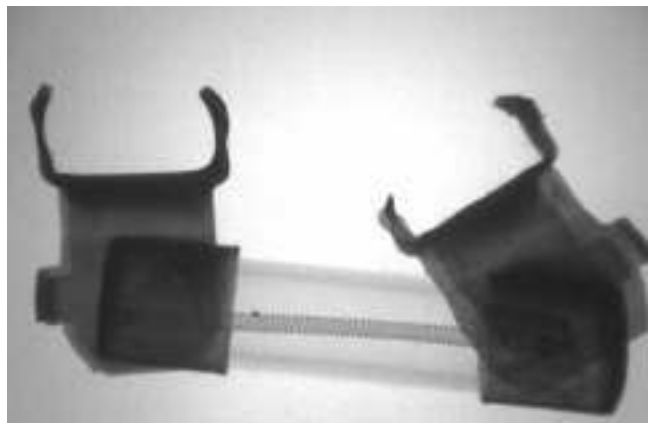


FIGURA 26.5.2.4.1(c) Radiografía de un fusible Intacto.



FIGURA 26.5.2.4.1(b) Primer Plano de un fusible roto por un cortocircuito

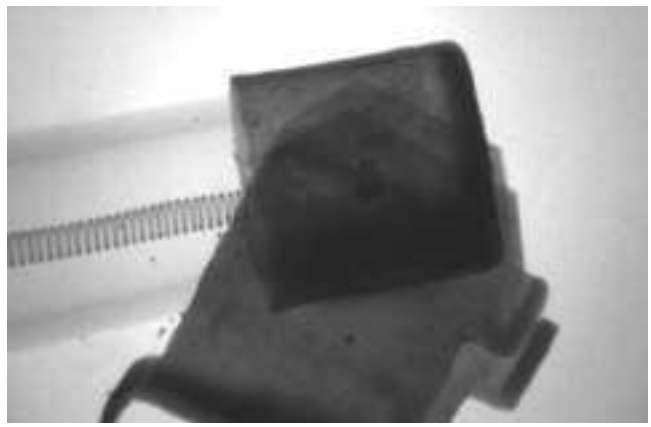


FIGURA 26.5.2.4.1(d) Radiografía de un fusible no conectado al terminal

sin evaporarse. Si la corriente es muy alta, como en el caso de un cortocircuito, el fusible se evapora en parte dejando un depósito opaco en la ventanilla o tubo de cristal en el que va instalado. *[Ver Figura 26.5.2.4.1(a) a Figura 26.5.2.4.1(d).]*

26.5.2.4.2 La mayoría de los disyuntores funcionan térmica o magnéticamente, dependiendo del nivel de sobrecorriente. Llevan un elemento bimetálico, que, por encima de un determinado nivel, se dobla lo suficiente para que un muelle separe los contactos. Si se produce una corriente alta pero instantánea, como en el caso de un cortocircuito, se crea un campo magnético que hace que el mecanismo separe los contactos. Un disyuntor afectado por un incendio se puede activar si su mecanismo interno alcanza la temperatura de disparo. Los disyuntores de los aparatos tienen un botón de rearme.

26.5.3 Interruptores. Los interruptores se usan en los aparatos para encenderlos y apagarlos y para cambiar su estado de funcionamiento. Hay interruptores de muy diversos tamaños, tipos y modos de funcionamiento. El examen de los interruptores después de un incendio puede ser importante para descubrir si el aparato estaba encendido o no y otros aspectos de su funcionamiento. Los restos de los interruptores pueden ser muy delicados. Además de anotar y documentar la posición de los botones, palancas o mandos o de comprobar si el circuito estaba intacto, se recomienda que el investigador no abra, accione ni desmonte los interruptores. Eso lo debe hacer una persona con experiencia

26.5.3.1 Interruptores Manuales.

26.5.3.1.1 Muchos interruptores están proyectados para que los accione el usuario. Por ejemplo, los de encendido-apagado y los que cambian las funciones, potencia u otras funciones del aparato. Los interruptores pueden ser de palanca, de botón de pulsar, de botón giratorio o deslizante. Todos tienen partes metálicas que se pueden examinar después de un incendio. Si no está muy dañado, el interruptor se puede probar para ver si funciona y en qué posición estaba antes del incendio. Si están muy estropeados, los restos pueden mostrar sólo si los contactos se han pegado. Al apagar el aparato, el interruptor puede crear un arco de cierre. Sin embargo, los daños aparentes en la superficie del interruptor pueden ser normales.

26.5.3.1.2 Los interruptores electrónicos de muchos aparatos pueden estar demasiado afectados, incluso por incendios leves,

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

para saber si funcionaban o no. Por ejemplo, las teclas de los hornos microondas o del mando a distancia de la TV.

26.5.3.2 Interruptores Automáticos. Muchos interruptores de los aparatos son automáticos y no están hechos para que los accione el usuario. Esos interruptores generalmente mantienen el aparato en funcionamiento dentro de sus parámetros normales y evitan que funcione si hay alguna anomalía. Esos interruptores son accionados por la corriente eléctrica, la temperatura o algún tipo de movimiento.

26.5.3.2.1 Fusibles y Disyuntores. Los fusibles y los disyuntores son interruptores automáticos que funcionan por elevación excesiva de corriente. Los disyuntores se pueden rearmar, pero los fusibles y las conexiones fusibles tienen que reemplazarse.

26.5.3.2.2 Interruptores Térmicos. Los interruptores automáticos que funcionan por temperatura se llaman *termostatos* y están proyectados para que el aparato funcione dentro de determinados límites de temperatura. Los interruptores automáticos proyectados para evitar que el aparato supere ciertos parámetros, se llaman *limitadores, interruptores de corte* o *interruptores de seguridad*.

26.5.3.2.2.1 Los interruptores que funcionan por la temperatura lo hacen mediante un metal que se dilata, un bimetal que se dobla, la presión de un líquido o la fusión. Normalmente se utilizan para evitar que un aparato funcione fuera de una gama dada de temperaturas o que supere una temperatura programada (interruptores de corte). Generalmente tienen suficientes piezas metálicas como para poder reconocerlos después de un incendio grave, aunque quizá no sea posible saber si el interruptor funcionaba en el momento del incendio.

26.5.3.2.2.2 Algunos interruptores llevan una barra metálica que se dilata si se calienta. Si la zona de la barra se calienta lo suficiente, ésta se dilata y separa los contactos. Más corrientes son los bimetálicos, que llevan una tira compuesta por dos metales distintos pegados. Cuando aumenta la temperatura, un metal se dilata más que el otro, de modo que la pieza se dobla. Ese movimiento hace que se abran los contactos y se pare el aparato. Estos interruptores son lentos, por lo que es más probable que los contactos se erosionen o se peguen. Después de un incendio grave, el bimetal puede estar mucho más doblado de lo normal, como resultado del calor del incendio, pero eso no indica que el termostato no funcionara.

26.5.3.2.2.3 Los discos bimetálicos funcionan también por la dilatación diferencial, pero el disco se sale de una base en forma de plato, en una dirección o en otra. El borde del disco circular va fijo, de modo que lo que se levanta más o menos del plato cuando aumenta la temperatura es el centro del disco, lo que hace que se separen los contactos.

26.5.3.2.2.4 Algunos interruptores funcionan por la dilatación de un líquido dentro de una ampolla situada en la zona que se calienta. La presión de ese líquido pasa a un fuelle y a menudo a un panel de control a través de un tubo metálico, generalmente de cobre. El fuelle hace que se abran los contactos.

26.5.3.2.2.5 Estos tipos de interruptores mecánicos se pueden instalar de modo que abran los contactos para desconectar el aparato o cierren otros contactos para poner en marcha algún accesorio, como un ventilador que enfríe el aparato. Los interruptores que desconectan el circuito cuando sube la temperatura se pueden encontrar en los aparatos electrodomésticos, pero no abren el circuito hasta que la temperatura en el aparato es muy alta. Los contactos de estos interruptores deben ser examinados por personal competente. Si se ve que están desgastados por los arcos causados en sus sucesivas operaciones, puede indicar que el aparato ha funcionado a mayor temperatura durante mucho tiempo, es decir, que estaba defectuoso.

26.5.3.2.2.6 Los interruptores mecánicos pueden fallar por sobrecargas que calienten algunas piezas internas o que peguen los contactos. Esto último puede suceder a amperajes normales, porque como es un mecanismo que funciona lentamente, puede empezar a pasar corriente antes de que los contactos estén totalmente unidos. Una mala conexión, por ejemplo cuando el cable no viene montado de fábrica o cuando lleva terminales de latón con remaches, puede causar un calor destructivo y un fallo del interruptor. Normalmente las caras de los contactos de los termostatos estarán algo picadas debido a los constantes cierres y aperturas. Las caras de los contactos de los mecanismos utilizados como cierre de seguridad no estarán muy picadas, pues esos mecanismos no suelen funcionar a no ser que el aparato se caliente mucho.

26.5.3.2.2.7 Los contactos de un interruptor están más sujetos a picaduras, erosiones y posiblemente a la posibilidad de que se peguen, cuando se abren y se cierran lentamente. Por esa razón la mayoría de los interruptores, sobre todo los de alta intensidad, están hechos de modo que se abran o cierren instantáneamente. Eso se consigue mediante un disco bimetálico, un muelle plano o un imán. Cuando después de un incendio se descubre que hay contactos pegados, eso no demuestra que el incendio haya sido causado por un fallo del interruptor. Puede ser que, si el aparato estaba enchufado y ha sufrido daños por el fuego, se haya producido una subida de intensidad. Los contactos pegados pueden tener forma normal pero sus caras pueden haber quedado soldadas. Si se ven después del incendio contactos fundidos, es probable que sea por su exposición al fuego. Los contactos están hechos de metales de temperatura de fusión inferior a la del cobre, por lo que se pueden fundir si quedan expuestos al fuego.

26.5.3.2.2.8 Hay algunos dispositivos de corte que funcionan al fundirse un material que llevan en su interior, lo cual hace que un muelle separe los contactos. Son mecanismos de un solo uso que, si alguna vez se disparan, se deben cambiar aunque a veces se puentean deliberadamente, permitiendo que el aparato funcione sin protección. Por tanto hay que inspeccionar el aparato para ver si dispone de tales dispositivos y si el dispositivo ha sido manipulado o había sido cambiado anteriormente.

26.5.3.2.2.9 Muchos aparatos llevan interruptores que funcionan al moverlos. Los interruptores - limitadores de los aparatos que tienen piezas móviles, están pensados para que esa pieza no se mueva demasiado. Los hornos de aire forzado pueden tener un interruptor que actúa haciendo que la corriente de aire levante una pala para que el horno siga funcionando. Los aparatos más grandes suelen tener interruptores en la puerta, para que el aparato se desconecte al abrir la puerta o para que se encienda una luz. Los motores de los aparatos grandes suelen tener un interruptor centrífugo que desconecta el bobinado de puesta

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

en marcha en cuanto el motor alcanza su régimen normal. Estos interruptores pueden también controlar un circuito de calefacción, para que no funcione si no funciona el motor. Como con los demás interruptores que funcionan de modo mecánico, estos pueden fallar si los componentes que los accionan se descolocan o si el interruptor se afloja en su cajetín.

26.5.3.2.2.10 Muchos calentadores eléctricos portátiles tienen un interruptor en la punta, con frecuencia incorporado al termostato. El interruptor tiene un brazo con un contrapeso que cuelga y abre los contactos cuando el calentador se deja de punta, es decir, si no está en su posición normal.

26.5.4 Solenoides and Relés. Los relés y solenoides se utilizan en los aparatos eléctricos para controlar circuitos de alta tensión con otros de menor potencia y a menudo de menor tensión. El accionamiento del circuito de menor potencia hace que pase una corriente que crea un campo magnético o por un electroimán que mueve un eje o palanca de hierro. Ese movimiento abre o cierra el circuito de alta tensión. Después de un incendio se pueden encontrar restos de los relés o solenoides. Si están muy afectados, puede resultar imposible saber si funcionaban o no o en qué posición estaban en el momento del incendio. Hay que examinar sus contactos para ver si han quedado pegados durante el fuego.

26.5.5 Transformadores. Los transformadores se usan para reducir los voltajes normales de 120 V y para aislar el resto del aparato del circuito de alimentación. Algunos transformadores dejan pasar la corriente en cuanto se enchufa el aparato, de modo que siempre pasa por el primario alguna corriente que lo calienta. En otros aparatos el transformador no funciona hasta que se encienden con el interruptor. Los aparatos están diseñados de modo que el calor del transformador se mantiene al mínimo cuando la carga eléctrica es normal. Sin embargo, cuando se usan durante mucho tiempo y si el aire no circula bien, el aumento de temperatura puede deteriorar el bobinado. Si el alambre del bobinado empieza a formar cortocircuitos, disminuye la impedancia y aumenta la corriente, y por tanto el calor. Esto puede hacer que el calor se eleve mucho, rompiéndose o fundiéndose el bobinado y creando un fallo de puesta a tierra que puede abrir el dispositivo de protección del circuito. En algunos casos, el aislante caliente u otros combustibles del transformador pueden arder antes de que se interrumpa la corriente eléctrica.

26.5.5.1 Los transformadores de los aparatos suelen llevar un núcleo de acero y bobinado de cobre. Ambos sobreviven al calor del incendio, aunque se calienten mucho. El examen de un transformador de un aparato quemado puede demostrar si el bobinado interior estaba menos caliente e incluso conserva el color brillante del cobre. Eso es señal de que el calor fue externo y no procede del transformador. Un transformador de un aparato muy afectado por el calor puede tener el bobinado fundido, y por tanto con aspecto de cobre oxidado sin que quede aislante sobre el núcleo. Los restos del bobinado estarán flojos sobre el núcleo. Esto puede suceder porque haya estado expuesto el aparato mucho tiempo al fuego y no demuestra que la causa haya sido el bobinado recalentado. El recalentamiento del bobinado se puede determinar si existen marcas claras internas de calor, si se han producido arcos entre una vuelta y otra y si existen marcas de fuego salido del aparato. Un transformador se puede calentar incluso aunque esté protegido por un fusible, pues el fusible siempre tiene un factor de seguridad.

26.5.5.2 Algunos transformadores pueden estar totalmente rodeados por una caja de acero y probablemente no pueden incendiar combustibles adyacentes, pues antes disparan el dispositivo de protección. Otros son abiertos y llevan aislantes de papel o plástico que pueden arder.

26.5.6 Motores. Los motores son corrientes en los aparatos electrodomésticos y proporcionan movimiento mecánico. Suelen ir desde 1/3 a 1/4 de caballo en las lavadoras o aparatos más grandes, hasta motores más pequeños en otros aparatos. Los motores más comentes están proyectados para que funcionen a cierta velocidad. Si el rotor se para mientras sigue pasando corriente por el motor, disminuye la impedancia y aumenta la intensidad. Esto puede hacer que el bobinado del motor se caliente lo suficiente para quemar el aislante y el plástico que forme parte del aparato.

26.5.6.1 Los motores llevan a menudo incorporado un dispositivo protector que impide que pase la corriente si la temperatura sube demasiado. Ese dispositivo puede ser un fusible, un mecanismo de corte térmico, un protector térmico de rearme automático o de rearme manual. Algunos motores tienen dos sistemas: un protector térmico con rearme y un mecanismo de corte térmico. Si se sospecha que un motor puede haber sido el origen de un incendio, hay que examinarlo junto con su dispositivo de protección por personal experto, antes de determinar si ha sido realmente la causa.

26.5.6.2 Se puede examinar el bobinado de los motores para ver si no presenta síntomas de estar muy caliente, lo que indicaría que el calor vino del exterior. Si el bobinado está muy quemado con hilos oxidados, pero el material alrededor del motor no presenta síntomas de estar muy caliente, eso indica que el bobinado se recalentó. Si hay muchas marcas de fuego alrededor del motor, el bobinado estará probablemente fundido del todo, tanto si el fuego empezó en el motor como si no.

26.5.6.3 Los motores pequeños que accionan ventiladores de refrigeración u otros dispositivos, no suelen ser fuente de ignición pues no tienen par suficiente para generar mucho calor por rozamiento. Algunos motores pequeños tienen carcasa metálica lo que hace poco probable la ignición por calentamiento interno. Los motores con bobinado en corto suelen ir abiertos, por lo que pueden incendiar los combustibles en contacto con ellos si el bobinado se calienta mucho.

26.5.7 Elementos de Calefacción. Es de esperar que los elementos de calefacción se calienten lo suficiente para incendiar los combustibles que entren en contacto con ellos. El diseño y construcción del aparato hará normalmente que los combustibles se mantengan alejados del elemento. Una excepción son los aparatos de cocina, en los que el elemento caliente está al aire. Los elementos de calefacción pueden estar protegidos, como en los hornos y estufas, o estar al aire y ponerse al rojo, como en las cocinas. Estos elementos son normalmente cables o barras de una aleación de níquel-cromo-hierro. Los que están proyectados para ponerse al rojo dan lugar a una capa de óxido gris mate que se deposita a su alrededor. En algunos aparatos, un ventila-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

dor disipa rápidamente el calor del elemento de calefacción para evitar que se ponga al rojo. Después de mucho uso, la superficie de esos elementos suele mantener el brillo.

26.5.7.1 Cuando se quema un cable, los extremos del punto donde se rompe pueden quedar colgando. Un extremo puede entrar en contacto con la carcasa metálica del aparato, conectada a tierra, y formar un nuevo circuito. Según la resistencia que presente esa parte del elemento, el contacto con la parte puesta a tierra puede hacer que el aparato siga funcionando, se caliente demasiado o se abra el circuito de protección.

26.5.7.2 Los elementos ocultos consisten en una resistencia rodeada por un aislante (óxido de magnesio) y encerrada en un recinto metálico, hecho generalmente de acero o en muchos casos de aluminio. Si se funde la protección de aluminio, es más probable que sea como resultado de un fuego externo que del calor interno. Sin embargo si la fusión y calentamiento de la protección, de los ventiladores o de los materiales adyacentes presentan marcas claras de que el calor procede del elemento de calefacción, eso sería prueba suficiente de que el elemento se habría sobrecalentado. Hay que probar la continuidad y resistencia eléctrica del elemento. Un elemento quemado podría indicar que se ha sobrecalentado o simplemente que era viejo. Un análisis por rayos X puede ayudar a diagnosticar el estado interno del elemento de calefacción.

26.5.7.3 Algunos calentadores eléctricos se han quemado por fallos de puesta a tierra entre el elemento y la hoja instalada alrededor del aislante, produciendo erupciones características de metal fundido en distintos puntos a lo largo de esa hoja. Aunque los calentadores están diseñados normalmente para que no haya materiales combustibles que puedan arder fácilmente, las chispas causadas por los arcos, si salen a través de la rejilla protectora, pueden hacer que ardan los combustibles.

26.5.8 Iluminación. Muchos aparatos electrodomésticos llevan luces para iluminar los contadores, la zona de trabajo o los huecos internos. Normalmente son bombillas de poca potencia, que no pueden provocar un incendio. La mayoría de estas bombillas serán incandescentes, pero se pueden utilizar lámparas fluorescentes para iluminar la zona de trabajo del aparato. Las lámparas fluorescentes tienen cebadores (básicamente transformadores) que se pueden recalentar. Pero llevan protectores térmicos internos (excepto los antiguos) y normalmente van instalados en un cajetín, por lo que no es probable que puedan causar un incendio. Los tubos fluorescentes no se calientan mucho para que puedan prender en los combustibles que hay alrededor, pero algunos sí, de modo que pueden hacer arder los combustibles que toquen.

26.5.8.1 Sistemas de Iluminación Fluorescente. Los sistemas de iluminación fluorescente emplean uno a más tubos de vidrio llenados con un gas auxiliar o de arranque y mercurio a baja presión. Se crea una descarga eléctrica en toda la longitud del tubo de vidrio. El mercurio gaseoso se excita, liberando luz ultravioleta, que es convertida en luz visible por un revestimiento en el interior de la lámpara conocido como fósforo o polvo fluorescente.

26.5.8.1.1 Los sistemas de iluminación fluorescente pueden ser divididos en dos grupos. El primero es el de los sistemas cuyas lámparas tienen en sus extremos filamentos calentados. Este grupo comprende los sistemas de precalentamiento y arranque rápido. El segundo grupo comprende los sistemas de arranque instantáneo en los que la descarga es creada al aplicar altos voltajes a lo largo de la lámpara sin filamentos calentados independientemente.

26.5.8.1.2 Las lámparas fluorescentes requieren para funcionar un cebador. El cebador ejecuta al menos dos funciones. La primera es generar el voltaje suficiente para hacer que la descarga eléctrica recorra la lámpara a través del gas auxiliar y del vapor de mercurio. La segunda es limitar el flujo de corriente a través de la lámpara para impedir que la lámpara se funda inmediatamente.

26.5.8.1.3 Hay dos tipos de cebadores fluorescentes, el magnético y el electrónico. Los cebadores magnéticos normalmente llevan una reactancia o un transformador, con uno o más condensadores. Desde 1968, a casi todos los cebadores fluorescentes instalados en nuevos elementos se les requirió que incorporasen una protección contra sobrecalentamiento. Estos cebadores se identificaron como Clase P hasta 1884. Se requirió que los cebadores de repuesto para cebadores no de Clase P llevasen un protector térmico autorearmable cerca del transformador. Algunos cebadores fabricados antes de 1984 llevaban un protector térmico monoestable de un solo uso. La mayoría de los cebadores fluorescentes magnéticos tienen un código de datos individual de cada fabricante estampado en el metal de su carcasa.

26.5.8.1.4 Los cebadores electrónico normalmente usan un circuito impreso con componentes electrónicos y pequeños componentes magnéticos para operar las lámparas fluorescentes a frecuencias más altas para proporcionar más eficiencia. Algunos cebadores electrónicos incorporan protectores térmicos mientras que otros levan fusibles de protección.

26.5.8.1.5 Los cebadores fluorescentes, tanto magnéticos como electrónicos, normalmente están llenos de una pasta de base asfáltica para tener mejor transferencia de calor, reducir el ruido y mantener en su lugar las partes internas. La pasta puede ablandarse y fluir fuera del cebador como consecuencia de calor interno o externo de un fuego. El encontrar después de un incendio prueba de que la pasta ha fluido fuera de la carcasa del cebador no prueba que el cebador hay tenido un fallo previo o un recalentamiento. Los cebadores normalmente están encerrados en una carcasa metálica ligera de la lámpara. Cualquier pasta que salga del cebador debida al calentamiento interno quedará probablemente retenida por la carcasa. La pasta que gotease no inflamará otros materiales a no ser que salga ardiendo.

26.5.8.1.6 Algunos productos de incendio producen fallos de cebadores fluorescentes incluyendo penetraciones de arco en materiales combustibles de techos y sobrecalentamiento externo de bobinas que conducen el calor hasta materiales combustibles adyacentes. Los cebadores fluorescentes ni deberían desarmarse en el lugar del incendio. Los cebadores sospechosos deberían ser guardados junto con sus fijaciones y cableado para examen de laboratorio por expertos cualificados. Deberían examinarse también los soportes de lámparas fluorescentes en busca de evidencias de fallos y arco dentro de los soportes.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

26.5.8.2* Sistemas de Iluminación por Descarga de Alta Intensidad. Los sistemas de iluminación por descarga de alta intensidad son fuentes de iluminación que usan una lámpara con un tubo corto lleno de vapores de varios metales. Se crea una descarga eléctrica a lo largo de todo el tubo, excitando los átomos de vapor de metal y creando luz. Las lámparas de descarga de alta intensidad operan a presiones más elevadas que las fluorescentes. Los sistemas de iluminación por descarga de alta intensidad incluyen vapor de mercurio, haluros metálicos y sistemas de sodio a alta presión. Los sistemas de iluminación por descarga de alta intensidad son usados normalmente en edificios comerciales como almacenes, áreas de fabricación t locales de reventa.

26.5.8.2.1 Los sistemas de iluminación por descarga de alta intensidad son utilizan normalmente un cebador un condensador de energía para proporcionar el voltaje de arranque a la lámpara y para limitar la corriente que fluye a través de la lámpara. Estos cebadores pueden ser de tipo magnético o eléctrico. El cebador de tipo eléctrico no suele estar rodeado por una pasta. Algunos cebadores de iluminación por descarga de alta intensidad están protegidos mediante fusibles o protectores térmicos. La mayoría de los cebadores de descarga de alta intensidad están montados dentro de una carcasa de fijación encima del conjunto de portalámparas y reflector.

26.5.8.2.2 Los sistemas de iluminación por descarga de alta intensidad pueden fallar debido a fallos de arco en la carcasa del cebador. Algunas fijaciones tienen suficientes huecos y aberturas que permiten que gotas y chispas por fallos de arco salgan de la carcasa de fijación.

26.5.8.2.3 La mayoría las lámparas de mercurio y de haluros metálicos usan un cilindro de cuarzo silíceo fusible con electrodos en cada extremo. Este cilindro es llamado tubo de arco. A temperatura ambiente, este cilindro está normalmente a presión atmosférica. Este tubo de arco está soportado por un marco dentro de una envoltura o camisa externa de vidrio. Las lámparas están marcadas con un código de fechas que indica la de fabricación. Los códigos de fechas son únicos para cada fabricante. En funcionamiento normal, el tubo de arco en una lámpara de haluro metálico puede alcanzar temperaturas del orden de 900°C a 1100°C (1652°F a 2012°F) y presiones internas de 5 a 30 atmósferas. Los tubos de arco con vapor de mercurio pueden funcionar entre 600°C y 800°C (1112°F y 1472°F) y presiones entre 3 y 5 atmósferas. Las lámparas de sodio a alta presión trabajan a presión inferior normalmente cerca de 1 atmósfera.

26.5.8.2.4 En ciertas condiciones, incluyendo al funcionamiento de la lámpara más allá de su duración prevista o durante ciertos fallos del cebador, el tubo de arco de una lámpara de haluro metálico pueden fallar al funcionar a la temperatura y presión de trabajo. Piezas o partículas calientes del tubo de arco pueden romper la envoltura exterior de vidrio y salir de la lámpara. Algunos soportes de haluros metálicos tienen lentes o escudos diseñados para contener cualquier escape de piezas o partículas. Las lámparas de haluro metálico disponen de escudos internos diseñados para detener las piezas rotas del tubo de arco e impedir que rompan la envoltura exterior de vidrio. Se sabe que se han producido roturas de lámparas de vapor de mercurio.

26.5.8.2.5 La investigación de un elemento de iluminación por descarga de alta intensidad sospechoso requiere la evaluación de la alimentación eléctrica del elemento, cableado, cebador, condensadores, lámpara y cualesquiera lentes presentes. Los soportes no deberían ser desarmados en el lugar del incendio sino guardados para examen de laboratorio. La evaluación de una lámpara de vapor de mercurio o haluro metálico requiere que se encuentren restos de la lámpara, si es posible. Todas las partes del tubo de arco deberían guardarse y protegerse contra cualquier daño adicional. Los bordes de la envoltura de vidrio del tubo de arco no deberían manipularse, moverse o limpiarse antes del examen de laboratorio. Las partes del marco y la base de la lámpara deberían también ser recogidas y guardadas cuidadosamente. Ya que el tubo de arco de cuarzo de la lámpara puede romperse por el colapso del edificio, extinción y traslado. La presencia en sí misma de un tubo de arco roto no es prueba de que dicha ruptura fuese anterior a la ignición. La obtención de lámparas y fijaciones adicionales en el lugar del incendio es una ayuda, a menudo, para comparar y obtener la historia del funcionamiento de las lámparas.

26.5.9 Componentes Varios. En los aparatos electrodomésticos puede haber otros dispositivos como amortiguadores o reguladores de velocidad. En general, muchos de estos dispositivos son de estado sólido, totalmente electrónicos. Los aparatos antiguos pueden contener dispositivos no electrónicos, como reóstatos o resistencias. Generalmente los componentes electrónicos son destruidos por el fuego, a no ser que sea de muy corta duración. En la mayoría de los casos, los restos de los amortiguadores u otros dispositivos electrónicos no sirven para determinar la causa del fuego, pues son casi siempre tarjetas de circuito impreso que se ven afectadas muy rápidamente por el fuego.

26.5.9.1 Los temporizadores pueden ir incorporados a los aparatos o independientes. Son accionados por pequeños motores de relojería que conectan mecánicamente unos interruptores. A veces se encuentran restos de temporizadores después de un incendio, pero están en muy mal estado. Los motores pequeños de los temporizadores pueden estar en marcha mucho tiempo pero no se calientan como para causar un incendio. El fallo de los temporizadores se debe normalmente al desgaste de sus engranajes o a la rotura de los dientes. Los temporizadores electrónicos no dejan rastros reconocibles después de quemarse.

26.5.9.2 Para medir la diferencia de temperatura se utilizan termopares. Funcionan creando una diferencia de tensión en la unión de dos metales distintos, que se compara con el resto del circuito o con una unión de referencia. La temperatura se puede leer en contadores analógicos o digitales.

26.5.9.3 Una termopila es una serie de termopares dispuesta de manera que los voltajes de las uniones en serie se unen para crear una diferencia de potencial capaz de accionar un electroimán. Se utilizan termopilas en los aparatos de gas para mantener abierta una válvula cuando está encendida la llama piloto o para cerrarla cuando la llama piloto se apaga. Los nuevos aparatos de gas llevan disparadores eléctricos en vez de llama piloto.

26.6 Aparatos Electrodomésticos Comunes. A continuación se ofrece una breve descripción del funcionamiento y componentes de los aparatos electrodomésticos más corrientes, para que el investigador sepa cómo funcionan.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

26.6.1 Hornos y Estufas. El calor del horno procede de la electricidad que pasa por unas resistencias o de la quema de gas natural o propano. En el interior del horno la temperatura se regula mediante un termostato y una válvula de gas o interruptor de corriente. En una estufa de gas, el caudal de gas y la intensidad del calor están regulados por una válvula que alimenta un quemador. Una estufa eléctrica utiliza normalmente un temporizador que regula el ciclo del quemador. El temporizador se ajusta a mano. La posición alta hace que el ciclo dure más (puede ser continuo). La ignición del gas en una estufa u horno puede ser por llama piloto o por un encendedor eléctrico que crea un arco capaz de hacer arder el gas.

26.6.2 Cafeteras. Las cafeteras son de distintos modelos. La más popular en el hogar consiste en un depósito de agua, una resistencia que se calienta, una parte superior y una carcasa. Cuando se pone en marcha la cafetera, la resistencia hace hervir el agua del depósito. El vapor creado empuja el agua a la parte donde se ha puesto el café molido en un filtro. El agua pasa a través del café y se deposita en la parte superior de la cafetera. Sin embargo, esta parte puede estar en muchos casos sobre una placa caliente, calentada generalmente por la misma resistencia que hacer hervir el agua. El calor de la resistencia se regula por un termostato que se desconecta cuando llega a una temperatura dada. Si se enfría el café por debajo de cierta temperatura, el termostato se vuelve a poner en marcha. Para evitar que la resistencia se caliente demasiado, puede llevar un dispositivo de corte térmico. Si llega a una temperatura máxima, este dispositivo abre el circuito y evita que la resistencia se siga calentando. Algunas cafeteras llevan varios dispositivos de corte, temporizadores automáticos que ponen en marcha la cafetera transcurrido cierto tiempo, un reloj que pone en marcha la cafetera a una hora fija, etc. En la investigación de un incendio hay que comprobar los circuitos de corte de corriente para ver si están puenteados.

26.6.3 Tostadores. El tostador utiliza una resistencia eléctrica para tostar o calentar alimentos. Es un aparato relativamente sencillo que lleva un sensor ajustable para regular el tiempo. Pulsando hacia abajo una palanca, la comida es introducida en la bandeja, y los calentadores se encienden. El sensor suele ser un elemento bimetálico que puede detectar la temperatura en el tostador, pero más frecuentemente el bimetal tiene su propio calentador y casi es independiente de la temperatura del tostador. Cuando termina el ciclo de tueste, un pestillo mecánico libera parcialmente la bandeja y desconecta el calentador bimetal. Al enfriarse el bimetal, un segundo pestillo libera completamente la bandeja, que expulsa el alimento. Muchos diseños recientes utilizan un cronómetro electrónico que controla un pestillo electromagnético.

26.6.4 Abrelatas Eléctricos. Un abrelatas eléctrico lleva un motor que hace girar el bote bajo una cuchilla que lo abre. Generalmente sólo funcionan mientras se mantiene pulsada una palanca. Eso hace que el bote se sujete y al mismo tiempo cierra el circuito del motor. El motor eléctrico del abrelatas puede o no estar protegido contra recalentamiento por un dispositivo de corte térmico.

26.6.5 Frigoríficos. Un frigorífico y un congelador corrientes se basan en un ciclo de refrigeración y un sistema de ventilación que mantiene su interior a una temperatura adecuada. El sistema de refrigeración consiste en un evaporador (intercambiador de calor en el interior), un condensador (intercambiador de calor en el exterior), un compresor, un refrigerante (generalmente un CFC o gas freón®) y los tubos que conectan todos estos componentes. El aire caliente que sale del interior del frigorífico se aprovecha para evaporar el refrigerante. Una vez convertido en vapor, el refrigerante pasa por el compresor donde es comprimido y condensado en el condensador hasta convertirlo en líquido. Cuando el refrigerante se condensa, libera el calor que había captado en el interior del refrigerador, se enfría el aire alrededor del evaporador y se calienta alrededor del condensador. El aire frío pasa por el frigorífico y el aire caliente se disipa en la habitación en la que está colocado el refrigerador. Este ciclo de refrigeración está regulado por un temporizador que determina su duración o por un termostato.

26.6.5.1 El compresor está normalmente accionado por un motor eléctrico, protegido generalmente por un dispositivo de corte térmico. El compresor suele estar situado en un recipiente hermético que actúa como disipador de calor evitando que, si el compresor se calienta mucho, pueda incendiar los combustibles cercanos. El refrigerador lleva además una bombilla, un mecanismo que fabrica cubos de hielo, en algunos casos un motor que dispensa los cubos de hielo, un ventilador para el condensador y quizá otro para el evaporador.

26.6.5.2 El frigorífico puede tener también serpentines en varias zonas para descongelado automático y para evitar que se condense el agua en sus superficies externas. Los descongeladores automáticos están proyectados para que funcionen a intervalos periódicos, evitando la acumulación de hielo en las superficies interiores del frigorífico, sobre todo del congelador.

26.6.5.3 Bajo la superficie exterior del frigorífico se suelen instalar calentadores que evitan la condensación y que funcionan también a intervalos periódicos. Algunos modelos permiten desactivar esta función para ahorrar energía. En cualquier caso, estos calentadores son siempre resistencias de baja potencia.

26.6.6 Lavavajillas. Un lavavajillas lleva una bomba que pulveriza y distribuye el agua caliente y el jabón sobre los platos y vasos. Generalmente lleva una resistencia eléctrica situada en la parte inferior, para calentar el agua. Cuando ha terminado de lavar y aclarar, expulsa el agua y seca la vajilla mediante la resistencia, que una vez expulsada el agua queda a aire. Algunos modelos permiten desactivar la resistencia durante el secado para ahorrar energía. Otros accesorios que llevan lavavajillas son unas electroválvulas y un temporizador que marca el ciclo de lavado. El motor de la bomba eléctrica puede llevar o no protección térmica. Algunos lavavajillas han dado lugar a incendios por fallos en los botones, que han hecho que se queme la carcasa de plástico.

26.6.7 Hornos de Microondas. Un horno de microondas lleva un dispositivo llamado magnetrón que genera y dirige ondas de radio (microondas) en el interior del horno. La frecuencia de esas ondas hace que se calienten los alimentos colocados dentro del horno. Para ofrecer una mejor distribución de las ondas, puede haber un dispositivo que las distribuye uniformemente y la bandeja puede ser giratoria. También tiene un temporizador, circuitos de control, un transformador y una luz interior. El transformador suministra la alta tensión necesaria para el magnetrón. El magnetrón suele llevar un dispositivo de corte tér-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

mico. También puede haber otros dispositivos de este tipo en la parte superior, para cortar la corriente si se produce un fuego dentro del horno.

26.6.8 Calentadores Portátiles. Los calentadores portátiles de las viviendas son de muy distinto diseño, pero generalmente se dividen en dos grupos: por convección o por radiación. Un convector lleva un ventilador que impulsa el aire que pasa por él a una superficie o elemento caliente. Un radiador no lleva ventilador y calienta el aire por radiación. Este no es el lugar para discutir a fondo los distintos tipos de calentadores, pero el investigador debe familiarizarse con ellos leyendo los manuales de funcionamiento, viendo los planos y examinando algunas muestras. Los calentadores llevan distintos medios y dispositivos de control. Generalmente regulan la temperatura, evitan el recalentamiento o cortan la corriente si el calentador se cae o se pone en una posición distinta de la normal.

26.6.9 Mantas Eléctricas. Una manta eléctrica es una resistencia eléctrica dentro de una manta. Los mandos generalmente están situados fuera o en el cordón. La temperatura se ajusta normalmente a mano, regulando el ciclo de conexión y desconexión. En uno o más lugares cerca del elemento de calefacción se sitúan los dispositivos de corte térmico que evitan que la manta se caliente más de lo normal. Puede haber instalados hasta 12 ó 15 de estos dispositivos. La manta eléctrica está diseñada para no calentarse mucho si está extendida. Si se enrolla o dobla, el calor se puede acumular en su interior y hacer que la manta se chamusque o incluso se queme. Pero normalmente los dispositivos de protección evitarían estos extremos.

26.6.10 Acondicionadores de aire de ventana. Un acondicionador de aire portátil está diseñado para colocarlo en una ventana de una vivienda y enfriar la habitación. Eso se consigue mediante un ciclo de refrigeración muy parecido al de los frigoríficos (*véase 26.6.5.*) El aire extraído de la habitación pasa por el acondicionador, por un evaporador donde se enfría y vuelve otra vez a la habitación. Un ventilador accionado por un motor eléctrico mejora la circulación de aire. Este motor suele estar protegido por un dispositivo de corte térmico. Estos aparatos llevan mandos para regular la velocidad del ventilador, la capacidad de refrigeración y la temperatura. Los de menos potencia llevan un motor de 120 V y los de más potencia de 240 V.

26.6.11 Secadores y Rizadores de Pelo.

26.6.11.1 Los secadores típicos llevan un ventilador de gran velocidad que impulsa el aire, que pasa por una resistencia eléctrica. Normalmente sólo tienen un interruptor aunque algunos tienen más de una posición (potencia) y más de una velocidad del ventilador. Normalmente, cerca de la resistencia llevan instalado uno o más dispositivos de corte térmico para evitar el recalentamiento.

26.6.11.2 Los rizadores o cintas rizadoras de pelo consisten en una resistencia eléctrica dentro de una cinta o barra alrededor de la que se enrolla el pelo. Algunos llevan un compartimento en el que se echa agua para generar vapor. Suelen tener un interruptor y un regulador de potencia. Muchos modelos llevan una luz que indica si el rizador está enchufado. Normalmente llevan uno o más dispositivos de corte térmico cerca de la resistencia, que se rearman o no automáticamente.

26.6.12 Planchas. Una plancha moderna consiste en una resistencia eléctrica situada alrededor de la suela, que la calienta. Las planchas de vapor requieren que se eche agua, que distribuye el calor y produce vapor. Los mandos de estas planchas van desde un simple selector de temperatura e interruptor hasta las unidades electrónicas que se apagan solas. Las planchas están diseñadas de modo que producen calor cuando están en posición vertical y horizontal. La mayoría de ellas llevan uno o más dispositivos que las desconectan para evitar que se recalienten.

26.6.13 Secadoras de Ropa.

26.6.13.1 Todas las secadoras de ropa llevan un tambor giratorio con un motor eléctrico y una soplante para la circulación del aire. La energía de la fuente de calor puede ser la electricidad o la combustión de gas. Todas las secadoras eléctricas llevan motor de 120 ó 240 V. La ropa se seca haciéndola girar en un tambor a través del cual circula aire caliente, que sale por un orificio que generalmente se comunica con la parte exterior de la casa. La mayoría de las secadoras llevan filtros que retienen la pelusa de la ropa para que no se deposite en su interior. Sin embargo, si el filtro se atasca, si no funciona o si la tela que se seca produce gran cantidad de pelusa, se puede acumular en otras zonas y puede constituir riesgo de incendio. Si una prenda de ropa u otro material quedan enganchados entre el tambor giratorio y la carcasa fija, se puede producir calor suficiente por rozamiento para que se queme. Se han producido incendios en secadoras porque se han depositado en su interior trapos empapados en aceite u objetos de plástico, como bolsas de guardar ropa.

26.6.13.2 Las secadoras típicas tienen controles del ciclo de secado, sensores de humedad, mandos de la fuente de calor y selectores de intensidad. Llevan dispositivos de corte térmico para evitar el recalentamiento y otros componentes como un motor para el soplante y resistencias eléctricas.

26.6.14 Electrónica de Consumo. La electrónica de consumo la constituyen aparatos como televisiones, vídeos, radios, reproductores de CD, videocámaras, ordenadores personales, etc. Estos aparatos tienen componentes muy similares, como una fuente de alimentación, tarjetas de circuito impreso en las que van montados muchos componentes electrónicos, y una carcasa. Algunos de ellos, como las televisiones y los reproductores de CD, tienen componentes que funcionan a alta tensión. Otros se pueden manejar mediante mando a distancia. Este no es el lugar para discutir a fondo los distintos aparatos de este tipo, pero el investigador debe familiarizarse con ellos leyendo los manuales de funcionamiento, viendo los planos y examinando algunas muestras.

26.6.15 Lámparas. Las bombillas típicas de una vivienda son incandescentes o fluorescentes. Una bombilla incandescente lleva en su interior un filamento de metal fino rodeado por gas inerte, como argón, o de vacío. Si una bombilla incandescente funciona bien, su principal subproducto es el calor generado. Las bombillas o tubos fluorescentes funcionan a alta tensión que produce un cebador (transformador), iniciando y manteniendo una descarga eléctrica lo largo del tubo. El interior del tubo está revestido de material fluorescente, es decir, que produce luz cuando recibe la energía de una descarga eléctrica. Este tipo de bombillas o tubos produce menos calor, pero el cebador sí se calienta. Los cebadores llevan conmutadores térmicos rearmables para evitar que se calienten demasiado (*véase 26.5.5).*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Capítulo 27 Incendios de Vehículos a Motor

27.1* Introducción. Este capítulo trata de los factores relativos a la investigación de incendios de vehículos a motor, como automóviles, camiones, equipos pesados y vehículos recreativos (casas móviles). Aunque no cubre los vehículos que circulan por aire y por agua ni los ferrocarriles, hay muchos factores que podrían aplicarse también a éstos, sobre todo los relativos a la documentación del lugar de los hechos, a los combustibles, fuentes e hipótesis de la ignición. Las investigaciones sobre incendios marinos se describen en el Capítulo 30.

27.1.1 Para determinar el punto o puntos de origen y la causa del incendio, se utilizan a menudo las marcas de quemaduras o de los daños dejadas en los paneles de la carrocería o en el interior del vehículo.

27.1.2 En algún momento se llegó a creer que un incendio que se había propagado rápidamente y daños importantes eran indicativos de un incendio provocado. Sin embargo, el tipo y cantidad de materiales combustibles que hay en los modernos automóviles pueden producir, cuando se queman, esos daños tan graves sin necesidad de añadir más combustible como gasolina. En el caso de la destrucción total, no se puede suponer normalmente por el sólo estado del vehículo que el incendio fue intencionado. Se debe tener la máxima precaución al estudiar las marcas del fuego o los daños causados para determinar el punto de origen. Las interpretaciones extraídas de estas marcas se deben confirmar con declaraciones de los testigos, análisis de laboratorio, fichas de revisiones que indiquen fallos mecánicos o eléctricos y anuncios de los fabricantes que se pueden obtener de la National Highway Transportation Safety Administration (NHTSA), o del Center for Auto Safety. El investigador debe además estar familiarizado con la composición del vehículo y su funcionamiento en condiciones normales.

27.1.3 Dado un determinado combustible y una fuente de ignición, el tamaño relativamente pequeño de un coche puede hacer que el fuego se propague más rápidamente que, por ejemplo, en una habitación de un edificio. Sin embargo, los principios de la dinámica del fuego son los mismos en un coche que en un edificio y, por tanto, los métodos de investigación deben ser los mismos (*véanse Capítulos 4 and 5*.)

27.2 Seguridad en la Investigación de Incendios en Vehículos. La finalización de una investigación completa de un vehículo quemado puede tener varios aspectos relacionados con la seguridad física, que son diferentes a los que normalmente se encuentran en un incendio de un edificio. Véase Capítulo 13 para información adicional sobre seguridad.

27.2.1 Antes de realizar una inspección del bastidor del vehículo, se deben tomar precauciones para prevenir que el vehículo se mueva y cause heridas al investigador. La utilización de elevadores hidráulicos para soportar el peso del vehículo, los gatos, u otros dispositivos de elevación, junto con los sistemas de frenado o bloqueo, ayudará en la prevención de movimientos súbitos o que se caiga encima del investigador.

27.2.2 Los airbags no activados (sistemas de refrenado suplementario) también suponen un aspecto potencialmente peligroso para la seguridad personal del investigador de incendios. La ácida de sodio (agente propulsor del airbag) es un material peligroso, y su contacto o inhalación puede suponer un peligro para la salud del investigador. Muchos vehículos también vienen equipados con un airbag adicional y sistemas de refrenado para los viajeros. El investigador necesitará identificar los sistemas presentes, el estado operativo de estos sistemas, y, si es necesario, debe asegurarlos antes de alterar los compartimentos de los pasajeros, para prevenir su activación accidental.

27.2.3 La inspección contra incendios de vehículos puede presentar otras muchas situaciones que supongan peligros de seguridad para el investigador, como las fugas de combustible o el combustible restante en los depósitos, que suponen un peligro de incendio; lubricante perdido, que supone peligro de resbalones y caídas; energía eléctrica almacenada en la batería; o cristales rotos, con peligro de pinchazos y cortes.

27.3 Combustibles en los Incendios de Vehículos. Hay una gran variedad de materiales y sustancias que pueden ser los primeros que se incendien en los incendios de vehículos a motor: el combustible, el aceite de la caja de cambios, los líquidos de frenos y la servodirección; los refrigerantes y los lubricantes; los guarnecidos del interior del vehículo y la carga. Una vez iniciado el fuego, cualquiera de esos materiales puede actuar como combustible secundario que afecte a la velocidad de propagación del fuego y, en última instancia, a la magnitud de los daños producidos.

27.3.1 Líquidos Inflamables. Los líquidos combustibles se usan en los motores de los vehículos, y pueden estar asociados a incendios de vehículos. Estos líquidos pueden entrar en contacto con una fuente de ignición como resultado de un mal funcionamiento de uno de los sistemas del vehículo; por causa del daño producido por un impacto en uno o más de los sistemas del vehículo que contiene dicho líquido; o debido a un acto premeditado. La Tabla 27.3.1 muestra una serie de características físicas y de combustión de los líquidos inflamables usados en motores de vehículos. El hecho de que un líquido dado pueda entrar en ignición, depende de las propiedades del líquido, su estado físico, la naturaleza de la fuente de ignición, así como otras variables relacionadas con el vehículo. Los valores de punto de inflamación y temperatura de auto ignición mostrados en la Tabla 27.3.1, fueron obtenidos en pruebas de laboratorio controladas, y no pueden ser aplicados de manera general a las igniciones producidas en motores de vehículos. El vehículo y el entorno afectan a la temperatura de las superficies requeridas para llegar a la temperatura de auto ignición del motor del vehículo. Estas variables son el flujo del aire, la duración del contacto entre el líquido y la superficie caliente, la composición del material, su masa, forma, y la textura de la superficie de la parte caliente sobre otras. La auto ignición de un líquido, en contacto con una superficie caliente, generalmente necesita una temperatura sustancialmente mayor que las temperaturas de auto ignición publicadas en los estudios de laboratorio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 27.3.1 Propiedades de los Líquidos Inflamables

	Punto de Inflamación [a]		Temperatura de Autoignición [b]		Límites de Inflamabilidad [c]		Punto de ebullición [d]				Densidad de Vapor [e]
					Inferior	Superior	PIE		PFE		
Líquido	**°C**	**°F**	**°C**	**°F**	**%**	**%**	**°C**	**°F**	**°C**	**°F**	**(Aire= 1)**
Gasolina	-45 a -40	-49 a -40	257–280	495–536	1.4	7.6	26–49	78–120	171–233	339–452	3–4
Diesel (fuel oil #2)	38–62	100–145	254–260	489–500	0.4	7	127–232	260–450	357–404	675–760	5–6
Líquido de frenos	110–171	230–340	300–319	572–606	1.2	8.5	232–288	111–142	460–550	238–288	5–6
Aceite de la servodirección	175–180	347–356	360–>382	680–>720	1	7	309–348	588–658	507–523	945–973	>1
Aceite de motor	200–280	392–536	340–360	644–680	1	7	299–333	570–631	472–513	882–955	>1
Aceite caja de cambios	150–270	302–510	>382	>716	1	7	316–371	601–700	>525	>977	>1
Aceite de transmisión automática	150–280	302–536	330–>382	626–>716	1	7	239–242	462–468	507–523	945–973	>1
Etilenglicol (anticongelante)	110–127	230–261	398–410	748–770	3.2	15.3	196–198	385–388			2.1
Propilenglicol (anticongelante)	93–107	199–225	371–421	700–790	2.6	12.5	187–188	369–370			2.6
Metanol (lavado)	11–15	52–-55	464–484	867–903	6	36	65	149			1.1

[a] Los datos de punto de ignición se obtuvieron de las Hojas de Datos Técnicos y de Seguridad de Materiales de los fabricantes y proveedores de las principales marcas de cada tipo de fluido disponible en los Estados Unidos. Los puntos de ignición de gasolinas fueron encontrados en fuentes procedentes de ASTM D 56. diesel, líquido de frenos, aceite de servodirección, aceite de motor, aceite de caja de transmisión, aceite de caja de cambios, etilenglicol (anticongelante), propilenglicol (anticongelante) y metanol fueron determinados por ASTM D 56, ASTM D 92 o ASTM D 93.

[b] Los datos de temperaturas de autoignición de gasolina, diesel, líquido de frenos, etilenglicol, propilenglicol y metanol se obtuvieron de las Hojas de Datos Técnicos y de Seguridad de Materiales de los fabricantes y proveedores de las principales marcas de cada tipo de fluido disponible en los Estados Unidos. Estas fuentes no informan generalmente sobre el método de ensayo usado para determinar la temperatura de autoignición; sin embargo, el método usado normalmente es el de ASTM E 659. Los datos de temperaturas de autoignición de aceite de servodirección, aceite de motor, aceite de caja de transmisión y aceite de caja de cambios se obtuvieron usando ASTM E 659.

[c] Los datos de límites de inflamabilidad se obtuvieron de las Hojas de Datos Técnicos y de Seguridad de Materiales de los fabricantes y proveedores de las principales marcas de cada tipo de fluido disponible en los Estados Unidos. Estas fuentes no informan generalmente sobre el método de ensayo usado para determinar la temperatura de autoignición; sin embargo, el método usado normalmente es el de ASTM E 659 para determinar el Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) y el Límite Superior de Inflamabilidad (LSI).

[d] Los datos de puntos de ebullición de gasolinas fueron obtenidos de la revisión anual norteamericana de gasolinas de la Alliance of Automobile Manufacturers para 2003. Los puntos de ebullición obtenidos en esta revisión fueron determinados mediante ASTM D 86. Los puntos de ebullición para diesel se obtuvieron de las Hojas de Datos Técnicos y de Seguridad de Materiales de los fabricantes y proveedores de las principales marcas de diesel disponibles en los Estados Unidos. Estas fuentes no informan generalmente sobre el método de ensayo usado para determinar el punto de ebullición para diesel. Los datos de puntos de ebullición de líquido de frenos, aceite de servodirección, aceite de motor, aceite de caja de transmisión y aceite de caja de cambios se obtuvieron usando ASTM D 2887. Los datos de puntos de ebullición de etilenglicol, propilenglicol y metanol se obtuvieron de las Hojas de Datos Técnicos y de Seguridad de Materiales de los fabricantes y proveedores de estos productos. Estas fuentes no informan generalmente sobre el método de ensayo usado para el punto de ebullición. En la tabla PIE y PFE son el Punto Inicial de Ebullición y el Punto Final de Ebullición, respectivamente.

[e] El dato de densidad de vapor fue obtenido de las Hojas de Datos de Seguridad del Material de los fabricantes y proveedores de estos materiales.

* Otros estudios son:

1. Arndt, S.M., Stevens, D.C., and Arndt, M.W., "The Motor Vehicle in the Post-Crash Environment, An Understanding of Ignition Properties of Spilled Fuels," SAE 1999-01-0086, International Congress and Exposition, Detroit, MI, March 1–4, 1999.

2. LaPointe, N.R., Adams, C.T., and Washington, J, "Autoignition of Gasoline on Hot Surfaces" *Fire and Arson Investigator*, Oct. 2005: pp. 18–21.

3. Colwell, J.D. and Reze, A. "Hot Surface Ignition of Automotive and Aviation Fluids," *Fire Technology*, Second Quarter 2005, pp. 105–123.

4. API PUBL 2216, *Ignition Risk of Hydrocarbon Vapors by Hot Surfaces in the Open Air*.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tabla 27.3.2 Propiedades de los Combustibles Gaseoso en Vehículos a Motor

	Temperatura de Autoignición		Límites de Inflamabilidad (Vol. % combustible en aire)		Punto de ebullición		Densidad (Aire)	
Gas	°C	°F	LII	LSI	°C	°F	Densidad de Vapor (aire =1)	Energía Mínima de Ignición (mJ)
Hidrógeno	400–572	753–1061	4.0	75.0	–253	–422	0.07	0.018
Gas Natural (metano)	632–650	1169–1202	5.3	15.0	–162	–259	0.60	0.280
Propano	450–493	842–919	2.2	9.5	–42	–44	1.56	0.250

Nota: Los datos de este cuadro son para productos genéricos o típicos y no de ningún producto concreto. Siempre que sea posible se deben obtener los datos de cada producto de sus correspondientes hojas de seguridad o mediante ensayos.

Tabla 27.3.3.1 Plásticos Comunes en Vehículos a Motor

	Temperatura de Ignition *		**Temperatura de Fusión**		**Δ Hc**	**Pico de Velocidad de Liberación de Calor †**	**Situación en el Vehículo**
Material	**°C**	**°F**	**°C**	**°F**	**kJ/g**	**kW/m²**	
Fibras acrílicas	560	1040	90–105	194–221	28	300	Revestimiento del techo
ABS	410	770	88–125	190–257	29	614–683	Paneles laterales
Fibra de vidrio (resina poliéster)	560	1040	428–500	802–932			Arden las resinas pero no las placas de vidrio
Nilones	413–500	775–932	220–265	428–509	28	517–593	Acabado, mecanismos de ventanas, salpicadero, unidad HVAC, estructura
Policarbonato	440–522	824–972	265	510	22	16	Panel de instrumentos, estructura, faros
Polietileno	270–443	518–830	115–137	240–280	40	453–913	Aislamiento del cableado, depósito de combustible, tapa de batería
Polipropileno	250–443	482–829	160–176	320–350	43	377–1170	Altavoces, estructura, conductos de aire, unidad HVACt, tapa de batería
Poliestireno	346–365	655–689	120–240	248–465	36	723	Aislamiento, almohadillado, acabado
Poliuretanos	271–378	520–712	120–160	248–320	18	290	Asientos, apoyabrazos, almohadilladlo, acabado
Vinilo (PVC)	250–430	482–806	75–105	167–221	11	40–102	Aislamiento del cableado, tapicería. unidad HVAC, aislamiento del motor

* Temperatura de ignición controlada. Normalmente, la temperatura de autoignición (TAI) es mayor que le temperatura de ignición controlada.
† En un caso con flujo de calor radiante de 20 kW/m² en el calorímetro de cono según ASTM E 1354.
Lide (ed.), *Handbook of Chemistry and Physics*.
Hilado, *Flammability Handbook for Plastics*.
ASM Engineered Materials Reference Book, 2nd Ed., M. Bauccio ed. ASM Int'l, Materials Park, OH, 1994.
NFPA *Fire Protection Handbook*, Tables 3.13A and A.6 (17th edition).
Babrauskas, V. *Ignition Handbook*, Table 15, Fire Science Publishers, Issaquah, WA, 2003.
Cole, L., *Investigation of Motor Vehicle Fires*. Lee Books. Novato, CA: 1992.
Harper, Charles, *Handbook of Building Materials for Fire Protection*, McGraw-Hill Handbooks, 2004.
Nota: Los datos de este cuadro son para productos genéricos o típicos y no de ningún producto concreto. Siempre que sea posible se deben obtener los datos de cada producto de sus correspondientes hojas de seguridad o mediante ensayos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

27.3.1.1* Ignición Debida a Superfcies Calientes. Las superficies calientes que existen en los motores de los vehiculos pueden alcanzar la temperatura suficiente como para hacer arder los liquidos inflamables que se encuentran normalmente en estos vehiculos. Esta forma de autoignición se conoce como ignción por contacto con una superficie caliente. Hay diferencia entre la temperatura de autoignición, que es una propiedad del líquido que se obtiene mediante ensayos estandar y la temepeartura de ignición por contacto, que no es una propiedad del líquido. Los ensayos experimentales realizados muestran que, para los líquidos usados normalmente en vehiculos, la temperatura que ha de alcanzar la superficie es sustancialmente mayor que la temperatura de autoignición de estos líquidos. Por ejemplo, un estudio muestra que la temperatura de la superficie para que se produzca la ignición de la gasolina fue de 354°C (670°F) mientras que el rango de temperaturas de autoignición de la gasolina mostrado en ala Tabla 27.3.1 es 257–280°C (495–536°F).

27.3.2 Combustibles Gaseosos. Cada vez se emplean más como combustibles de automoción otras alternativas, como el propano y el gas natural comprimido, no sólo en las flotas de autobuses y camiones, sino hasta en vehículos privados. El propano se encuentra también en casi todas las casas móviles como combustible de la cocina, la calefacción y la refrigeración. Puede haber hidrógeno y oxígeno en las baterías de plomo-ácido, que pueden quedar libres durante la carga o como consecuencia de un choque. Se pueden encontrar grandes cantidades de estos gases en grandes vehículos, vehículos con baterías que alimentan motores eléctricos o como carga, Los gases pueden almacenarse líquidos a presión y gasificarse cuando se liberan. En la Tabla 25.3.2 se ofrecen algunas de las propiedades de estos combustibles Las siguientes publicaciones proporcionan más información sobre este tema:

(1) Crowl, D. and J. Louvar, *Chemical Process Safety Fundamentals with Applications* 2nd ed.
(2) Glassman, I., *Combustion*, 3rd ed.
(3) Sax, N. I., and R. J. Lewis, *Dangerous Properties of Industrial Materials,* 7th ed.

27.3.3 Combustibles Sólidos.

27.3.3.1 Muchos plásticos combustibles arden fácilmente cuando se exponen a una fuente de ignición. Estos plásticos pueden arder desprendiendo una cantidad de calor similar a la de los líquidos combustibles. Los materiales termoplásticos a menudo los plásticos se ablandan o producen gotas ardientes. Dependiendo de la composición y orientación del plástico, las gotas ardiendo pueden contribuir a la propagación del incendio. La Tabla 27.3.3.1 ofrece algunas de las propiedades y usos de los plásticos típicos usados den vehículos a motor. El calor por fricción puede ser suficiente para incendiar poleas, rodamientos, lubricante o neumáticos. La mayoría de los metales combustibles y sus aleaciones tienen que ser pulverizados o fundidos para arder. El magnesio sólido, presente en muchos vehículos a motor, puede inflamarse y arder intensamente. Incluso con un pequeño fuego inicial, los combustibles sólidos pueden contribuir de forma significativa al grado de crecimiento del incendio y a la extensión de los daños por incendio.

Tabla 27.3.3.2 Temperaturas de Fusión de Metales Comúnmente Encontrados en Vehículos a Motor

	Temperatura de Fusión	
	°C	°F
Aleación de Zinc	300–400	562–752
Magnesio	650	1202
Aluminio	660	1220
Aleaciones de aluminio	566–650	1050–1200
Cobre	1082	1981
Hierro fundido		
Gris	1350–1400	2460–2550
Blanco	1050–1100	1920–2010

Ver también Tabla 6.8.1.1 y Tabla 3.13A de *NFPA Fire Protection Handbook*, (17th edition).

27.3.3.2 Los investigadores no deben tomar la presencia de metales fundidos como una señal de que se han usado líquidos inflamables como acelerante, en la creencia de que sólo un líquido inflamable puede producir temperaturas tan altas. Los líquidos combustibles e inflamables normales producen esencialmente la misma temperatura de llama. Si no se indica otra cosa, las temperaturas de fusión de los metales que se dan en los manuales y en esta guía, se refieren a los metales puros. En muchos casos, las aleaciones se usan más que el metal puro. La temperatura de fusión de una aleación es, por lo general, menor que la de sus componentes. Antes de sacar cualquier conclusión por el hecho de que una pieza metálica se haya fundido, hay que establecer su verdadera composición y su temperatura de fusión. Se puede producir aleación accidental durante un incendio. Por ejemplo, el zinc puede gotear sobre un cable o tubo de cobre y formar una aleación de latón, que se funde a menor temperatura que el cobre. Del mismo modo, el aluminio derretido puede gotear en una lámina metálica de acero, con lo que se consigue el aspecto de una lámina de acero fundida. Puede usarse el espectroscopio de dispersión de energía (EDS) para determinar la composición de los componentes metálicos en incendio de vehículos. La Tabla 27.3.3.2 recoge metales y aleaciones típicas en vehículos a motor y sus temperaturas de fusión.

27.4 Fuentes de Ignición. En la mayoría de los casos, las fuentes de energía de ignición en los incendios de vehículos a motor son las mismas que las de los incendios en los edificios: arcos eléctricos, cables sobrecargados, llamas y materiales de fumador, por ejemplo. Sin embargo, hay algunas fuentes exclusivas que se deben tener en cuenta, como la superficie caliente del sistema del tubo de escape. Este sistema puede consistir en el colector y el tubo de escape, los convertidores catalíticos, el turbocompresor y silenciadores. Otras fuentes de ignición por superficie caliente pueden incluir frenos, rodamientos y turbocompresores. Como algunas de estas fuentes de ignición pueden ser difíciles de localizar después del incendio, vamos a describir cómo funcionan para ayudar a reconocerlas desde 27.4.1 a 27.4.5.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

27.4.1 Llamas. La llama más corriente que hay en un vehículo con carburador es la que se produce en el contratiro del propio carburador. Si el filtro de aire está bien instalado, esta llama no produce ignición. Además, la mayoría de los vehículos modernos funcionan por inyección, que ha sustituido al carburador. Una cerilla encendida dejada en el cenicero puede prender en los restos que haya, produciendo un incendio. En los vehículos de recreo, las llamas piloto de los aparatos, los quemadores, los hornos y lo calentadores de agua son las principales fuentes de ignición.

27.4.2 Fuentes eléctricas. Cuando el vehículo no está en marcha, la principal fuente de electricidad en un vehículo es la batería. En la mayoría de los casos, sin batería, no hay otra fuente de energía eléctrica que pueda generar un incendio. Un limitado número de componentes permanecen conectados eléctricamente a la batería, incluso aunque el interruptor y el motor están apagados. Estos componentes, como un alternador o el dispositivo de arranque, pueden dar fallo horas después de que se apagó el vehículo. Estos componentes pueden incluir el generador, arranque del motor, panel de distribución bajo el capot (fusibles), arranque remoto, algunos accesorios posteriores, encendedor, asientos motorizados, elevaventanas, motores de espejos laterales, luces para el mecanismo de arranque que pueden fallar cuando el motor está parado. Un vehículo en marcha tiene muchas fuentes de ignición potenciales. La protección de los circuitos eléctricos en los vehículos a motor consta de fusibles, disyuntores, y conexiones fusibles. En sistemas cc, el bastidor, la carrocería y el motor están eléctricamente conectados para hacer la tierra o polo negativo del sistema. El polo positivo suministra corriente al panel de fusibles y a todos los accesorios eléctricos. Esto significa que cualquier dispositivo eléctrico puede parecer que sólo tiene conectado físicamente un cable pero está unido a partes metálicas del vehículo que completan el circuito hasta el terminal negativo de la bacteria (tierra). En el momento en que un cable con carga positiva, un extremo, o un componente toca una superficie conectada a tierra, se produce un circuito cerrado.

27.4.2.1 Los vehículos recreativos (RVs) pueden tener a bordo tanto baterías y cableado como los vehículos a motor. También pueden tener un convertidor que modifica la corriente alterna en corriente continua. Los vehículos recreativos pueden estar equipados con un convertidor de energía que transforma 12 V cc a 120 V ca. En algunos casos los convertidores-inversores están combinados en una sola unidad. Los vehículos recreativos pueden tener una alimentación externa de 120 V ca mediante un cable o un generador. Además, los RVs pueden tener la capacidad de usar 120 V ca mientras circulan.

27.4.2.2 Cables sobrecargados. Los fallos en el cableado que dan lugar a una disminución de la resistencia, pueden elevar la temperatura del cable hasta el punto de ignición del forro aislante, sobre todo en los cables que van unidos, como por los conductos o los cables de los accesorios bajo el panel de instrumentos, donde el calor no se disipa fácilmente. Eso puede suceder sin que se fundan los fusibles si no están bien dimensionados. Los defectos y fallos mecánicos de los sistemas de mayor potencia, como la calefacción de los asientos o los elevalunas eléctricos, pueden producir también la ignición de los aislantes, moquetas o restos combustibles que se puedan haber acumulado bajo los asientos. Muchos vehículos, por ejemplo, cuentan con calentadores en los asientos que cables de gran resistencia. Una avería puede producir una ruta de calentamiento más corta que la diseñada, resultando sobrecalentamiento que puede provocar un incendio. Añadir accesorios puede sobrecargar el cableado de fábrica. Esta sobrecarga suele producirse por la inclusión de equipos de música comerciales o sistemas de alarma tras la compra del vehículo. Es posible que el instalador instale equipos de mayor demanda eléctrica, con mayor capacidad fusible; por otro lado, algunas instalaciones de equipos realizados tras la compra del vehículo no incluyen ningún dispositivo de seguridad.

27.4.2.3 Conexiones con Alta Resistencia Eléctrica. Pueden producirse conexiones de alta resistencia cuando hay una conexión mala o ineficaz entre el cableado y los bornes u otras uniones del cableado. Una conexión suelta puede producir un arco intermitente cuando el circuito está en carga. La alta resistencia produce un corriente limitada o reducida en el circuito que genera elevadas temperaturas pero puede no generar una condición que active los dispositivos de protección como fusibles o disyuntores. Si se produce una conexión de alta resistencia, la evidencia de este tipo de conexión a menudo se mantiene después de un incendio. Las temperaturas en un punto de alta resistencia son frecuentemente lo suficientemente elevadas como para llegar a quemar los aislantes del cableado.

27.4.2.4 Cortocircuitos y Arcos Eléctricos (Descarga Eléctrica). Los cortocircuitos se pueden producir cuando el aislamiento del conductor se desgasta, se quiebra, se rompe, o cualquier otro daño, permitiendo que entre en contacto con una superficie conectada a tierra. Un circuito cortado, si no está adecuadamente protegido, puede dar lugar a sobrecalentamiento y arco o descarga eléctrica. Después de un choque se pueden generar cortocircuitos y arcos eléctricos por los cables aplastados o cortados, sobre todo los de la batería y del motor de arranque, que no están protegidos eléctricamente y por los que pasan altas corrientes. Debería también examinarse la batería en busca de indicaciones de daño por impacto.

27.4.2.5* Huella de Arco (Carbono). El suministro de potencial eléctrico a través de un material aislante puede ocasionar un corto circuito debido a un fenómeno llamado huella de arco, ver 9.9.4.5. El proceso se produce más rápidamente si la superficie está contaminada con sal u otros materiales conductores y puede ocurrir en sistemas de 12 V.

27.4.2.6* Bombillas y Filamentos. Las superficies de bombillas pueden producir suficiente valor como para incendiar algunos materiales combustibles que puedan estar en contacto con ella. Los filamentos de bombillas rotas pueden ser también una fuente de ignición para algunos vapores especialmente de gasolina. Los filamentos de lámparas normalmente tienen temperaturas de aproximadamente 1400°C (2550°F). Sin embargo, la mayoría de los filamentos trabajan en vacío o en atmósfera inerte. Cuando se expone el filamento al aire ambiente, normalmente funcionará sólo unos pocos segundos, luego comienza a quemarse. Una vez que se rompe el filamento, desaparece la fuente de ignición.

27.4.2.7 Fuentes de alimentación externas utilizadas en vehículos. Aunque la mayoría de las fuentes de alimentación de los vehículos son autónomas, hay situaciones en que se conectan a instalaciones eléctricas externas. Por ejemplo, los enchufes eléctricos utilizados en los vehículos y remolques recreativos o los calentadores eléctricos para los motores e interior de los vehículos y los cargadores de baterías. Muchos vehículos utilizados en climas más fríos, especialmente aquellos con motores diesel, tienen un calentador eléctrico para ayudar en el arranque. Este calentador puede ser una pieza permanente del equipo del vehículo, con un cable eléctrico secundario. Siempre que

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

sea posible habrá que inspeccionar los cables de estos aparatos, pues la causa del incendio puede haber sido una sobrecarga en el cable o un fallo en el aparato. La aplicación no apropiada de electricidad exterior puede dañar los componentes del vehículo, llevando a un fallo, y posiblemente a un incendio. Cuando un vehículo recreativo esté enchufado a un enchufe externo, hay que inspeccionar los cables de ese circuito para ver si pueden haber sido la fuente de ignición.

27.4.3 Superficies Calientes.

27.4.3.1* Los sistemas de escape pueden generar temperaturas lo suficientemente altas como para hacer arder un material combustible, incluyendo los liquidos que se encuentran en el compartimento del motor. El líquido de la transmission automática, sobre todo si esta recalentado por una sobrecarga, puede arder en contacto con el collector de gases. El aceite del motor y algunos líquidos de frenos (DOT 3 y 4) pueden gotear sobre el colector caliente y comenzar a arder. Cuando un vehiculo se detiene y se apaga, el tiempo que necesita el colector para disminuir en un 80% la diferencia entre su temperatura inicial y la temperatura ambiente, es de 20 a 30 minutos. Aunque los colectores se enfrian inmediatamente cuando el vehiculo de detiene y se apaga, los catalizadores situados bajo el motor experimentan una subida de temperatura durante unos minutos y luego comienzan a enfriarse. El tiempo que necesita el catalizador para disminuir en un 80% la diferencia entre su temperatura inicial y la temperatura ambiente respecto a su temperatura inicial tiene un rango de entre 45 hasta más de 90 minutos. Si fluye combustible no quemado a traves del sistema de escape, la temperatura del catalizador puede aumentar ya que el combustible se oxida dentro del catalizador. Estos líquidos pueden arder poco tiempo despues de que el vehiculo apagar el motor. La ignición es debida a la falta de refrigeración del compatimento del motor, que dispersa estos vapors y enfria las superficies calientes del motor. En muchos vehiculos, la superficie de las tuberías situadas corriente arriba del catalizador, están mas calientes que el propio catalizador.

27.4.3.2* Normalmente, la gasolina no se prenderá por una superficie caliente, pero necesita un arco, una chispa, o una llama abierta para su ignición. Aunque es difícil de reproducir una ignición de vapor de gasolina por una superficie caliente, no se deben descartar. Como se informa en LaPointe, et al., la ignición de líquidos por una superficie caliente al aire no se observó hasta que la temperatura fuera de cientos de grados por encima de la temperatura de ignición publicada. La ignición de líquidos por una superficies calientes es influenciada y determinada por diversos factores no solo por la temperatura de ignición. Estos factores incluyen ventilación, condiciones ambientales como humedad, temperatura del aire y flujo de aire; y propiedades físicas de los fluidos como punto de autoignición, punto de inflamación, punto de ebullición, presión de vapor, grado de vaporización y nebulización del fluido. Otros factores incluyen rugosidad de la superficie caliente, tipo de material y tiempo de presencia del líquido sobre la superficie caliente.

27.4.4 Chispas Mecánicas. Las chispas que generan los metales (acero, hierro y magnesio) al rozar con el pavimento pueden generar energía suficiente para quemar los vapores, los gases o los líquidos atomizados. El contacto entre metales se puede producir en las correas de transmisión, en los ejes propulsores, o en los cojinetes, por ejemplo. El contacto entre metal y pavimento suele afectar a un eje de propulsión roto, el sistema de escape de gases, o la llanta de una rueda después de perder una rueda. Todas las chispas que se producen en estas situaciones exigen que el vehículo se esté moviendo. Se ha visto que las chispas generadas a velocidades de sólo 8 km/h (5 mph) alcanzan temperaturas de 800°C (1470°F) (chispas naranja).). A mayor velocidad, llegan a temperaturas de 1200°C (2190°F). Las chispas generadas por el aluminio con el pavimento no son fuente de ignición para la mayoría de los materiales debido a la relativamente baja temperatura de fusión del aluminio. El pequeño tamaño de la partícula (masa) de las chispas limita la cantidad de energía disponible para incendiar los materiales que contactan. Además, las chispas se enfrían rápidamente, especialmente cuando viajan por el aire, lo que limita aún más el grado de transferencia de calor a los materiales que contactan. Por estos motivos, es difícil que las chispas incendien materiales sólidos.

27.4.5 Materiales de Fumador. Los tejidos de tapicería y materiales de vehículos modernos es generalmente difícil que ardan con un encendedor de cigarrillos. La ignición puede ocurrir si un encendedor se encaja en papel, tejido u otros restos combustibles o si el material del asiento se pone en contacto con una llama. La espuma de uretano, un material típico de relleno, arde fácilmente con una llama y contribuye sustancialmente a la intensidad de un incendio de un vehículo.

27.5 Identificación y Funciones de los Sistemas. Cada sistema dentro del motor del vehículo tiene una función específica, y no todos los vehículos tienen los mismos sistemas; sin embargo, muchos sistemas operan de modo similar. Es esencial familiarizarse con los sistemas para realizar una investigación adecuada del incendio en el motor de un vehículo. Si el investigador no conoce cómo trabaja un sistema, no será capaz de determinar si el sistema se averió o fue alterado, o si tal avería o alteración pudo ser responsable del incendio. Casi cada motor de vehículo tiene un tipo de publicación para su reparación. Muchos de estos manuales de reparación explican sistemas únicos de ese vehículo en particular, otras también tienen guía de solución de problemas para diagnosticar problemas potenciales. Estas publicaciones se pueden encontrar en casi todas las tiendas de repuestos para automóviles, y muchas librerías públicas tienen al menos manuales genéricos de reparación. Siempre que sea posible, debería usarse el servicio de publicaciones del fabricante ya que proporciona la máxima información disponible.

27.5.1 Sistemas de Combustible. Hay dos sistemas básicos de combustible que se utilizan en los vehículos alimentados con gasolina: el sistema carburado a baja presión / vacío, y el sistema de alta presión por inyección de combustible. Ambos sistemas utilizan un tanque de almacenamiento de combustible, conducciones, y una bomba de combustible para conducir el combustible al motor. Una vez que alcanza el motor, se atomiza, se comprime y se quema.

27.5.1.1 Sistemas Carburados a Baja Presión/Vacío. En este sistema, normalmente se introduce el combustible desde el tanque de combustible con una bomba mecánica adosada al motor. Esta bomba funciona sólo si el motor está girando. Luego se bombea el combustible entre aproximadamente 20 kPa a 35 kPa (3 psi a 5 psi) al recipiente de combustible del carburador. El combustible fluye al tubo venturi, donde se mezcla con aire en una relación aproximada de 15 a 1. La mezcla se conduce en la cámara de combustión a través de la válvula de admisión. El pistón comprime la mezcla, que se prende con una chispa. Los problemas potenciales con ese sistema suelen darse por la presión. Si se desarrolla una fuga en el sistema de aspiración, llega aire al sistema, con lo

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

que el vehículo generalmente no andará. Las fugas en el sistema de presión, sin embargo, pueden variar de una fina niebla a una gran corriente. Se pueden producir fugas en una línea de combustible o en el carburador y generalmente se producen en los límites del compartimento del motor. Si hay disponible una fuente de ignición, se puede producir un incendio. Si una línea de combustible se ve comprometida por un incendio de otra fuente, el combustible puede contribuir significativamente al crecimiento del incendio, con lo que el resultado puede ser un sistema de combustible que parece ser la causa del incendio. Nótese que muchos vehículos, originalmente vendidos con bombas mecánicas, pueden haberse reemplazado con otra eléctrica. Si la bomba mecánica no parece estar conectada a la línea de combustible, puede que se esté utilizando una bomba eléctrica.

27.5.1.2* Sistemas de Inyección de Combustible a Alta Presión. En este sistema, normalmente se bombea el combustible desde el tanque con una presión de 240 kPa a 480 kPa (35 psi a 70 psi). Se consigue con una bomba eléctrica en o cerca del tanque de combustible. Esta bomba se energiza siempre que esté la llave de contacto en la posición de arrancado. Los vehículos últimos modelo tienen bombas eléctricas de combustible que se integran en el ordenador del motor. Esta computadora detendrá la bomba si el motor no está en marcha. Muchos vehículos también tienen un interruptor inercial, que apagará la bomba de combustible en caso de impacto. El combustible se bombea a un inyector de combustible montado en un tubo de venturi simple, o en un conjunto de conducción de combustible. El primero suele localizarse dentro de un dispositivo que se parece a un carburador. El combustible se inyecta (atomiza) de un modo mucho más controlado que en un carburador, incrementando el ahorro de combustible y la potencia. Además, al conseguir una mezcla aire-combustible estable, este inyector produce menos contaminación. El segundo sistema es un tubo localizado en la parte superior del motor para suministrar una presión y caudal constante de combustible a los inyectores montados en la cabeza del cilindro. Estos dos tipos de sistemas de alta presión también cuentan un sistema de combustible de retorno, el cual se lleva el combustible no utilizado hacia el tanque de almacenamiento a casi la misma presión de operación que el combustible de suministro, normalmente de 20 kPa a 35 kPa (3 psi a 5 psi). Algunos vehículos están equipados con componentes en las líneas de alimentación y retorno de combustible que están diseñados para evitar que entre el combustible desde el depósito cuando la bomba de combustible está parada. Los posibles problemas de este sistema incluyen las fugas en las empalmes. Al desarrollarse una fuga, la presión del sistema puede emitir una corriente de combustible de varios pies. Si la fuga se desarrolla en la parte del suministro, el conductor debería notar problemas operativos. Esto puede desembocar en un mal rendimiento del vehículo, incluyendo dificultades de arranque, conducción errática, y ahogamiento del motor. Una situación más seria es una fuga en la parte del retorno, que puede no ser detectada si no tiene un efecto apreciable en el funcionamiento del motor. Incluso los vehículos que no están en marcha suelen tener una presión residual en el sistema de combustible. Muchos vehículos se están equipando con un equipo de detección de caudal que vigila el uso de combustible y su retorno. Si el sistema detecta un desequilibrio, el sistema se detendrá. En un incendio originado en un sistema diferente del de combustible, si se le permite que progrese puede afectar a las líneas de combustible del vehículo. La presión residual en la línea de suministro de combustible puede dar lugar a un derrame cuando la línea sea afectada, aunque este derrame suele ser mínimo. Las líneas de combustible desde y hacia el depósito de almacenamiento de combustible pueden crear un efecto sifón al ser afectadas; sin embargo, válvulas de retención situadas en el sistema de alimentación de combustible pueden minimizar o eliminar esta condición evitando mayor fuga de combustible. Algunos vehículos pueden incorporar un sistema de dos bombas consistente en una bomba de elevación de baja presión (en el depósito) y una bomba de alimentación de alta presión (fuera del depósito). Durante un impacto, si se avería una línea de combustible, puede aspirarse el combustible. La aspiración depende de varios factores que permitan un flujo continuo de combustible, incluyendo la rotura de la línea, nivel de combustible en el depósito y orientación del vehículo. Los factores que pueden reducir la aspiración incluyen presión o vacío en el depósito de combustible y restricciones del caudal como bombas de combustible, válvulas de retención y aplastamiento de líneas de combustible. El investigador debería tener cuidado al estudiar todos estos elementos antes de formular la opinión de que el combustible fue aspirado desde una línea de combustible dañada. El investigador también debería comprobar si la presión interna del depósito creada cuando éste se expuso al calor de un incendio pudo obligar la salida de combustible hacia líneas previamente dañadas por impacto o incendio.

27.5.1.3 Vehículos con Motor Diesel. Los vehículos con motor diesel suelen utilizar una combinación de bombas para dirigir el combustible desde el tanque al motor. Muchas veces, se utilizan bombas eléctricas de elevación en el interior o cerca del tanque de combustible, o bombas mecánicas montadas en el motor. Estas bombas de elevación suelen ser dispositivos de alto volumen y baja presión. Suministran combustible a la bomba de inyección de combustible montada en el motor. La bomba de inyección mide e introduce el combustible dentro de cada cilindro en el momento adecuado para la combustión. El aire de combustión se trae por aspiración natural o a presión desde el turbocompresor. Los sistemas de introducción de combustible diesel suelen ser muy fuertes. Las fugas suelen aparecer en las juntas perdidas por la vibración del motor. Aunque es difícil, en condiciones adecuadas el combustible diesel, a diferencia de la gasolina, se prenderá fácilmente en contacto con una superficie caliente. No suele darse la "pérdida de control" en los motores diesel, aunque puede ocurrir ocasionalmente cuando el vehículo funciona en una atmósfera rica en combustible. Sucede cuando los vapores de combustible en el aire son capturados en el sistema de entrada a través del suministro de aire en el motor. El motor se sobreacelera o falla mecánicamente, inflamando posiblemente la atmósfera rica en combustible El único medio seguro de parar un motor en tal situación es cerrar el suministro de aire que contiene los vapores.

27.5.1.4 Gas Natural. El gas Natural (gas natural comprimido, GNC) se almacena como un gas de alta presión, normalmente a 21 MPa (3000 psi). Los cilindros de almacenamiento incorporan un sistema de venteo de seguridad para aliviar la presión , que se abre mediante la actuación de un fusible con una temperatura de fusión de 124ºC (255ºF). La salida de la válvula suele dirigirse hacia arriba para ayudar a dirigir y disipar el gas más ligero que el aire. La presión en los sistemas de gas natural se reduce en dos etapas. Normalmente, existen dos válvulas de corte de accionamiento eléctrico, una situada cerca de los cilindros de almacenamiento y la otra antes de los re-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

guladores de baja presión. Ambas válvulas permanecen cerradas cuando el motor no está en funcionamiento. Puede encontrarse más información sobre los sistemas de gas natural en NFPA 54, *National Fuel Gas Code*.

27.5.1.5 Sistemas de Combustible a Propano. El propano se almacena en estado líquido bajo presión. El combustible para un motor viene del depósito en estado líquido mientras que para aparatos lo hace como vapor. Como combustible para un motor, el propano fluye a través de las líneas de combustible en fase líquida. Cualquier fuga o rotura de la línea de alimentación al motor dará lugar a su rápida evaporación, acompañada normalmente de una nube de vapor de agua condensado. Como combustible para aparatos, el propano se encuentra normalmente en vehículos recreativos para cocinar, calentar y refrigerar. y fluye inmediatamente hacia un regulador de presión para su distribución por los equipos. El investigador de incendios de aparatos requiere muchas de las mismas técnicas de investigación estructurada. Ambas están cerradas cuando el motor no está en marcha. Puede encontrarse más información sobre sistemas de gas natural en NFPA 58, *Liquefied Petroleum Gas Code*.

27.5.1.6 Turbocompresores. El turbocompresor es una turbina que aumenta la potencia del motor aumentando la cantidad de aire que entra en los cilindros. La turbina utilizada para accionar el compresor gira a unas 100.000 rpm a plena carga. Loa turbocompresores usan para propulsión los gases de escape y, en muchos casos, le turbocompresor y el colector de escape son los puntos externos más calientes de un motor. El calor generado puede incendiar los combustibles u otros materiales susceptibles de arder. El turbo puede ir montado en motores de gasolina o diesel y lo llevan casi todos los nuevos motores diesel. Algunos motores usan dos turbocompresores montados en serie o en paralelo. Los rodamientos centrales del eje principal están lubricados con aceite del motor por un tubo independiente desde el lado presurizado del sistema de lubricación del motor. Una fuga en este tubo o su unión puede pulverizar aceite sobre la carcasa caliente del turbocompresor incendiando el aceite. Un eje roto puede permitir el paso de una gran cantidad de aceite al tubo de escape ocasionando un fuerte recalentamiento del convertidor catalítico, si lo hay. El aceite puede también gotear en la alimentación y ser quemado por el motor.

27.5.2 Sistema de Control de Emisiones. Muchos vehículos a motor vienen equipados con algún sistema de control de emisiones. Este sistema controla las emisiones de escape y recoge los vapores de gasolina. Este sistema normalmente regula la entrada de combustible, los ajustes de medición de tiempos, y la recirculación de gas de escape (RGE), ralentí y cambio de marchas (si es de cambio automático). Los principales componentes de un sistema de motor a gasolina son el sensor de medida de entrada de aire al motor, los sensores de oxígeno en el escape caliente, la válvula EGR y el control de velocidad al ralentí.

27.5.2.1 Un sensor mide la flujo de aire hacia el motor. En función de ese flujo de aire, el ordenador del vehículo calculará la correcta cantidad de combustible a añadir para cumplir la demanda del conductor y minimizar la emisiones de escape. Los sensores de oxígeno están localizados en el sistema de escape y miden la cantidad de oxígeno en los gases de escape, lo que proporciona una información al ordenador del vehículo sobre si la cantidad de combustible suministrada es la correcta. El ordenador puede entonces hacer ajustes para aumentar o disminuir el flujo de combustible. Algunos gases de escape pueden ser redirigidos hasta el motor a través de la válvula ERG. El propósito de esta válvula es reducir la temperatura de la cámara de combustión. Menores temperaturas de combustión dan lugar a menor producción de óxidos de Nitrógeno (NOx), una emisión de escape no deseada. El control de velocidad de ralentí está situado cerca del cuerpo del regulador y permite el paso de aire alrededor de las placas del regulador cuando están cerradas. Variando este flujo, el ordenador puede controlar la velocidad al ralentí.

27.5.2.2 La relación aire/combustible y el temporizado de chispas son ajustados también por el control de temperaturas de escape. La relación estequimétrica de aire/gasolina es aproximadamente de 14.6 libras of aire por libra de combustible. Funcionar con una relación aire/combustible tica permitirá aumentar el retraso de chispa y dará lugar a una menor temperatura de los gases de escape. Se hace generalmente en condiciones de conducción extremas como a toda velocidad o remolcando.

27.5.2.3 También se controlan las emisiones de vapores de un vehículo. Las emisiones de vapor consisten en vapores de gasolina que escapan desde el sistema de combustible del vehículo. El componente principal del sistema es el filtro de carbón, localizado en el compartimento motor o cerca de del depósito de combustible. El filtro de carbón contiene carbón activo que atrapa el exceso de vapores del depósito de combustible. Cuando el vehículo está en funcionamiento, estos vapores son enviados al motor para ser quemados. Un válvula permite que el vapor combustible fluya cuando el ordenador del vehículo lo decide. Un posible problema es la fuga de vapor desde el filtro de carbón o las mangueras de vapor. Puede producirse un incendio si hay vapor en una concentración superior al límite inferior de inflamabilidad y está presente una fuente de ignición.

27.5.2.4 Sistema de Escape. El Sistema de escape se ocupa de más cosas a parte de sacar los gases de escape desde el motor. El colector de escape se encuentra atornillado directamente al motor. Se encarga de recoger los gases de escape que proceden de cada uno de los cilindros. Este colector suele situarse normalmente debajo de la tapa de la válvula. Una fuga en la tapa de la válvula o en una de las juntas puede dar lugar a que el aceite del motor entre en contacto con el colector de escape, lo cual podría producir una ignición. (Ver 27.4.3) En el colector de entrada (primera sección de tuberías del motor), suele situarse un sensor de oxígeno. Este sensor detecta la cantidad de oxígeno existente dentro de la corriente de escape y manda una señal a la computadora de abordo para realizar la distribución del combustible y los ajustes de sincronización. El siguiente dispositivo que encontramos en el conjunto del sistema de escape es el convertidor catalítico. El rango de temperaturas de la superficie, bajo circunstancias normales de funcionamiento, es de 300ºC a 500ºC (de 600ºF a 1000ºF), dependiendo del diseño del motor. No obstante, las temperaturas puede sobrepasar los 500ºC (1000ºF) debido a la alta demanda del motor, a condiciones anormales para el motor (i.e., problemas de arranque), o debido al uso de un combustible de alta concentración por mal funcionamiento de otros sensores.

27.5.2.4.1 Filtro de Partículas en Motores Diesel (DPF). Los filtros de partículas son específicos de los sistemas de escape de los motores diesel. El DPF es un equipo diseñado para eliminar las partículas de hollín del gas del escape en

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

los motores diesel. Además de eliminar las partículas, ha de dsiponer de un método para su limpieza. Algunos filtros son de un solo uso, mientras que otros están diseñados para quemar las partículas acumuladas, y regenerarse. La regeneración puede ser pásiva, (mediante el uso de un catalizador), o active, que usa combustible inyectado que calienta el filtro hasta una temperatura suficiente para quemar el hollín. En ambos casos, se producen superficies con altas temperaturas. Un fallo en el mantenimiento de las distancias o apantalllamiento de estas superficies, respecto a los combustibles, recomendado por el fabricante puede producir la inflamación de los materiales combustibles

27.5.2.5 Un peligro potencial en un vehículo a motor funcionando es el contacto de las superficies del convertidor catalítico y del escape con elementos combustibles, como el césped alto o la basura. El mal funcionamiento en el motor puede hacer que el convertidor catalítico funcione lo suficientemente caliente para prender el recubrimiento y el enmoquetado interior.

27.5.3 Vehículos con Motor Eléctrico.

27.5.3.1 Los vehículos a motor normalmente usan un sistema de energía eléctrica a 12 o 24 V cc con un negativa a tierra. Estos sistemas normalmente incluyen baterías plomo-ácido o tipo gel para el almacenamiento de energía y un generador (alternador) para la producción de enrugáis eléctrica cuando el motor está en marcha. Algunos vehículos modernos están diseñados usando motores eléctricos que suministran energía motriz al vehículo (EVs o Vehículos Eléctricos) y algunos están diseñados usando una combinación de sistemas de motor eléctrico y motor de combustión interna para proporcionar esta energía (RHVs o Vehículos Eléctricos Híbridos). Los EVs y HEVs usan voltajes más elevados y en algunos casos ca para los motores. Estos tipos de sistemas de vehículos se tratan en 27.5.3.3 y 27.5.3.4. En un sistema convencional, si se desconecta cualquier cable de la batería, puede cesar la actividad eléctrica en el vehículo si no está en marcha. Si el vehículo está en marcha, puede continuar moviéndose usando el generador de energía. La energía eléctrica de salida del generador es proporcional a la velocidad del motor, de modo que hay veces en que la velocidad al ralentí es suplementada desde la batería para que funcionen todos los sistemas del vehículo. La energía de la batería se usa para mantener la memoria del ordenador del vehículo cuando el motor se para. La batería debe también ser lo suficientemente grande como para operar el arranque del motor. La gran cantidad de energía requerida para arrancar el motor significa que el cable del arranque del motor es mayor conductor del vehículo. Al igual que en los edificios, cuanta más corriente debe transportar un conductor más grande ha de ser. El cable del arranque es también normalmente uno de los pocos cables del vehículo que no tiene dispositivo de protección de sobrecorriente por lo que está dimensionado para soportar una gran carga eléctrica. El sistema de energía eléctrica de un vehículo convencional se completa con conexiones desde la batería y el generador a un sistema de fusibles u otros dispositivos de sobrecorriente en varias cajas de distribución de energía en el vehículo, mediante otros conductores grandes, similarmente al panel de control y sistema de distribución eléctrica de un edificio.

27.5.3.2 Además de proporcionar energía eléctrica, la batería de plomo-ácido puede también ser una fuente de combustible en forma de hidrógeno gaseoso. El hidrógeno puede ser liberado durante las operaciones de carga. También están presentes pequeñas cantidades de hidrógeno y oxígeno en el interior de baterías selladas (sin mantenimiento) y pueden ser liberados debido a daño mecánico durante una colisión. El hidrógeno gaseoso tiene un gran rango de inflamabilidad y es fácilmente incendiable por fuentes de energía bajas. Sin embargo, no es usual que una superficie caliente ocasione la ignición de hidrógeno.

27.5.3.3 Sistemas Eléctricos de 12 Voltios. Una diferencia importante entre vehículos y edificios es que la totalidad del bastidor, carrocería y motor pueden usarse como toma de tierra. Esto quiere decir que durante una inspección, sólo se puede encontrar un conductor conectado a un dispositivo.

27.5.3.3.1 Si un conductor energizado rozase o friccionase en la superficie del bastidor, de la carrocería o del motor, podría cerrar un circuito, del mismo modo que un cable de un edificio puede rozar y hacer tierra con un dispositivo puesto a tierra como un panel de fusibles o una caja metálica de interruptores. En muchos casos, simplemente provocará que el dispositivo de protección por sobrecorrientes se active y desenergice el circuito. A diferencia de los sistemas eléctricos de un edificio que usan circuitos de tamaño estándar (p.e. disyuntores de 15 A o 20 A en cada derivación) que están abiertos para que el usuario se conecte, el sistema eléctrico de un vehículo es fundamentalmente un sistema cerrado con la mayoría de los circuitos diseñados para un uso específico y sin acceso para el usuario. Esto significa que si alguien repara un dispositivo de protección de sobrecorriente, sustituyéndolo por otro mayor, puede causar un sobrecalentamiento y conducir a un incendio.

27.5.3.3.2 En los vehículos hay circuitos que están conectados a la batería y no pueden cerrarse, como el cable del solenoide de arranque al motor de arranque, el de salida del generador, el de ignición para arrancar el vehículo, el de luces de emergencia, lámparas de frenada y dispositivos con memoria como radios, relojes y ordenadores de control, por nombrar algunos. Los circuitos proporcionados por accesorios comprados posteriormente, que se conectan directamente a la batería (con o sin protección por sobrecorrientes) también pueden estar energizados aunque el motor no esté en marcha. Un medio de determinar si el vehículo estaba en marcha en el momento del incendio, asumiendo que los fusibles se salvaron del fuego, es examinar los fusibles de control del motor. . Los diagramas de cableado normalmente mostrarán el color del aislante del conductor, localización de dispositivos y función.

27.5.3.3.3 Como cualquier otro aparato eléctrico, muchos componentes eléctricos tienen la posibilidad de averiarse y sobrecalentarse. Muchos conductores en vehículos a motor se componen de cableado trenzado, que se vuelve muy frágil por sobrecalentamiento. Este sobrecalentamiento puede ser causado también por llamas durante un incendio o por actividad eléctrica. Por lo tanto, se debería documentar cuidadosamente el cableado antes de que se produzca cualquier movimiento sustancial del cableado.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

27.5.3.4 Otros Sistemas Eléctricos. Los vehículos construidos antes de 1956 pueden tener sistemas de 6 V cc en lugar de 12 V cc y algunos vehículos de esta era utilizaban un sistema de tierra positivo. Los vehículos grandes tienen sistemas de 24 voltios, como los grandes camiones, autobuses, y equipamiento pesado. Los vehículos de recreo, tratados en detalle en la Sección 27.12 pueden también tener sistemas de 120 V ca. Ver también la sección que trata los vehículos eléctrico e híbridos en este capítulo apara más detalles sobre los diferentes sistemas eléctricos.

27.5.3.5 Registradores de Datos de Eventos (EDRs). Muchos vehículos modernos están equipados con EDRs. Los múltiples parámetros del vehículo son registrados antes y justo después de una colisión, incluyendo la velocidad del vehículo, revoluciones del motor, frenado, apertura de airbags, deceleración de impacto, etc. El investigador debería determinar si hay un EDR. La descarga de datos del EDr requiere habilidades y equipo especiales para evitar la pérdida de datos. Los datos posteriores a un incendio pueden estar corrompidos por la acción del incendio. Puede haber asociadas también acciones legales con el propietario de los datos.

27.5.4 Sistemas Mecánicos de Energía. Los vehículos a motor suelen moverse por un motor de combustión interna que se puede activar por varios combustibles. Un motor de combustión interna es una compleja máquina con muchos componentes trabajan de modo sincronizado. Para mantener un funcionamiento adecuado, todas estas partes deben estar firmemente sujetas, y muchas necesitan lubricación o refrigeración. El fallo mecánico el motor puede hacer que los componentes, las partes o las piezas salgan expedidas fuera del motor a altas velocidades. Se ha sabido de pistones y bielas que se han roto por un lado del bloque motor y han dañado otros componentes exteriores del motor. El aceite y los vapores del cárter del cigüeñal pueden fugar a través del agujero creado por tal avería, y prenderse en una superficie caliente. La avería mecánica también puede llevar al fallo de las líneas de combustible. Ciertamente, un fragmento de un pistón atravesando una línea de combustible puede producir un incendio. Muchos motores no funcionarán después de una avería mecánica total, o sólo funcionarán con un rendimiento seriamente disminuido.

27.5.4.1 Sistemas de Lubricación. La mayoría de los motores usan aceite de hidrocarburo para su lubricación. El aceite se recoge en una cubeta en la parte inferior del motor desde la que se distribuye gracias a una bomba mecánica. El aceite acaba por regresar finalmente a la cubeta por gravedad. También pueden usarse bombas eléctricas de aceite en instalaciones especializadas. La mayoría de las bombas de aceite operan entre los 240 kPa y los 415 kPa (de 35 psi a 60 psi). El aceite puede filtrarse a través de la unión principal o a través de las superficies de acoplamiento del motor. Las fugas producidas cerca de la unión principal de la cubeta, por ejemplo, pueden dar lugar a que el aceite sea bombeado dentro de los componente calientes del sistema de escape. La fuga de aceite a través de la unión de la tapa de la válvula también puede hacer que este continúe su trayecto hasta el colector de escape caliente. Las fugas de aceite suelen dar lugar a un incendio cuando el vehículo está apagado. (Ver 27.4.3). La falta de aceite en el motor puede dar lugar al fallo de componentes internos. Estos fallos pueden conducir a un fallo mecánico generalizado, el cual, llegado el caso, podría dar lugar a un incendio.

27.5.4.2 Sistemas de Líquidos de Refrigeración. La refrigeración del motor se consigue con aire o algún líquido. Los vehículos a motor refrigerados por líquido utilizan un sistema cerrado que consiste en pasadizos a través del bloque motor, una bomba de agua, una manguera, un termostato, y un radiador. A la vez que el motor alcanza su temperatura normal de funcionamiento, también se calienta el refrigerante del motor. Este refrigerante se recircula por el sistema con una bomba de agua. Cuando el refrigerante alcanza una temperatura preestablecida [normalmente en el rango entre 80 y 90ºC (180 y 195ºF)], el termostato se abre, permitiendo que el refrigerante vaya al radiador. El radiador es un intercambiador de calor, compuesto de una serie de pequeños tubos, conectados entre dos tanques. Se utiliza un ventilador para suministrar flujo de aire a bajas velocidades o cuando el vehículo está parado. El flujo de aire alrededor de los tubos reduce la temperatura del refrigerante antes de enviarse de vuelta al motor. Un sistema normal de refrigeración funcionará a aproximadamente 110 kPa (16 psi). La mayoría de los sistemas de refrigeración se diseñan para utilizar una mezcla al 50% de etilénglicol (anticongelante) y agua. En los climas más fríos, muchas veces se utilizan mayores porcentajes de anticongelante.

27.5.4.3 Sistemas Refrigerados por Aire. Los motores refrigerados por aire utilizan un ventilador y un sistema de conducciones para mover el aire alrededor del motor. Estos ventiladores suelen moverse con correas, y si se rompe puede darse sobrecalentamiento del motor. También puede desembocar en una avería total del motor.

27.5.4.4 Motores Eléctricos. Los vehículos totalmente eléctricos e híbridos) combustión interna-eléctrico) tendrán uno o más motores eléctricos para proporcionar un aumento del par del vehículo. Estos motores estarán conectados a electrónica de energía, que a su vez estará alimentada por batería o ultracondensadores. La fuente de suministro de energía a los motores puede ser del orden de hasta 600 V. Inicialmente, los motores eléctricos eran de corriente alterna pero la tendencia es hacia motores de corriente alterna de frecuencia variable. Sin embrago, los vehículos pequeños, como carritos de golf, todavía funciona con cc.

27.5.5 Distribución de energía mecánica. La energía mecánica producida por el motor se tiene que dirigir a las ruedas propulsoras, lo que se consigue por medio de la transmisión. La transmisión puede consistir en engranajes mecánicos o hidráulicos. Las partes móviles dentro de la transmisión necesitan lubricación.

27.5.5.1 Transmisiones Mecánicas. Las transmisiones por engranajes mecánicos reciben la fuerza del motor a través del sistema de embrague. Se localiza entre el motor y la transmisión, y consiste en una placa a presión atornillada al volante del motor, y un disco de embrague en el eje frontal de transmisión. La selección de marchas se realiza mecánicamente por bastones y palancas. Las marchas se lubrican en un baño de aceite. El aceite puede ser tan pesado como 120 ó 130 el peso del aceite del motor, o tan ligero como el líquido

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de transmisión automático. Las averías pueden ser tan graves como las que se producen en el motor. Se pueden producir fugas del lubricante de transmisión en la zona del sistema de escape. El líquido de transmisión normalmente sólo se puede añadir por la parte inferior del vehículo, directamente por las aperturas en la parte de la transmisión. Es raro que se produzca un sobrellenado en una transmisión engranada manualmente.

27.5.5.2 Transmisión Hidráulica. Estos dispositivos, normalmente denominados transmisiones automáticas, reciben la potencia del motor a través de un convertidor de par. Este par permite que el motor marche en vacío sin que se mueva el vehículo. Se consigue por álabes en el par que permite que circule una pequeña cantidad de líquido de transmisión alrededor de los álabes. Según aumenta la velocidad del motor, el líquido no podrá continuar fluyendo alrededor de los álabes, y la fuerza se transfiere a la transmisión. La selección de marchas se realiza por la transmisión, dependiendo de factores tales como la velocidad del motor y la demanda de carga.

27.5.5.2.1 Durante las operaciones de transmisión, se genera calor en el fluido a medida que fluye por la transmisión. El fluido utilizado en las transmisiones automatizadas necesita refrigeración, lo que normalmente se consigue dirigiendo el líquido a través de un refrigerador en el radiador del motor. Si se requiere enfriamiento adicional, pueden ser necesarios intercambiadores de calor auxiliares que pueden estar situados en el frente del condensador HVAC y requerirán tubería adicional para el fluido.

27.5.5.2.2 Se puede añadir el líquido abriendo el compartimento del motor, retirando el indicador de nivel del líquido de transmisión (varilla de medición de profundidad), y vertiendo el líquido por el tubo. La mayoría de los indicadores de nivel de transmisión especifican que la transmisión debe estar marchando en vacío a temperaturas normales de funcionamiento antes de que se chequee el nivel del líquido. El sobrellenado puede causar que el líquido sea expulsado por el tubo de la varilla de medición, que suele estar sobre el conducto de gases de escape. Durante el funcionamiento del vehículo con gran demanda (elevada temperatura ambiente, remoque pesado) una transmisión puede expulsar el líquido fuera del tubo de medición o el tubo de alivio de la transmisión. El tubo de medición y el de alivio están situados a menudo próximos o sobre el colector de escape o componentes del sistema de escape. Esto también puede suceder si se añade a la transmisión un tipo de fluido equivocado. Algunos fabricantes han diseñado un tubo de medición cerrado que evitará la expulsión del fluido después de colocado correctamente el tubo. Las fugas desde la junta pueden darse en el área del sistema de escape.

27.5.6 Accesorios del Sistema de Energía Mecánica. Los compresores del aire acondicionado, las bombas de la dirección asistida, las bombas de aire, y las bombas de vacío, son dispositivos mecánicos que pueden ir conectados al motor. Todos estos dispositivos tienen su propio potencial de sufrir averías. Si se sospecha una avería en uno de estos dispositivos, se debería consultar un manual de referencia apropiado.

27.5.7 Sistema Hidráulico de Frenado. El sistema hidráulico de frenado se activa por el pedal del freno conectado a un cilindro principal. Este cilindro se conecta con un entubado de acero a los cilindros de freno de rueda y calibres de discos de freno. Al pisar el pedal del freno, se produce mayor presión en el sistema de frenado, que se transmite a los cilindros de freno de rueda y calibres de discos de freno. Esto pone en contacto los revestimientos del freno (zapatas y pastillas) con el tambor o rotores del freno, creando fricción, lo que detiene el vehículo. Los sistemas de frenado trabajan a altas presiones e incluso una pequeña fuga puede producir un pulverizado que puede prenderse si se pone en contacto con una fuente de ignición. Los sistemas de frenado también contienen fluido de repuesto en un depósito sin presurizar. El propósito de este fluido de repuesto es rellenar el cilindro principal a medida que el sistema gasta fluido durante el desgaste normal de las zapatas. Los depósitos de la mayoría de los vehículos son de material plástico que puede fundirse durante un incendio en el compartimento del motor. Si esto sucede, el líquido de frenos del depósito será un combustible secundario y acelerará el incendio en el área del cilindro principal. El líquido de frenos puede ser expulsado debido a daños en el depósito o pérdida o mal cerrado de la tapa y puede ser el primer combustible incendiado.

27.5.8 Sistemas de Limpia Parabrisas. El líquido de limpieza o solvente es una mezcla de agua y alcohol metílico o metanol. El alcohol metílico se añade para evitar que el líquido se congele. El contenido de alcohol está entre el 20 y el 60por ciento. Si se pulveriza el líquido de limpieza o solvente sobre una superficie caliente puede formar un vapor y arder. El depósito del líquido de limpieza o solvente suele ser de plástico y se consume durante un incendio. Si fuera éste el caso, hay que anotar si ha habido partes de la carrocería que han penetrado en ese espacio y pueden haber roto el depósito. Muchos sistemas utilizan boquillas calentadas para evitar que el líquido de limpieza se congele; una avería en el calentador puede causar un incendio.

27.6 Carrocería. Muchos paneles de la carrocería de los vehículos modernos son de plástico, polímeros o fibra de vidrio y arden durante un incendio. Estos materiales, por sí solos, no tienen un peligro de fuego significativo; sin embargo, después de comenzar el incendio, pueden añadir una significativa carga combustible. A veces arde toda la cabina de un tractor o los paneles de las puertas y del techo. Los paneles interiores de las aletas delanteras de muchos coches son de plástico y, si arden, hacen que el motor se ventile más. En los paneles de algunos vehículos se utilizan también el aluminio, el magnesio y sus aleaciones. Estos paneles arden, a menudo muy intensamente. La división entre el compartimento del motor y el de pasajeros es el salpicadero, aunque a veces se llama también cortafuegos o mampara. En los vehículos modernos, el salpicadero tiene numerosas penetraciones por las que pasan los conductos de los sistemas de calefacción y aire acondicionado. Esos conductos o manguitos suelen ser de plástico reforzado y, si arden, se convierten en una entrada de fuego del motor al compartimento de pasajeros. El fuego se puede propagar también por conducción a través de los mamparos metálicos a los combustibles del panel de instrumentos.

27.6.1 Acabados, Guarnecidos y Accesorios Interiores. Los acabados y guarnecidos interiores (asientos y paneles) de la mayoría de los vehículos modernos suponen una importante carga de fuego. Si se ha quemado el vehículo, hay que tratar de establecer cuál era esa carga y cómo estaba distribuida. Hay que anotar la presencia (o ausencia) de asientos y accesorios como radios, reproductores de CD o teléfonos.

27.6.2 Zonas de Carga. Un incendio en un vehículo a motor puede afectar al maletero de un automóvil, a las zonas de alma-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

cenaje de una casa móvil o a la caja de un camión. Es importante saber si el fuego se originó o se propagó a esas zonas. El investigador debería hacer un inventario de los materiales presentes en las mismas. Puede que sea suficiente la inspección de los restos o entrevistar a los propietarios u ocupantes para obtener la información necesaria.

27.7 Escenarios de Incendios de Motores de Vehículos. A la hora de investigar el incendio de un vehículo suelen usar las mismas técnicas generales aplicadas en la investigación de incendios en estructuras. El escenario incluirá tanto el vehículo como el área que lo rodea. El vehículo debería ser examinando inicialmente en el escenario. En muchos casos, no obstante, puede que el investigador no tenga la oportunidad de examinar el vehículo in situ. En estas circunstancias, tanto el vehículo como el escenario deberían ser examinados y documentados. Existen muchas razones que pueden haber obligado a mover el vehículo antes de que el investigador llegara al escenario. Con frecuencia, una parte del trabajo de documentación se realizará en desguaces, talleres de reparación o almacenes. En las ocasiones en las que las partes interesadas hayan sido identificadas, la retirada del vehículo de la escena debería ser retrasada cuanto sea posible, hasta que todas las partes hayan examinado y documentado el escenario, para evitar acusaciones de expoliación (Ver Capítulo 27) Los incendios producidos tras un accidente del vehículo pueden requerir de la asistencia de un experto en reconstrucciones de accidentes o de un ingeniero experto en diseño de vehículos.

27.7.1 Identificación del Vehículo. Identificar el vehículo que debe inspeccionar y anotar la información describiendo su marca, modelo, año de lanzamiento y cualquier otra característica que lo identifique. Se debe identificar el vehículo con precisión anotando el número de chasis. Ese número ofrece información de datos como el fabricante, país de origen, tipo de carrocería, tipo de motor, año de lanzamiento, planta de montaje y número de serie. La placa con el número del chasis suele ir remachada al salpicadero, por delante del puesto del conductor. Se puede fijar con remaches. Si esa placa ha sobrevivido al fuego, se debe anotar el número con toda precisión. También se suele encontrar información sobre la fabricación en una etiqueta combustible en el pilar de la puerta del conductor. Muchos fabricantes también estampan al menos una parte del número de chasis en el lado del motor de la mampara. Esta mampara también se denomina salpicadero o cortafuegos. Es la partición que separa el compartimento del motor y el de pasajeros. Un cepillo de cerdas metálicas limpiará este número para que sea legible. Si es ilegible o muestra síntomas de haber sido alterada, el investigador deberá pedir ayuda a uno de los puestos siguientes:

(1) La sección de vehículos robados de la policía.
(2) Un funcionario de la National Insurance Crime Bureau (en Estados Unidos).
(3) Un funcionario del Canadian Automobile Theft Bureau (en Canadá)

27.7.1.1 Estas personas tienen la experiencia necesaria para identificar el vehículo por medio de números confidenciales situados en otros lugares del mismo. Se debe comprobar el número de chasis en centros policiales como el National Crime Information Center (NCIC) de Estados Unidos o el Canadian Pólice Information Centre (CPIC) de Canadá, para averiguar si hay algún antecedente pendiente.

27.7.2 Historial del Vehículo Incendiado. Uno de los pasos inícials que deben tomarse durante la investigación de incendio de un vehículo es la recopilación de información relativa a las condiciones y uso del vehículo antes y en el momento del incendio. Puede obtenerse información pertinente mediante entrevistas con diversas personas como el propietario del vehículo, personal de reparación y mantenimiento, el conductor más reciente, espectadores, personal de extinción y agentes de policía. Es importante anotar la información obtenida de modo que se pueda analizar durante la formulación de la hipótesis de causas de incendio. Para más información sobre información obtenida durante entrevistas ver 14.4.3. Los ejemplos de información que puede obtenerse incluyen lo siguiente:

(1) Último uso
(2) Kilometraje
(3) Funcionamiento
(4) Mantenimiento
(5) Combustible
(6) Equipamiento
(7) Efectos personales
(8) Fotografías anteriores al incendio
(9) Fotografías durante el incendio
(10) Fotografías después del incendio

27.7.2.1 El investigador debería tener en cuenta que la lista anterior representa solo una muestra de las preguntas que pueden ser relevantes en cualquier investigación y no son las únicas.

27.7.3 Particularidades del Vehículo.

27.7.3.1 Una vez que se ha identificado totalmente el vehículo como objeto de la investigación, se deberían revisar las funciones mecánicas de ese vehículo en particular, su composición, y su susceptibilidad al fuego. Para asegurarse de que no se ha pasado por alto ningún detalle, el investigador puede examinar un vehículo de año, fabricación, modelo y equipamiento similar, o los manuales apropiados de servicio. La utilización de una lista de verificación como la que se muestra en la Figura A.16.3.2(e) puede ayudar al investigador en la inspección completa del vehículo. Esta lista de verificación no pretende incluirlo todo; puede que no sea aplicable a una investigación dada y además puede que no cubra todos los aspectos que puede identificar un investigador en el lugar de los hechos.

27.7.3.2 La información relacionada con los incendios y sus causa en los vehículos del mismo modelo, fabricación y año, se pueden obtener del National Highway Traffic Safety Administration, *www.nhtsa.gov* (1-800-424-9393 o 1-202-366-0123), del Insurance Institute for Highway Safety, *www.hwysafety.org* (202-328-7700), o del Center for Auto Safety, *www.autosafety.org* (1-202-328-7700). En Canadá, pueden contactar con el Department of Transport, *www.tc.gc.ca/* (1-613-993-9851).

27.7.4 Documentando el Vehículo en el Escenario del Fuego. La escena del incendio deberá ser delimitada en su totalidad, incluyendo al vehículo y una parte suficiente del área que lo rodea. El escenario, como queda establecido, debe ser considerado como una prueba potencial que deberá ser protegida y preservada hasta que pueda ser meticulosamente documentada. Cuando se retire un vehículo de la escena de un fuego, se debería documentar el vehículo y el escenario. El investigador debería realizar un diagrama del escenario del fuego, en el que se muestren los puntos de referencia y

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

las distancias con respecto al vehículo. El diagrama deberá contar con el suficiente nivel de detalle necesario para determinar con precisión la posición del vehículo antes de ser retirado. Se deberá fotografiar la escena en general, mostrando los edificios cercanos, estructuras viales, vegetación, otros vehículos, y marcas producidas por neumáticos o huellas. Los daños producidos por el fuego en cualquiera de los elementos mencionados, o cualquier signo de descarga de combustible, debe ser fotografiado documentado para ayudar en el análisis de la propagación del fuego. Se deberá documentar la localización y condición de cualquier elemento o escombro que haya sido separado. Los escenarios de incendios producidos después de un accidente pueden requerir documentación adicional, como pueden ser reconstrucciones digitales o vistas aéreas.

27.7.4.1 Se debería fotografiar el vehículo por todos sus lados, también desde el techo y los bajos. La parte baja normalmente se puede documentar cuando se está elevando el vehículo para su transporte. Hay que fotografiar tanto las partes afectadas como las que no lo estén, en el interior y en el exterior. La documentación del vehículo debería ilustrar las condiciones, posición y contenido del vehículo en el momento de la inspección. Cualquier cambio durante la inspección del vehículo debería ser documentado mediante una serie de fotografías que muestran estos cambios.

27.7.4.2 Hay que fotografiar cualquier prueba que demuestre el recorrido de propagación del fuego, en el interior y en el exterior de cualquier compartimento (motor, pasajeros, espacio de carga, maletero, etc.). Como en los incendios de edificios, si el vehículo se ha quemado completamente puede ser difícil determinar cómo se ha propagado el fuego.

27.7.4.3 Hay que fotografiar los espacios de carga anotando el tipo y cantidad de la misma y en qué medida puede haber participado en el incendio. Si es posible, se debería fotografiar el momento de retirada del vehículo o vehículos y cualquier daño que se pueda producir en este proceso. También hay que fotografiar el lugar después de la retirada del vehículo o vehículos afectados, sobre todo las marcas dejadas en la carretera o en el suelo y la posición de los cristales y otros restos. Hay que completar las fotografías con dibujos y notas.

27.7.5 Informe del Vehículo una vez Retirado.

27.7.5.1 Si se ha retirado el vehículo del lugar del siniestro, hay que visitar el lugar y revisar las fotografías que se pudieran haber tomado. Antes de realizar la inspección del vehículo, se debería recoger cuanta información básica sea posible. Esta información debería incluir la fecha y hora del accidentes; lugar del accidentes; declaraciones del conductor, de los pasajeros y de los testigos; informes de los bomberos y policías; localización actual del vehículo; y método de transporte (transportado, remolcado, conducido, etc.). El proceso básico de documentar el estado del vehículo es el mismo, esté donde esté. Cuando la inspección se hace más tarde y lejos de donde se produjo el siniestro, puede haber piezas que se hayan perdido o estropeado. Además el vehículo puede haberse visto afectado por los elementos y las marcas del fuego, sobre todo las dejadas en las superficies metálicas, pueden haberse oscurecido. Si se supone que el vehículo va a estar a la intemperie, hay que hacer lo posible para que lo cubran con una lona o algo similar. A menudo, el óxido que se desarrolla en la carrocería unos pocos días después del incendio, puede hacer más visibles las marcas de fuego, pero la oxidación subsiguiente puede oscurecer las marcas del fuego.

27.7.5.2 Incluso aunque se examine el vehículo en el lugar del siniestro, hacerlo una vez retirado tiene sus ventajas. Por ejemplo, es más fácil quitar o desplazar paneles de la carrocería que impidan la visión de partes críticas. Si fuera necesario utilizar herramientas para desmontarlos, puede que haya cerca algún enchufe. Con frecuencia se pueden conseguir ayudas como una carretilla elevadora, para inspeccionar el vehículo con más detalle hay que fotografiar bien todo el vehículo cuando se inspeccione lejos del lugar del siniestro.

27.8 Examen de los Vehículos a Motor.

27.8.1.1 El examen del exterior puede revelar marcas de fuego significativas. La localización del fuego y la forma en que el parabrisas reacciona ante él, puede ayudar a determinar en que compartimento de originó el fuego. Los diagramas de las Figuras 27.8.1.1(a) y 27.8.1.1(b) ilustran las potenciales marcas del fuego en función del compartimento origen del fuego. Un incendio en compartimento de pasajeros causará con frecuencia la rotura de la parte superior del parabrisas y dejara en el capó marcas de fuego radiales (marcas que parecen irradiar desde un área) como se muestra en las Figuras 27.8.1.1(c) y 27.8.1.1(d). En las Figuras 27.8.1.1(e) a 27.8.1.1(g) se muestras ensayos de fuegos interiores con el daño resultante y las marcas de fuego producidas. . Las Figuras 27.8.1.1(h) y 27.8.1.1.(i) muestran las marcas radiales de un fuego en el compartimento de los pasajeros.

27.8.1.2 Los incendios del motor, por otro lado, normalmente invaden el interior del compartimento de los pasajeros a través de las penetraciones del salpicadero, como se describe en el párrafo 27.6 y causará un fallo en la parte inferior del parabrisas en la lado del pasajero. En las puertas se pueden ver marcas radiales por un incendio del motor. En las Figuras 27.8.1.2(a) a 27.8.1.2 (h)

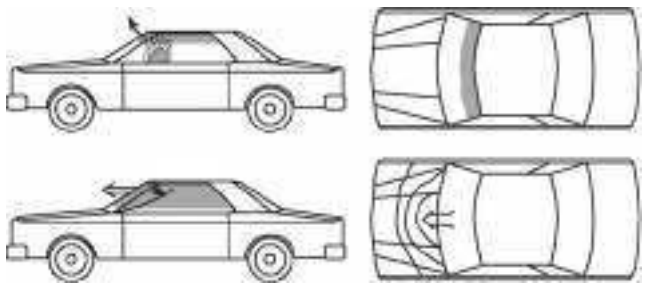


FIGURA 27.8.1.1(a) Marcas de Desarrollo del Fuego Originado en el Interior.

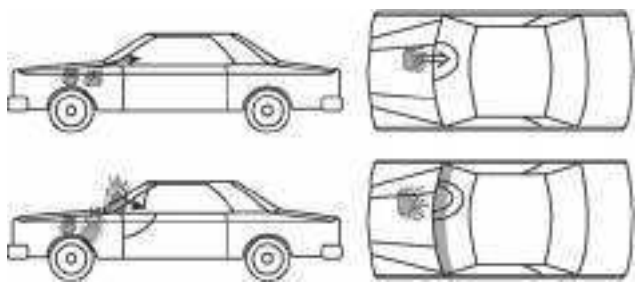


FIGURA 27.8.1.1(b) Marcas de Desarrollo del Fuego Originado en el Compartimento del Motor.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 27.8.1.1(c) Marcas Radiales de Fuego Producidas por el Incendio en el Compartimento de Pasajeros.



FIGURA 27.8.1.1(f) Daños y Marcas Producidas por el Fuego en un Incendio Inetrior.



FIGURA 27.8.1.1 (d) Otras Marcas de Fuego Radiales Producidas por el Fuego en el compartimento de Pasajeros.



FIGURA 27.8.1.1(g) Restos de una Parabrisas en un Incendio Interior.



FIGURA 27.8.1.1 (e) Ensayo de fuego en el interior.



FIGURA 27.8.1.1 (h) Marcas de Fuego Radiales Producidas por el Incendio en el Compartimento de Pasajeros.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 27.8.1.1 (i) Otras Marcas Radiales de Fuego Producidas por el Incendio en el Compartimento de Pasajeros.

se muestras ejemplos de marcas por incendios producidos en el compartimento del motor.

27.8.2 Examen de los Sistemas del Vehículo. Después de establecer el compartimento del origen, se pueden examinar los sistemas individuales de esa zona. Utilizando los sistemas identificados y funciones descritos en la sección 27.5 a 27.5.8, el investigador debería inspeccionar un sistema y determinar su situación y su posible involucración en el incendio.

27.8.2.1 Se debe inspeccionar el tanque de combustible en busca de golpes o perforaciones. Las condiciones del sistema de llenado deben ser anotadas. Los tubos de llenado, ventilación, y los manguitos, suelen ser sistemas de piezas múltiples con conexiones elastómeras. Algunos sistemas de llenado se encuentran insertados dentro del tanque a través de una arandela o junta de goma. Estas conexiones pueden liberar combustible al separarse durante un accidente o pueden arder debido a la exposición al fuego. Los tanques de combustible pueden estar fabricados con materiales metálicos o no metálicos, pudiendo arder de forma parcial o completa durante el incendio.



FIGURA 27.8.1.2 (a) Rotura incipiente de un Parabrisas Causado por el Fuego del Compartimento del Motor.



FIGURA 27.8.1.2(b) Marcas Radiales en la Puerta del Conductor producidas por el Fuego en el Compartimento del Motor.



FIGURA 27.8.1.2(c) Ensayo de fuego en el interior del compartimento del motor



FIGURA 27.6.1.2(d) Marcas de Fuego sobre el Capó Producidas por el Fuego en el Compartimento de un Motor.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 27.8.1.2(e) Daño por Fuego Producido en el Compartimento de un Motor por un l Incendio en el Compartimentos del Motor.



FIGURA 27.8.1.2(f) Propagación hacia el interior del Fuego en el Compartimento del Motor.



FIGURA 27.8.1.2(g) Rotura incipiente de un Parabrisas Causado por el Fuego del Compartimento del Motor.



FIGURA 27.8.1.2(h) Marcas Radiales en el Lado del Guardabarros del Conductor Producidas por el Incendio en el Compartimento del Motor.

27.8.2.2 Se debería anotar y registrar la presencia o ausencia del tapón del tanque de combustible, o daños mecánicos al final del sistema de llenado. Muchas tapas del tanque de combustible tienen componentes plástico o metales de temperatura baja de fundición que se pueden destruir durante el incendio, con lo que las partes metálicas quedan desalojadas, perdidas, o se encuentran en el tanque de combustible. Los tanques de combustible expuestos al calor o a las llamas generalmente muestran una línea de demarcación que representa el nivel de combustible en el momento en que se extinguió el incendio.

27.8.2.3 Deberían inspeccionarse las líneas de suministro de combustible y de retorno de vapor, buscando roturas e indicaciones de daños por fuego. Estas líneas suelen tener manguitos de conexión de goma o de polímeros flexibles en uno o más puntos a lo largo de su extensión que pueden ser puntos de salida de combustible. Examinar y registrar la situación de las líneas que pasan cerca del convertidor catalítico y en cualquier ubicación donde las líneas no metálicas, de suministro de combustible o de retorno de vapor, pasan cerca de los conductos de escape u otras fuentes de calor, o en lugares sujetos a abrasión.

27.8.3 Interruptores, Tiradores, Palancas. Durante la inspección del interior del vehículo hay que anotar la posición de los interruptores para ver si estaban encendidos o apagados. Hay que intentar saber el estado de las ventanillas y si estaban subidas o bajadas antes del incendio. Hay que anotar la posición de la palanca de cambios y examinar, si es posible, la llave de contacto para ver si presenta síntomas de manipulación o de alteración del bloqueo. La mayoría de estos elementos están hechos de materiales que se consumen fácilmente durante un incendio, aunque pueden dejar residuos suficientes que faciliten la investigación.

27.9 Combustión Total. Se considera "Combustiones totales" aquellos incendios que han consumido todos o casi todos los combustibles. Los vehículos que se han quemado totalmente presentan problemas especiales para determinar el origen y la causa del incendio. Si un vehículo arde totalmente, puede que no haya testigos a los que entrevistar, y posiblemente no acudan los bomberos. El vehículo debería identificarse y docu-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

mentarse completamente. Se debería intentar la determinación de la situación del vehículo en el momento del incendio. Si se han perdido componentes, se debería intentar determinar si se retiraron o perdieron antes o después del incendio. La situación del motor y la transmisión antes del incendio normalmente se puede determinar analizando sus líquidos. Se pueden verificar los restos del incendio en el piso del automóvil en busca de residuos de líquidos inflamables.

27.10 Consideraciones Especiales sobre Incendios Provocados de Vehículos. Los vehículos que son robados o supuestamente robados, son un caso especial. Es muy baja la probabilidad de que un vehículo experimente un fuego accidental después de ser robado, pero a pesar de ello se debería realizar una investigación completa. Los vehículos se roban por muchas razones. Un motivo normal suele ser el robo por partes. Si un ladrón roba un vehículo por partes, nunca será recuperado. Si se recupera, debería ser evidente que se han quitado partes, entre las cuales se incluyen algunas valiosas como las ruedas, paneles principales de la carrocería, motores y transmisiones, air-bags, sistemas de música, y asientos. Otro motivo normal es cometer otro crimen. Muchas veces el ladrón quemará el vehículo para ocultar cualquier prueba como las huellas dactilares. Este ladrón no quitará elemento alguno del vehículo, y puede utilizar materiales disponibles para hacer el fuego. Muchas veces los vehículos se queman deliberadamente, pero informan que han sido robados. Estos vehículos muestran pruebas del fraude por sustitución de partes interiores, como ruedas y sistemas de sonido. A veces un vehículo en leasing se incendio deliberadamente para que el usuario pueda anular el contrato que no puede pagar o cuando el vehículo ha acumulado demasiado kilometraje y tiene que pagar un suplemento por kilometraje.

27.10.1 Se puede desarrollar el análisis del aceite del motor para determinar la situación del motor antes del incendio y la causa posible de la destrucción del vehículo. Se pueden analizar muestras de restos recogidos del suelo, en busca de líquidos inflamables. Este análisis mostrará el método de destrucción.

27.10.2 Asumiendo una combustión total o casi total, la retirada de los restos puede revelar la presencia de pestillos de cilindros de cierre de arranque del motor. Esta es la parte del interruptor de arranque que mantiene la llave. La retirada cuidadosa de los restos y su documentación puede mostrar la llave todavía en los pestillos del cilindro de cierre. En muchos casos, la disposición de los pestillos en los restos indicará si los pestillos estaban o no dentro de los cilindros de cierre de arranque en el momento del incendio. Esta información, así como la evaluación microscópica de las superficies entre las ranuras de los pestillos, pueden mostrar si la ignición se forzó antes del incendio. Si no se encuentran los pestillos, puede indicar que se retiró el cilindro de cierre de arranque antes del incendio. El investigador puede encontrar el pestillo prácticamente intacto en otra parte del vehículo. En este caso, el pestillo probablemente presentará pruebas de retirada forzada. Para que un vehículo sea robado sin el empleo de la llave correcta, ya haya sido remolcado o forzado, el cerrojo del eje del volante tiene que estar anulado (roto), el dispositivo de bloqueo de la palanca de transmisión debe estar anulado (roto) y el interruptor de ignición debe estar embragado. La ausencia de todas estas pruebas normalmente indica que se usó la llave correcta. Algunos automóviles usan ahora una llave con cabeza plástica que contiene un transmisor electrónico que se comunica con el ordenador del vehículo. Normalmente una llave falsa o sin llave no permiten el arranque del motor.

27.11 Componentes del sistema de arranque del vehículo

27.11.1 Inspección de sistemas de arranque con llave de corte La información de esta sección está dedicada en exclusiva a la inspección de vehículos equipados con sistema de arranque por llave de corte. No se aplicará a vehículos de arranque remoto, arranque sin llaves (pulsador de arranque), llaves de proximidad, o cualquier otro dispositivo que no utilice una "llave de corte". Esta sección será pertinente sólo para los vehículos que hayan sido robados y recuperados incendiados. Puede seguirse la misma metodología en cualquier investigación que implique la investigación de un vehículo. Las pruebas físicas de las condiciones previas del contacto de arranque se pueden descubrir durante la inspección del vehículo. La localización más común del contacto de arranque, en su fabricación, es el lado derecho de la columna de dirección (Figura 27.11.1(a)). El investigador debe recordar que las contactos de arranque no siempre se sitúan en la columna de la dirección pudiendo aparecer en el tablero o consola central (Figura 27.11.1(b)). Aunque existe una gran cantidad de fabricantes de automóviles, sólo se utiliza un número reducido de modelos de discos de bloqueo en los contactos de arranque (Figura 27.11.1(c)). El investigador deberá estar familiarizado con la construcción de los tipos de discos de bloqueo asociados con el vehículo que está siendo objeto de la investigación.

27.11.1.1 Cilindro de la llave de Contacto. Los cilindros de las llaves de contacto típicos, están hechos de fundición de zinc, alojado en una pieza de fundición de zinc colocada en la columna de dirección. La fundición de zinc tiene una temperatura de fusión de entre 300ºC-400ºC (576ºF-750ºF). Los discos de cierre se realizan normalmente en latón con una temperatura de fusión con un rango de 936ºC-992ºC (1710ºF-1825ºF). Al tener una temperatura de fusión más baja, el alojamiento de zinc libera la llave contacto al fundirse, de forma que esta cae al suelo o entre los desechos. Una vez liberado, la fundición de zinc del cilindro suele quedar parcialmente intacta. La posición y condición de los componentes del cilindro puede ayudar al investigador a entender la



FIGURA 27.11.1(a) Contacto de Arranque Situado en el Lado Derecho de la Columna de Dirección.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 27.11.1(b) Contacto de Arranque Situado en el Tablero a la Derecha de la Columna de Dirección.



FIGURA 27.11.1(c) Ejemplo de Contacto de Arranque común con discos de bloqueo.

condición previa del contacto de arranque, y el momento del incendio en el cual la llave paso a la posición existente tras el incendio.

27.11.1.2 Recuperación Posterior al Fuego del Cilindro. Los restos del fuego situados en el suelo del lado del conductor deben ser estratificados y examinados. En caso de que el cilindro del contacto de arranque no haya sido retirado a la fuerza antes del incendio, alguna o todas los restos del contacto deberían ser identificables entre los escombros y recuperadas para realizar análisis posteriores. Dichos restos deberán encontrarse en un área localizada inmediatamente debajo del lugar en que estaban instalados. Puede ser necesaria realizar la criba de los escombros usando una criba del tamaño adecuado, para recuperar e identificar los componentes del contacto.

27.11.1.2.1 La situación de los restos del contacto de arranque dentro de los escombros situados debajo del punto de original de instalación puede indicar que el contacto presumiblemente estaba instalado de manera apropiada en el momento del incendio. [Figura 27.11.1.2(a) y Figura 27.11.1.2.1(b)]. Los restos de los contactos mostrarán por norma general daño térmico, y también pueden presentar daño mecánico producido en el contacto antes del fuego.

27.11.1.2.2 La aparición de restos del contacto en el suelo, debajo de la capa de escombros del fuego, podría indicar que el contacto



FIGURA 27.11.1.2.1(a) Restos de discos del Contactos de Arranque Dentro de la Capa Superior de escombros.



FIGURA 27.11.1.2.1(b) Restos de los discos de un Contacto de Arranque en la Parte Superior de los Escombros.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 27.11.1.2.2(a) Ejemplo de Contacto de Arranque con los Disco en Posición Extendida o Cerrada.



FIGURA 27.11.1.2.2(b) Ejemplo de Contacto de Arranque con los Discos en Posición de Desbloqueo.

se encontraba en el suelo antes del incendio. Esto podría indicar que el contacto fue retirado de su lugar de instalación antes del comienzo del incendio. El contacto en este caso, se encontrará normalmente intacto, aunque pueda presentar daños mecánicos debido su retirada forzada desde su lugar de instalación, y con poco o ningún daño térmico producido por el fuego. Un ejemplar de este tipo de contacto puede ayudar al investigador a la hora de determinar el tipo de daño que puede soportar el cilindro de un contacto en el caso de ser retirado o forzado antes del incendio. *[Ver Figura 27.11.1.2.2(a) y Figura 27.11.1.2.2(b).]*

27.11.1.3 Examen Detallado de los Contactos de Arranque. Los restos de los contactos de arranque deben ser examinados en busca de pruebas de daño mecánico que pueda ser indicativo de que han sido manipuladas antes del incendio. *[Ver Figuras 27.11.1.3(a) a 27.11.1.3(c).]* En los casos en los cuales el daño mecánico no es evidente, puede ser necesario recurrir a medios de ampliación para examinar los las marcas de la llave en los discos. Un examen detallado de los restos de la contacto de activación puede mostrar fue girado o "reventada." Si existe una deforma-



FIGURA 27.11.1.3(a) Discoa de Contactos de Arranque Retirados de Manera Intencionada de un Contacto de Arranque Dañado. El Daño ha sido Producido Utilizando un Destornillador de Cabeza Plana para hacer Girar el Contacto de Arranque en el Sentido de las Agujas del Reloj.



FIGURA 27.11.1.3(b) Disco Dañado al Utilizar una Cuchilla Metálica para hacer Girar el Cierre de un Contacto de Arranque.



FIGURA 27.11.1.3(c) Vista Lateral de un Disco Dañado.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ción rotativa en los discos, el contacto puede haber sido forzado. La presencia de rallones afilados o arañazos a lo largo del interior del camino de la llave puede indicar que el contacto ha sido "reventado". Puede ser necesario realizar pruebas y análisis de laboratorio más adelante para realizar una comparación forense del contacto, en caso de sospecharse que fue retirada a la fuerza o eliminada antes del incendio. [Ver Figura 27.11.13(b) y Figura 27.11.1.3(c) para más detalles sobre los discos mencionados.]

27.11.1.4 Restos de Contactos de Arranque Irrecuperables. Si los restos del contacto no son fácilmente identificables durante el proceso de examen de los escombros, puede ser que dichos restos hayan quedado atrapados por materiales que se han fundido durante el incendio, para después solidificarse tras el enfriamiento del entorno. Puede ser necesario el uso de radiografías para identificar los restos del contacto dentro de los escombros. [Ver Figura 27.11.1.4(a) y Figura 27.11.1.4(b).] Una vez identificados, los restos pueden o no, ser recuperables, dependiendo de la matriz del material que lo retiene. Las radiografías pueden proporcionar el nivel de detalle suficiente para realizar un análisis sin recuperar los restos del contacto de arranque del material que lo retiene.

27.11.1.4.1 Otras Consideraciones. Algunos fabricantes utilizan discos no fabricados con latón para los contactos de arranque. Los restos de estos discos dejados por el fuego pueden resultar destruidos o fundirse. El investigador debe ser prevenido de que hay otros componentes del sistema de Arranque que pueden sobrevivir en el entorno de fuego del vehículo, y pueden ayudar a determinar las condiciones previas al fuego del contacto de arranque. Dientes de cierre, tapas de cilindro de bloqueo blindadas, tapas del cilindro, pasadores de retención, resortes, anillo de retención, retenedor del núcleo de la llave, y otros elementos endurecidos, también pueden encontrarse en los escombros del fuego situados en el suelo. Estos componentes pueden ser útiles a la hora de determinar si el contacto de arranque estaba presente en el vehículo en el momento del incendio. Pero estos restos pueden no ser útiles a la hora de determinar si un contacto de arranque fue eliminad antes del incendio. Recurrir a un investigador forense familiarizado con el sistema de contactos involucrado, puede ser útil en la identificación y análisis de estos u otros componentes recuperados.

27.12 Vehículos en Edificios. Los vehículos a motor suelen aparcarse en edificios y pueden quedar dañados por un incendio que se produzca dentro del edificio. Este daño puede incluir efectos térmicos del incendio y golpes del vehículo por colapso del edificio. Si el vehículo se localiza en la zona de origen, se debería examinar como causa posible del incendio, como se esboza desde la Sección 25.5 a la 25.10. Realizar un completo examen de este vehículo puede incluir su retirada de los restos, retirada del capó y el techo, retirada de restos interiores, y elevar el vehículo para examinar su parte baja. Independientemente de si el vehículo es la causa o la victima del incendio, un vehículo proporciona un importante conjunto combustible, asociado también a un incendio lento, y debería ser muy tenido en cuenta para evitar una conclusión errónea del origen en el edificio.

27.13 Vehiculos Recreativos (Caravanas). Esta sección se ocupa de los factores relacionados con las investigaciones de incendios relacionados con los vehículos recreativos (RV). La información relativa a la investigación de incendios en RV incluye los materiales de construcción, sistemas, y modos de fallo. Hay información adicional sobre los sistemas de que disponen RV y normas sobre su construcción en la Norma 1192, Norma sobre vehículos de recreo. Los RV tienen muchas similitudes con las viviendas y las casas móviles. Además, en muchos casos, son un vehículo motorizado, que contiene todos los elementos de un automóvile. Sin embargo, debido a que los estándares para sus métodos de construcción riqueren que está sea ligera, pueden utilizar grandes volúmenes de plásticos y otros materiales combustibles. A menudo habrá elementos adicionales de combustible de gran tamaño como la espuma de poliuretano en sofás, colchones, refrigerador y el aislamiento y el gas propano.



FIGURA 27.11.1.4(a) Radiografía Mostrando los discos de un Contacto de Arranque Intacto en los Escombros.



FIGURA 27.11.1.4(b)) Radiografía Mostrando los discos de un Contacto de Arranque Intacto en los Escombros.

27.13.1 General. Los vehículos de recreo son una combinación única de un vehículo y una residencia, utilizando materiales muy especiales y métodos de construcción. El investigador debe tener un conocimiento básico de los métodos de construcción, de los sistemas y subsistemas asociados a la unidad. Como con cualquier otro incnedio, el primer paso es determinar la zona de origen. Los vehículos de recreo se pueden dividir en seis o siete zonas

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

principales, es decir, exterior, compartimiento del motor, zona de almacenamiento, cabina, cocina, baño y dormitorio. El tamaño, la construcción y la carga de combustible de estos compartimentos pueden variar considerablemente dependiendo del tamaño, estilo, y el fabricante.

27.13.2 Seguridad en la Investigación de Vehiculos de Recreo. La seguridad debe ser siempre la primera preocupación del investigador. La documentación puede llevarse a cabo durante la evaluación de la seguridad. (*Vèr el capítulo de seguridad para obtener más información.*)

27.13.2.1 Espacios Confinados. Por su naturaleza, las investigaciones de incendios en RV pueden implicar a menudo el trabajo en espacios confinados. El investigador debe ser consciente de los problemas de entrada a espacios confinados (por ejemplo, la entrada / salida y los problemas con la atmósfera interior), y debe tomarla debidas precauciones. Antes de entrar, el investigador debe asegurarse de que en el interior no existen niveles peligrosos de vapores explosivos, tóxicos o gases (por ejemplo, monóxido de carbono) o no es deficiente en oxígeno. Hay que evaluar los peligros del recinto de entrar y se debe usar el nivel adecuado de equipo de protección personal. Las luces y otros equipos deben ser intrínsecamente seguros y adecuados para este tipo de entornos.

27.13.2.2 Partículas en Suspensión. Debido a que muchos RV incorporan grandes cantidades de fibra de vidrio en su construcción, la resina que se usa como parte del proceso de construcción se quema, dejando pequeñas partículas irritantes de fibra de vidrio. Cuando se trata de incendios en el refrigerador, algunos materiales, como el cromato de sodio, pueden ser cancerígenos. Cuando estas partículas se combinan con la resina quemada, son muy irritantes para el sistema respiratorio, por que hay que usar un apropiado de equipo de protección personal, incluyendo la protección respiratoria.

27.13.2.3 Fuentes de Energía. Puede haber numerosas fuentes de energía presentes en un RV. Los riesgos eléctricos pueden venir de baterías de 12V DC o AC 120/240V de una toma externa o de un generador. Los combustibles como gasolina, gas-oil, o gas propano, pueden producir un derrame, un incendio o una explosión. Los recipientes presurizados pueden romperse y los cilindros neumáticos o hidráulicos pueden fallar. Se deben tomar precauciones para asegurar que los riesgos están desactivados, minimizados o asegurados de cualquier otra forma para evitar daños personales, así como la posible reaparición de un incendio o una explosión. El investigador debe utilizar equipo de protección personal que sea adecuado para los riesgos previstos.

27.13.2.4 Estabilidad. Los escenarios de los RV suelen ser inestables. Hay que tener cuidado al accuser al interior de un RV debido al peligro potencial de que se produzca un colapso del techo, de las paredes o del suelo. Los fabricantes de RV situan a menudo en el techo equipos pesados como máquinas de aire acondicionado o antennas parabolicas. Las pareds pueden parecer estables pero pueden caerse al mover los escombros. No se ha de introducer ninguna parte del cuerpo dentro de un RV si este no está correctamente estabilizado.

27.13.3 Vehiculos de Recreo (RV). Un vehículo de recreo es un vehiculo diseñado em primer lugar para proporcionar alojamiento temporal con fines recreativos, campamentos, viajes, uso estacional, que bien tiene su propia fuerza motriz o se monta sobre o es remolcado por otro vehículo. La zona habitable de la mayoría de los RV se denomina “cabina”.

27.13.3.1 Autocaravana. Las Auto-caravanas son vehiculos montados en, o unidos de forma permanente a un vehiculo provisto de motor o al chasis de una camioneta o furgoneta, que es una parte integrante del vehiculo.

27.13.3.2 Quinta Rueda. Los “quinta rueda” son vehiculos montados sobre ruedas de un tamaño y peso tales que no requieren un permiso especial para circular. La zona del remolque no tiene una superficie mayor de 37 m^2 cuando esta en condiciones de uso y estan diseñados para ser remolcados por un vehiculo motorizado que dispone de un mecanismo de arrastre que esta montado en la parte superior y por delante del eje trasero.

27.13.3.3 Remolques para Camping. Los remolques para camping son vehiculos montados sobre ruedas, que estan construidos con paredes que se pliegan cuando el vehiculo esta siendo remolcado y se despliegan en el camping.

27.13.3.4 Caravanas. Las caravanas son vehiculos monatdos sobre ruedas de un tamaño y peso tal que no require permisos especiales para circular remolcados por otro vehiculo y en los que la superficie no supera los 30 m^2.

27.13.3.5 Repostaje. Se aplica a equipos gasolina o diésel y consiste en traspasar combustible desde los tanque(s) de combustible del vehículo de recreo a otros vehículos motorizados o contenedores aprobados, por medio de mangueras y boquillas con válvula

27.13.3.6 Chasis. La estructura de metal de soporte sobre la que está construido el V.R., y en el caso de unidades auto propulsadas, puede incluir ejes, motor, transmisión, líneas de combustible, y bombas de combustible.

27.13.3.7 Listado. Equipos, materiales, o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptada por la AHJ e interesada en la evaluación de productos y servicios; la realización de inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales listados, o la evaluación periódica de los servicios. Este listado también establece que tanto los equipos, el material, o el servicio, cumple con los estándares de diseños correctos o han sido probados y encontrados apropiados para una tarea concreta.

27.13.4 Sistemas y Componentes Especiales. Muchos RV estan equipados con una serie de componentes que no se encuentran en otro tipo de vehiculos.

27.13.4.1 Toma Exterior. Alimentación electrica a 120/240V AC V AC suminstrada por una toma alojada en una caja que se conecta via cable.

27.13.4.2 Generador. Los generadores auxiliares de los RV pueden ser de varios tipos. Pueden funcionar con gasolina, gas-oil o gas propano. Los generadores que funcionan con gasolina y y gas-oil, son similares alos ya descritos en este capítulo. Los generadores que funcionan con propano utilizan el combustible en froma líquida que es suministrado por una manguera reforzada. Los generadores puede estar refrigerados por aire o agua.Los usuarios de RV pueden a veces usar generadores portatiles que funcionan generalmente con gasolina

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

27.13.4.3 Sistema de Arranque Automático del Generador (AGS). Es un sistema de control que arranca y para automáticamente el motor del generador, de acuerdo con unas condiciones pre-establecidas, como por ejemplo bater´ñia con carga baja o alta, incremento o disminución de la demanda, existencia o no de toma exterior o cambios en el consumo de los electrodomesticos

27.13.4.4 Convertidor Eléctrico. Dado que existen dos sistemas electricos diferentes (12V DC and 120V AC), es necesario cambiar de uno a otro. Algunos componentes y electrodomesticos funcionan a 12V DC, mientras que al mismo tiempo, otros funcionan a 120V AC. Se utiliza un convertidor eléctrico para transformar 120V AC a 12V DCt. Esto ocurre cuando el RV esya conectado a la toma exterior o cuando esta funcionando el generador. El convertidor se usa también para cargar las baterías.

27.13.4.5 Inversor Eléctrico. Mientras que los convertidores se usan para pasar de 120V AC a 12V DC, los inversores hacen el trabajo opuesto. El inversor cambia la entrada de 12V DC en una salida de 120V AC. Esto permite el uso de electrodomesticos estandar sin necesidad de conectar el generador o estar conectado a la fuente exterior. La desventaja es que los inversores consumen grandes cantidades de energia de la batería en un periodo de tiempo muy corto. Hay que tener en cuenta que la mayoria de los RV están equipados con un equipo que incorpora el convertidor y el inversor. El investigador encontrara un equipo que hace las dos funciones.

27.13.4.6 Baterías. Aunque las baterías no son diferentes de las del resto de los vehiculos, su número y configuración en los RV. En una auto-caravana, existen la batería o baterías de 12V DC para el arranque o funcionamiento del motor. La cabina tiene un sistema de baterías independientes. Dependiendo del fabricante, la conexión puede hacerse de diferentes formas. El fabricante suministra dos sistemas separados de 12V DC para que las baterías de arranque no se descargan por el uso de los accesorios de la cabian o los electrodomesticos. Aunque estos sistemas tienen salidas separadas, el generador asociado al motor puede cargar ambas baterías cuando está en marcha. Algunos generadores disponen de cargadores directos de baterías mientras que otros lo hacen a través del convertidor. Muchos RV estan equipados con desconectadores de baterías del lado de la cabina. Las baterías pueden no estar colocadas en el mismo sitio dentro del RV. Las baterías para el arranque están colocadas en la zona del motor. Las baterías de la cabina están situadas en una zona accessible.

27.13.4.7 Salidas de Emergencia. La salida de emergencia de un RV es normalmente una ventana especial, hacia el exterior del vehiculo. La salida de emergencia principal es la puerta o puertas de entrada. La salida secundaria o de emergencia esta provistas de escotillas especiales o ventanas diseñadas para este propósito.

27.13.4.8 Tanques para Almacenamiento de Líquidos. Los RV pueden estan equipados con tanques para contener las aguas residuales. Los tanques que recogen las aguas del inodoros se llaman tanques para “aguas negras”, los que contienen las aguas del lavabo o la ducha se llaman tanques de “aguas grises”. También puede existir un tanque para agua potable.

27.13.5 Sistemas.

27.13.5.1 Sistemas Eléctricos. Los vehiculos de recreo con tienen dos sistemas eléctricos diferentes; 120V AC y 12V DC. Todos los cableados han de cumplir con NFPA 70, Código Eléctrico Nacional. Muchos de los componentes del sistema de 120V AC son similares a los encontrados en la viciendas.Para los sistemas a 12V DC se usan cables trenzados, mientas que para los sistemas de 120V AC se usan conductores macizos. Los sistemas de iluminación pueden usar ambas alimentaciones en el mismo aparato. Cuando están conectados a la fuente externa, las necesidades del RV estan cubiertas por la alimentación a 120V AC. Los componentes que funcionan a 12V DC se alimentan a través del conversor. Cuando está desconcetada la alimentación externa, la salida a 120V AC del generador puede ser la fuente de alimentación de la cabina. Cuando no se está conectado a ninguna fuente a 120V AC, se usan los componentes que funcionan a 12V DC. También puede haber paneles solares. Estos paneles se usan para recargar las baterias. La información sobre los sistemas a 12V DC para la cabina es en general parecida a la del motor del vehiculo.

27.13.5.1.1 Alimentación Exterior. La alimentación exterior mas común en los RV es una toma de 30 Amp. Es un sistema con tres cables. El sistema está diseñado para alimentar hasta 5 circuitos a 120V AC. En RV de mayor tamaño, la toma puede ser de 50 Amp. El sistema es entonces de 4 hilos. El sistema de 4 hilos utilize dos conductors con tensión, un neutro y tierra. Incluso con dos condutores activos, los RV no usan sistemas a 240V AC. No hay sistemas funcionando a 240V AC en los RV. Los campings tienen ambas tomas, 30 Amp y 50 Amp disponibles en la misma caja. Muchos propietarios instalan sistemas eléctrcios en sus RV. También se usan adaptadores. De hecho, un equipo fabricado para trabajar con una toma de 4 hilos puede usar un “adaptador” para conectarse a una toma de 3 hilos. Esto puede llimitar el n-número de conexiones disponibles para ser usadas en el RV.

27.13.5.2 Sistemas con Propano. El propane se usa para cocinar, calefacción y refrigeración. Las bombonas de propano han de estar fabricadas de acuerdo con las especificaciones del Departamento de Transporte de EEUU para contenedores de GLP (49 CFR) o fabricadas de acuerdo con los requisitos del Departamento de Transportes de Canada. Los tanques fijos de propano han de estar construidos de acuerdo con el código ASME para calderas y recipientes a presión, Seccion VIII “Normas para la construcción de recipientes a presión no expuestos al fuego”.

27.13.5.2.1 Reguladores de Gas Propano. En los RV se usan reguladores de dos etapas. Se require que tengan una capacidad superior a la demanda total de todos los electrodomesticos alimentados con propano. La primera etapa reduce la presión de salida del tanque a una presión no superior a 10 psi. La segunda etapa del regulador reduce la presión a los límites de tolerancia del sistema.

27.13.5.2.2 Capacidad Máxima de los Contenedores de Propano. NFPA 1192 límita la capacidad de los contenedores de propane almacenados en un RV; No puede haber mas de 3 bombonas o 2 tanques. La capacidad maxima de cada uno de ellos es de 105 lb (47.6 kg) de capacidad de agua o 45 lb (20.4 kg) de propano. La máxima capacidad total de agua es de 200 galones (0.8 m^3).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

27.13.5.2.3 Aislamiento del Sistema de Propano. Algunos fabricantes dotan de aislamiento termico, contra impactos y abrasión a los contenedores y tuberías de gas. Hay que medir la dstancia entre el contenedor de propano a los componentes que puedan producir calor. El contenedor, las tuberías y las mangueras tienen que estar apantalladas por un componente de la estructura del vehiculo o por un deflector incombustible, con un espacio libre a ambos lados de la estructura o de la pantalla. Hay que medir la dstancia entre las tuberías o las mangueras a los componentes que puedan producir calor. El contenedor, las tuberías y las mangueras tienen que estar apantalladas por un componente de la estructura del vehiculo o por un deflector incombustible, con un espacio libre a ambos lados de la estructura o de la pantalla.

27.13.5.2.4 Cocinas. Hay dos tipos básicos de cocinas, los de encimera y los integrados en un mueble. Las cocinas de encimera están encastradas en ésta. En este caso no hay horno. Una cocina de encimera con un horno en la parte inferior es una cocina integrada. Están instaladas en un mueble con huecos adecuados para ambos componentes. Estos componentes están alimentados por propano. El control de la cocción se hace por un conjunto de mandos de control de los quemadores. Como medida de seguridad, las cocinas están equipadas con un regulador de propano no ajustable. Las cocinas suelen tener encendido por llama piloto para el horno y us sistema de chispa para los quemadores. Las distancias son importancias ya que estos equipos están especialmente diseñados para los espacios estrechos que existen en un RV. Los equipos diseñados para viviendas no son iguales y no son apropiados para ser instalados en un RV.

27.13.5.2.5 Calentadores de Agua. Pueden estar alimentados por gas propane o ser eléctricos funcionando a 120V AC. La tensión de 12V DC se usa para el control. Estos equipos están normalmente alojados en una carcasa intependiente. El propano arde en un quemador., el calor pasa a través de un intercambiador por el el tanque de agua, mientras que los gases de combustión se expulsa al exterior. Todo el proceso ocurre fuera de la zona habitable de la cabina. Los calentadores de pueden tener llama piloto o encendedores electrónicos. Los calentadores tienen un termostato interno para regular la temperatura del agua. Disponen de una valvula de seguridad que funciona por incremento de presión y/o temperatura, diseñada para abrir y liberar la presión antes de que alcance un nivel peligroso.

27.13.5.2.6 Hornos. Los hornos operan por el pricipio de combustión y transmission de calor. La mayoria de los hornos utilizan 12V DC para el control y el funcionamiento de ventilador.

27.13.5.2.7 Neveras de Absorción de Amoniaco Anhidro. Los refrigeradores de los RV normalmente no tienen compresores. Estos refrigeradores utilizar un sistema de absorción de calor realizado por el amoníaco anhidro caliente que se enfria cuando fluye por un sistema de tuberías. El enfriamiento del amoníaco anhidro proporciona refrigeración en el interior del refrigerador. El amoniaco anhidro se calienta con propano en un quemador o en en calefactor funcionando a 120V AC (sistema de 2-vías), o ademas con un calefactor a 12V DC (sistema de 3-vias). Normalmente funciona con energía eléctrica, sin embargo, el usuario puede seleccionar el combustible. La alimentación a 12V DC se usa para operar los controles. Los refrigeradores pueden llamas piloto o sistema de encendido electrónico. El amoníaco anhidro es combustible y puede arder si hay fugas en la tubería.

27.13.5.3 Sistemas de Seguridad. Todos los RV están obligados según NFPA 1192, *Standard on Recreations Vehicles*, tener instalados por el fabricante, alarmas de humo, monóxido de carbono, y extintores de incendio. En muchos casos también se requiere un detector de propano. Para los detalles específicos relacionados con cada dispositivo o sistema, consultar NFPA 1192.

27.13.6 Construcción.

27.13.6.1 Construcción Exterior. El investigador debe estar familiarizado con la composición y la construcción de la RV. Los métodos generales de construcción utilizan una estructura de acero soldado al que está unido el suelo. El entramado del suelo puede ser de acero, aluminio, o perfiles de madera con un subpiso de madera o composite. A diferencia de la construcción de las viciendas, los RV se construyen comúnmente de adentro hacia afuera. Todos los componentes estructurales interiores se instalan en el suelo antes de la instalación de las paredes exteriores. Esto puede incluir algunos de los aparatos y accesorios. A continuación se añaden las paredes. La estructura puede ser de madera, acero, aluminio, con revestimientos interiores y exteriores de fibra de vidrio, aluminio o acero inoxidable. Otros procedimeintos incluyen el moldeado de materiales ligeros y resistentes para hacer toda la pared en un solo conjunto. Estos conjuntos pueden incluir todo el cableado necesario, tanto de 12V DC y AC 120V. El último componente que se coloca es el techo. El techo más normal es un chapado de madera sobre la estructura y cubierto por una membrana impermeable. También se pueden usar techos de fibra de vidrio de una sola pieza. Los fabricantes dejan a veces uno de laterales sin cerrar para poder colocar equipos de gran tamaño.

27.13.6.2 Interior. Debido ala preocupación por el diseño y el peso, los materiales interiores pueden ser diferentes de los que se encuentran en una vivienda. Los interiores pueden estar construidos con paneles de fibra de vidrio reforzada (FRP) o una estructura de madera recubierta de una chapa de madera aglomerada. Los productos utilizados para el acabado interior han de tener una clasificación de resistencia a la propagación de la llama de 200 o menos de acuerdo con ASTM E 84, esto se aplica a acabados interiores de las paredes, divisiones, techos, puertas exteriores, armarios, zonas habitables, pasillos, cuartos de baño incluidos placa de ducha o bañera. Las encimeras pueden ser naturales (mármol o granito), sintéticas (plástico laminado) de chapa de madera. Pueden existir cargas de fuego adicionales tales como alfombras, u otros materiales sintéticos utlizados como recubrimientos de paredes o techos. Los requisitos de propagación de llama no afectan a molduras de muebles, ventanas, puertas, claraboyas; cubiertas, puertas interiores de paso, encimeras, barras de armarios, montantes, parteluces, zócalos, o puntas acolchadas de armarios. Estos combustibles pueden afectar drásticamente a cualquier incidente de fuego, ayudando a la propagación y el crecimiento del fuego.

27.13.7 Examen del Vehiculo de Recreo. Las dimensiones del RV, distancias libres y tolerancias dentro de la cabina son criticas para algunos sistemas. El examen y la documentación de cualquier prueba, incluso le retirada y el aseguramiento de los componentes de la prueba ha de hacerse de acuerdo con las recomendaciones incluidas en el capítulo de Pruebas Físicas y los

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

requerimientos de los códigos ASTM incluidos en el Anexo A de este docuemento. Si se retiran de forma inadecuada, el investigador puede destruir piezas claves de las pruebas e información relevante sobre la posible causa. (*Vér Sección 16.3.*)

27.13.7.1 El examen del exterior del RV puede mistral marcas de fuego significativas. Hay que tener precaución al interpreter las marcas alrededor de recintos cerrados como alojamiento de neveras, hornos o calentadores. Estos alojamientos están ventilados y pueden contener cantidades significantes de combustible. Esto puede afectar a las marcas exteriores del fuego.

27.13.7.2 El análisis de las marcas del fuego puede ayudar a determinar si el fuego se extendió desde el interior del reciento. NFPA 1192 requiere que el inerior de la cabina sea estanco a los vapors que vengan del exterior. La distribución de la cabina, los electrodomesticos, y lamparas, junto con el hecho de que las ventanas estubieran abiertas o cerradas, puede afectar a como se extendió el fuego y a las marcas resultantes. Los compartimentos usados para dormir, descansar, cocinar, almacenar o lavabo pueden incluir una gran variedad de materiales y posibles escenarios de ignición.

27.13.7.3 Investigacion de Sistemas y Componentes Especiales para Vehículos de Recreo. Los sistemas especificos usados en los RVincluyen: ssitemas de gas propano, sistemas eléctricos, sistemas de calefacción, electrodomesticos y equipos de seguridad contra incendios. Estos sistemas, tratados en los párrafos 25.12.5.1 a 25.12.5.3.4 deben examinarse y analizarse para determinar su posible papel como fuentes de no normales de calor o de ignición, su papel como primer combustible o siguientes, y su papel en el crecimiento y la propagación del fuego. Estos examenes y anáñisis deben incluir el análisis de posibles fallos, funcionamiento o instalacion inadecuados, daños previos al fuego, fugas de combustible, y el funionamiento o no de los mecanismos de seguridad y control.

27.13.8 Fuentes de Ignición. En la mayoria de los casos, las fuentes de ignición en un RV son similares a las ya descritas en este capitulo y las asociadas a inenedios en edificios tales como arcos eléctricos, chispas, calentamiento de los cables, llamas abiertas o materiales relacionados con fumar. Hay que tener consideraciones adicionales relacionadas con los electrodomesticos descritos anteriormente. También debe tenerse en cuenta los efectos de la vibración, el daño mecánico, la actividad de roedores, o de movimiento, debido a la circulación por la carretera.

27.13.9 Identificación de Vehículos de Recreo. La administración nacional de seguridad de trafico en carretera (NHTSA) rrequiere que todos los RV esten identificados con un número de 17 dígitos llamado Número de identificación del Vehiculo (VIN). Los fabricantes dan un numero de VIN a la cabina e identifican también la marca, modelo y número de serie de los electrodomesticos mas significativos. Esta información se encuentra en los documentos de los propietarios, una etiqueta en la parte exterior del coche, y un cartel ubicado en un armario de cocina. Después de un incendio, estos números pueden no estar disponibles. Los números estampados en el chasis pueden enviarse al National Insurance Crime Bureau (NICB) o la Oficina de Seguros de Canadá (IBC) para verificar la identidad del vehículo.

27.13.10 Información sobre el Vehículo de Recreo. Hay muchas fuentes disponibles para ayudar al investigador en la determinación de la causa y origen. Estas fuentes incluyen pero no se limitan a catálogos de venta, manuales de usuario y páginas web, como la del fabricante de la unidad o sus componentes. Los planos y las opciones se pueden encontrar en Internet.

27.13.11 Vehículos de Recreo dentro de Edificios.

27.13.11.1 Los RV alojados en garajes, cocheras u otros recintos deben ser examinados teniendo en cuenta la posibilidad de la existencia de combustibles adicionales dentro del edificio, especialmente cuando se considera el origen. La transferencia de calor de un fuego originado en el edificio puede dañar el RV.

27.14 Equipo Pesado. El equipo pesado incluye equipo de movimiento de tierras, minería, forestal, llenado de suelos y agrícola. Estos vehículos tienen una significativa función de manipulación de materiales además de las funciones locomotivas. Este equipo está diseñado normalmente para utilizar motores diesel, y suelen tener transmisión hidráulica. Está sujeto a las mismas averías de los vehículos normales, pero también es susceptible de fallos por sobrecarga de la transmisión, avería de los sistemas hidráulicos relacionados con la manipulación de materiales, averías en los cojinetes, e ignición del material manipulado. La investigación de incendios en equipos pesados exige conocimiento de los sistemas afectados, incluyendo los sistemas específicos peculiares a este tipo de vehículos. Muchos equipos pesados vienen equipados con sistemas fijos de extinción.

27.14.1 Camiones Medios y pesados y Autobuses. La mayoría de los camiones medios, pesados y cabinas tractoras se construyen como vehículos incompletas llamados normalmente unidades de cabina. Es el primer paso para vehículos manufacturados en una o dos etapas de acuerdo con el Título 49 del Code of Federal Regulations, Part 568. El paso siguiente para los fabricantes son normalmente los fabricantes e instaladores de carrocerías que pueden completar solo una parte del vehículo en su conjunto. Las modificaciones y adiciones pueden ser muy grandes e incluir modificaciones de carrocería, electricidad y mecánica en la cabina.

27.14.1.1 Normalmente, los camiones completes y las cabinas tractoras son a medida y diseñadas para cumplir una aplicación específica. Los fabricantes originales de equipo para camiones (OEMs) proporcionan a menudo especificaciones sobre selección de vehículos. Esta disponibilidad de opciones y marcas permite un amplio número de posibles combinaciones. El investigador debería entender como fue construido el vehículo y por quien.

27.14.1.2 Los camiones, cabinas tractoras y autobuses también están sujetos a duros ciclos de trabajo, incluyendo largos períodos de funcionamiento y gran kilometraje. Por tanto, son importante para la prevención de incendio en estos vehículos los adecuados mantenimiento reparación y el empleo de piezas de repuesto.

27.14.1.3 La interpretación de las marcas de incendio es más complicada por efectos de ventilación, cargas de fuego en diferentes áreas del vehículo, sistemas eléctricos complejos y la inusual progresión del incendio al ser obstruido o contenido por miembros estructurales del chasis y cabina. Las cabinas de camiones pueden estar construidas con combinaciones de acero, aluminio, Madera, fibra de vidrio y plásticos. La diferencia en las propiedades de los materiales y la influencia de la ventilación por ventanas y puertas abiertas o una abertura de la cabina pueden crear mar-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

cas de incendio que podrían confundir al investigador sobre los verdaderos origen y causa. El gran uso de plásticos y la concentración y volumen de materiales combustibles como fluidos hidráulicos, filtros de combustible de gran capacidad aceites de motor y transmisión pueden crear también marcas de incendio que no están relacionadas con el origen.

27.14.1.4 Una gran variedad de aplicaciones para camiones, incluyendo volquetes, basura, quitanieves y arena, vacío, etc., usan sistemas hidráulicos para funcionar. Una fuga hidráulica puede pulverizar fluido sobre una área amplia con posible ignición sobre componentes calientes del escape.

27.14.1.5 Como los vehículos diesel tiene a menudo depósitos de combustible con 757 l (200 gal) de capacidad, un incendio en un vehículo donde la extinción se retrasa pueden incendiar todo el combustible, causando daños severos. Esto hace a menudo que la determinación del origen sea más difícil. En climas fríos muchos vehículos usan calefactores programables para refrigeración, combustible y aceite de motor. También hay disponibles calefactores de cabina y habitáculo que funcionan con diesel. Estos sistemas deberían ser inspeccionados por una posible implicación en la causa de incendio.

27.14.1.6 Los sistemas eléctricos de estos vehículos son normalmente más amplios y complejos que los de otros vehículos y pueden incluir sistemas de tensión más alta, sistemas de 12 o 24 V, sistemas de corriente alterna y continua así como circuitos de bajo voltaje multiplexados. Algunos motores usan calefactores de aire con colectores de alto amperaje o bujías incandescentes. Algunos cableados de gran sección y relés de elevada capacidad permanecen a menudo energizados y pueden fallar, dando lugar a un incendio o fallar como consecuencia de un incendio.

27.14.1.7 Los camiones medios y pesados, cabinas tractoras y autobuses pueden usar frenos hidráulicos o de aire. Los frenos de aire funciona con aire proporcionado por un compresos de hasta 827 kPa (120 psi). El daño a una manguera de aire (tubo de plástico o caucho reforzado con hilo de acero) a tubo de acero en el momento de inicio o durante el incendio puede impulsar y ventilar un incendio, lo que puede producir marcas de incendio que no están relacionadas con la causa del incendio. Los incendios de frenos y neumáticos pueden suceder cuando los frenos no se liberar y el vehículo está circulando. La mayoría de los motores controlados electrónicamente pueden desarrollar bastante par a baja velocidad para vencer los frenos de mano. Los motores controlados electrónicamente pueden desarrollar a baja velocidad suficiente par como para vencer los frenos de aparcamiento. A veces los neumáticos se incendian mientras se circula, cuando están poco inflados o si restos en la carretera se alojan entre ajustes.

27.14.2 Vehículos para Transporte Colectivo. Los autobuses de transporte pueden estar alimentados con diesel, gas natural comprimido (CNG) o híbrido diesel-eléctrico. Muchos están equipados con convertidores catalíticos y silenciadores. Los sistemas de aire comprimido son similares a los de los camiones pesados. Son comunes grandes sistemas de aire acondicionado, sistemas eléctricos de 24 V, un alternador a 24 V de 270 amperios, dirección operada hidráulicamente, rampas para sillas de ruedas y ventiladores y ventiladores enfriadores y calefactores auxiliares. Muchos autobuses tienen sistemas integrados de extinción de incendios. Algunos autobuses urbanos emplean ventanas de plástico irrompible pero combustible. Muchos autobuses usan asientos de baja combustibilidad o con retardantes de incendio. Los autobuses interurbanos tienen componentes similares del compartimento motor que los urbanos pero generalmente emplean motores diesel más potentes.

27.14.3 Equipo para Movimiento de Tierras. El equipo sobre ruedas a menudo está movido mecánicamente por el motor. El equipo sobre orugas normalmente es accionado por motores hidráulicos. Casi todos los demás están operados hidráulicamente. Los componentes hidráulicos dañados o las fugas de fluido pueden contactar con una adecuada fuente de ignición y provocar un incendio. Debería investigarse la causa del daño del sistema hidráulico.

27.14.4 Equipo Forestal. Si no se extingue por un sistema de extinción integrado a bordo, el equipo puede arder totalmente. La hidráulica opera casi todas las funciones del equipo y las duras condiciones inherentes al servicio forestal implican que todas las mangueras pueden resultar dañadas. Las fugas de fluido hidráulico hasta a 41,368 kPa (6000 psi) pueden contactar con el turbocompresor u otros componentes calientes de escape y arder. Las acumulaciones de astillas de madera y serrín pueden incendiarse por componentes calientes o por fricción.

27.14.5 Equipo para Vertederos. El equipo para vertederos tiene el problema añadido de que si el equipo se incendia también se incendian los combustibles del vertedero. La acumulación indeseada de restos en el equipo de vertederos normalmente proporciona los combustibles inicial y secundario, debido generalmente a un mantenimiento de limpieza no diario. Por esta razón, los sistemas de extinción de incendios son comunes en equipo para vertederos.

27.14.6 Equipos y Herramientas Agrícolas. Introducción. Esta sección se refiere a la investigación de los incendios relacionados con equipos autopropulsados agrícolas y aperos remolquables. La maquinaria agricola autopropulsada puede ser cualquier equipo dotado de un motor de combustión interna que no necesita ser empujado o arrastrado por otro equipo. Los aperos agrícolas tienen que estar conectado a un tractor o equipo similar, que los empuja o tira de ellos mientras realizan su trabajo. Las funciones mas comunes que realizan los aperos incluyen el labrado del suelo, la siembra, fertilización, pulverización, riego o cosechado. Los aperos pueden usar equipos de elevación hidráulicos o estar conectados a la toma de fuerza del tractor (PTO). Muchas herramientas necesitan energía para los equipos hidraulicos que llevan a bordo o energía eléctrica para los faros, controladores electrónicos y sensores. También se incluyen la clasificación y la descripción de los diferentes tipos de herramientas que pueden encontrarse, caracteristicas especificas y riesgos especiales asociados a cada tipo.

27.15 Equipo Agrícola. Las espigadoras, empacadoras y tractores agrícolas tienen numerosos componentes hidráulicos con posibles fugas de líquidos similares a otro equipo pesado. Las empacadoras pueden tomar cosas del suelo que pueden producir chispas con materiales metálicos mientras se empacan materiales secos, incendiándolos. No se encontrarían pruebas después del incendio. Los rodamientos usados o no lubricados pueden recalentarse incendiando acumulaciones de combustible. El desmontaje de los rodamientos después del incendio podría revelar el rodamiento dañado. Los pájaros y pequeños roedores pueden anidar en equipo agrícola, cuando no se usa, y si el nido está cerca de los componentes del escape, puede ser incendiado por al calor del sistema de escape al volver a usarse el equipo.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

27.15.1 Seguridad en la investigación de herramientas agrícolas. Además de las orientaciones expuestas en el capítulo de seguridad, al realizar una investigación posterior al incendio se pueden encontra los siguientes riesgos

27.15.1.1 Debido a la forma en que están construidos y su uso, un investigador que trabaje con equipos agrícolas puede encontrar partículas quemadas procedentes de composites (por ejemplo, fibra de vidrio), así como vegetación quemada o en descomposición. Los bordes afilados de vidrio re-solidificado o de los metales pueden causar lesiones penetrantes o laceraciones. Las dimensiones y el volumen de los equipos agrícolas crean un ambiente cerrado en la parte superior con posible riesgo de impactos que pueden causar lesiones en la cabeza o los ojos. Las investigaciones pueden requerir trabajar en alturas con poca o ninguna plataforma o soporte, con superficies deslizantes y / o irregulares que presentan riesgos de resbalones o caídas. Para trabajar en las zonas superiores del equipo puede ser necesario utilizar escaleras u otros medios similares.. Estos riesgos pueden requerir el uso de equipo de seguridad adicional o procedimientos como los que se describen en el Capítulo de Seguridad.

27.15.1.2 En el equipo puede haber materiales peligrosos tales como combustibles, herbicidas, pesticidas y otros productos químicos agrícolas, que se pueden encontrar en diversos tanques o contenedores. Las capacidades potencialmente grandes de los tanques de almacenamiento (combustible, aceite hidráulico, agua, productos químicos) pueden producir derrames grandes o charcos de líquido. Los productos químicos también pueden estar presentes en forma de polvo o granular. El suelo que rodea el equipo en cuestión puede estar contaminado por estos productos. La exposición a estos materiales puede provocar problemas tales como lesiones por inhalación, quemaduras químicas, irritaciones, resbalones o caídas. Estos riesgos pueden requerir el uso de equipo de seguridad adicional o procedimientos como los descritos en el Capítulo de Seguridad.

27.15.1.3 La condición post-incendio o la situación de la maquinaria agrícola puede ser inestable. Se han de llevar a cabo trabajos similares a los descritos aneriormente en este capitulo, para estabilizar el equipo antes de iniciar el examen. Las partes mecánicas o componentes pueden caer, pellizcar, deslizarse, cortar, romperse, colapsar, o liberar líquidos o gases a presión. Hay que tomar medidas para identificar y asegurar estos riesgos potenciales antes de realizar una investigación.

27.15.1.4 Los incendios de equipos agrícolas en general se producen en los campos de cultivo, carreteras, o almacenes de materiales. Los incendios en el campo pueden plantear riesgos adicionales que incluyen un terreno irregular, tierra suelta, el agua, el barro, la nieve, las plantas, las serpientes y los insectos. El equipo quemado agrícola puede servir de refugio o guarida para reptiles y roedores. Los incendios de equipos agrícolas en edificios pueden plantear riesgos adicionales tales como el colapso, la exposición a los productos químicos, la caida de los contenidos apilados o almacenados, y la existencia de herramientas afiladas o puntiagudas.

27.15.2 Clasificación y Descripción de los Equipos. Para especificaciones de un modelo o marca hay que referirse a la información suministrada por el fabricante para ellos en particular

27.15.2.1 Tractores. Los tractores se utilizan para tirar o empujar máquinas o remolques, levantar, transportar, cargar, arar, labrar, aricar, rastrillar, sembrar, y tareas similares. La mayoría de los tractores que se utilizan actualmente en las granjas actuales están equipados con motores de gasolina o diesel. Los tractores pueden ser convencionales "en línea" o tractores articulados. Los

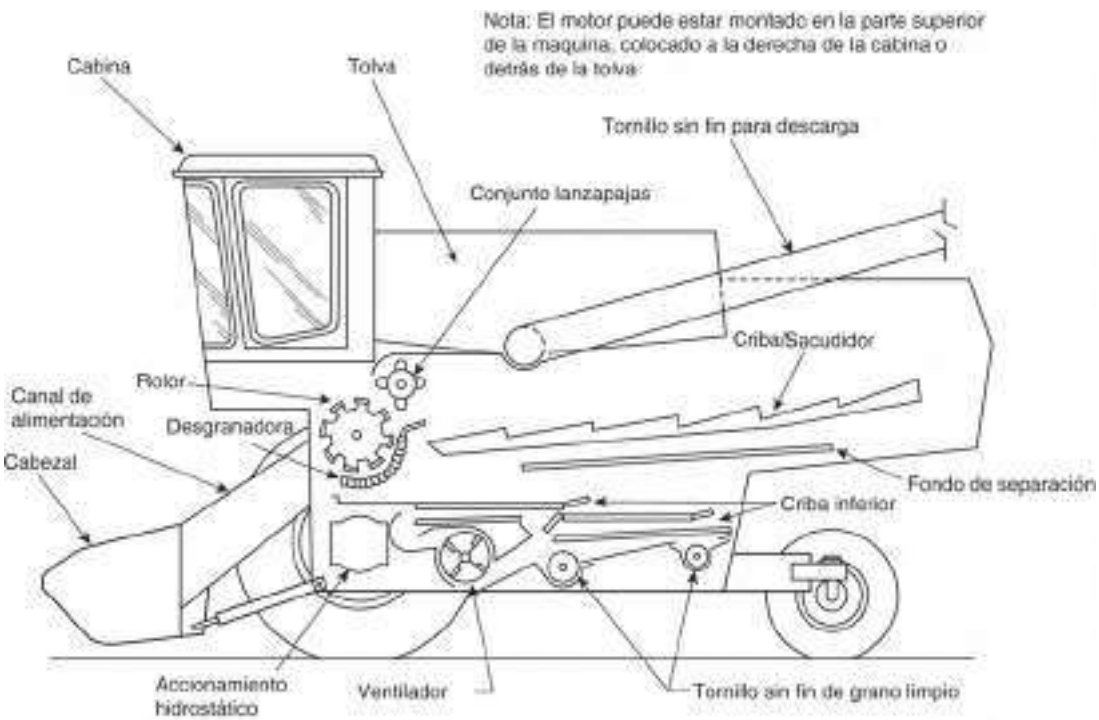


FIGURA 27.15.2.2 Terminología las cosechadoras.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

motores se encuentrarn en posición delantera, delante de la cabina. Tractores pueden tener cajas de cambio manuales, cajas de cambio automáticas de accionamiento hidrostatico o cajas automaticas de accionamiento hidráulico, asistidas electrónicamente. Los tractores pueden tener dos o cuatro ruedas motrices. Los tractores pueden tener frenos de disco o frenos de tambor.

27.15.2.1.1 Toma de Fuerza (PTO). Los tractores estan equipados con una toma de fuerza (PTO) que consiste en un eje dentado conectado a la transmisón del tractor, que disponede una conexión que permite transmitir movimiento de rotación a un equipo unido a él. La toma de fuerza puede estar situada en el centro o en la parte trasera del tractor.

27.15.2.1.2 Componentes Hidráulicos. Los tractores pueden estar equipados con tomas hidraulicas. Para su uso se necesitan bombas hidráulicas, valvulas y latiguillos.

27.15.2.2 Cosechadoras. Las cosechadoras se utilizan para cosechar maíz, la soja, el trigo y otros cereales. Hay tres funciones separadas que una cosechadora realiza durante el proceso de recolección. En primer lugar una unidad de corte, generalmente referido como "cabezal", corta el cultivo que se esta cosechando. El cultivo es entonces recogido y llevado al mecanismo de trilla, que separa y elimina el material no deseado (paja). El grano se pasa a través de un sistema de limpia y se acumula en una tolva o depósito. Cuando la tolva está llena, el grano se descarga en un remolque o camión. La mayoría de las cosechadoras en uso actualente están equipados con motores diésel con turbocompresor. Los motores son generalmente de montaje transversal y situados en alto, tras el depósito de grano. En algunas unidades más antiguas, los motores se encuentran en el lado derecho de la cabina, delante del depósito de granos. Las cosechadoras están generalmente equipadas con transmisiones hidrostáticas. Las ruedas delanteras en una cosechadora son las ruedas motrices, mientras que las ruedas traseras son las directrices. Los motores de accionamiento hidráulico se utilizan en los nuevos modelos, para obtener tracción alas 4 ruedas. (*Ver Figura 27.15.2.2.*)

27.15.2.2.1 Cabezales. Hay varias configuraciones de cabezales para adapatarse al cultivo a cosechar. Los cabezales se instalan en el frontal de la cosechadora con un sistema de anclaje que facilita el montaje y los ajustes. Además, el cabezar dispone de conexiones para los sistemas eléctricos y hidráulicos que necesita para funcionar

27.15.2.2.2 Sistemas de trillado y limpia. Una vez cortado el cultivo, se lleva hasta un sistema de cilindros y placas para efectuar la trilla. El grano se envia a una serie de bandejas que criban el grano y un sistema de ventiladores para una limpieza fina. La paja se lleva a la parte de atrás de la cosechadora donde puede ser trozeada antes de tirarla. Algunas maquinas disponen de un equipo que dispersa la paja antes de arrojarla al suelo mientras la cosechadora se desplaza

27.15.2.2.3 Sistemas de Descarga. Despues de ser limpiado, el grano se acumula en una tolva o depósito de granos. Los sensores de la tolva informan al operador de cuando ésta está llena. Un sistema de tornillo sinfín envia el grano conducto por el que se descarga al remolque que se encuentra junto a la cosechadora

27.15.2.3 Cosechadoras de Forraje. Las cosechadoras de forraje, (también conocidas como recolectoras picadoras, hileradoras, segadoras) son equipos que recogen las forrajes para hacer ensilado. El ensilado se obtiene a partir de hierba, maiz u otras plantas que se cortan en trozos, se compactan y se deja fermentar parcialemente para obtener un alimento para el ganado. La henificación es un proceso pero lo suqe se obtiene en hirba seca o heno. Las picadoras utilizan unos cabezales de corte especiales que cortan las plantas y las envian a una serie de tambores con cuchillas de acero para cortar la planta en trozos pequeños que se utilizan para la obtención del ensilado. El producto se envia mediante un ventilador giratorio a través de un tubo que descarga en un remolque que circula junto al picadora, La mayoría de las picadoras en las explotaciones actuales están equipados con turbo motores diesel. Los motores se montan generalmente en línea en la parte trasera de la cosechadora. Las cosechadoras están generalmente equipadas con transmisiones hidrostáticas. Las ruedas delanteras en una cosechadora son las ruedas motrices, mientras que las ruedas traseras son las directrices. Algunos equipos pueden estar dotados de tracción alas cuatro ruedas

27.15.2.4 Cosechadoras fibra de algodón. Las cosechadoras de fibra utilizan unos accesorios llamados líneas o husillos de recogida. Los husillos estriados giran a alta velocidad para recoger el algodón de la planta, la separación del algodón la realizan unos discos despojadores a la sálida de la cámara de recogida, en donde una corriente de aire se encarga de hacerlo llagar hasta la tolva situada en la parte trasera de la máquina. Una vez que la tolva esta llena, se vuelca sobre un caja de acero con un compactador hidraúlico. En máquinas mas modernas, el algodón recolectado se comprime para forma una paca cuadrada, se ata y se descarga de la misma forma que una paca de heno (ver abajo).La mayoria de las cosechadores están propulsadas por motores turbo diesel. Los motores son de montaje transversal, montados en la parte baja y detras de la canina del operador, en el centro de la máquina. Normalmente disponen de transmision hidrostatica. Las ruedas delanteras son las ruedas motrices, mientras que las traseras son las directrices y sirven en parte como motrices. Están equipadas, en general con frenos de disco, de tambor o frenos húmedos sellados.

27.15.2.4.1 Líneas. Las líneas esta unidas a un cabezal en el frontal de la cosechadora. La recogida y el proceso de separación tienen lugar en las líneas. Cada una de ellas está unida al cabezal de forma que permiten un facil ajuste. Las conexiones eléctricas, hidráulicas y la alimentación de agua se hace a traves de las líneas. La operación de las lineas se hace a traves de la toma de fuerza (PTO). Las conexiones eléctricas se usan para el ajuste fino de la situación de las líneas y para el funcionamiento de los sensores..Cada linea contiene una serie de husillos verticales con un gran número de estrias humedecidad, que recogen el algodón de las plantas. Cuando los husillos pasan a través de uno despojadores recubiertos de goma, el algodón se libera de las estrias. El algodón liberado se recoge en la parte de atrás de cada línea desde donde, una corriente de aire le saca fuera de la linea y a traves de un tubo de plástico lo envia a la tolva situada en la parte de atrás de la cabina de la cosechadora., en la parte de atras de la cosechadora. [Ver Figura 27.14.2.4.1(a) y Figura 27.14.2.4.1(b).]

27.15.2.4.2 Sistema de Humectación. Un sistema específico de las cosechadores de fibra de algodón es el sistema de humectación. Que consiste en un tanque de agua, una bomba y un sistema de distribución. Dependiendo del diseño, el tanque puede estar situado dentro de la estructura, bajo la tolva en la parte trasera de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 27.15.2.4.1(a) Vista vertical de los componentes de una línea

la máquina o inmediatamente detras de la cabina y enfrente de la tolva. El sistema de humectación mantiene las estrias húmedas durante su funionamiento para una retirada maz eficaz del algodón mientras pasa a través de la linea.

27.15.2.4.3 Sistema Hidráulico. El sistema hidráulico acciona las líneas, las ruebas, los frenos, la dirección y el ascensor de la tolva. El sistema incluye un depósito de gran capacidad, un colector con las válvulas, latiguillos y acoplamientos.

27.15.2.4.4 Sistema de Lubricación. Las cosechadores de fibras de algodón tienen un sistema independiente de lubricación para las lineas. Este sistema consiste en un depósito de lubriecante de material no metálico, una bomba de lubricación, un armario de control, latiguillos y acoplamientos. El aceite lubricante es una fuente adicional de combustible en caso de incendio.

27.15.2.5 Pulverizadores. Los pulverizadores pueden ser tractors provistos de tanques con la solución, tuberías y sistema de dispersion, diseñado especialmente para aplicar productos químicos sobre los cultivos. La mayoria de los pulverizadores tienen las mismas características que los tractores. La mayor diferencia entre ambos que los pulvizadores son mas altos para dejar una distancia adecuada sobre los cultivos. La mayoria de ellos no tienen toma de fuerza. Los equipos de pulverización pueden estar instalados como un accesorio en tractores estandar.

27.15.2.6 Hileradoras, Sembradoras, Trilladoras, Equipos para Aplicación de Fertilizantes. Cada uno de estos equipos están diseñados para realizar un trabajo agricola especifico con caracteristivas físicas semejantes a los pulverizadores. Cada uno de ellos puede encontrase también como accesorio para acoplar a tractores estandar.

27.15.2.7 Empacadoras. Las empacadoras se usan para comprimir un cultivo segado y alineado, (como heno, paja, o maiz forrajero) formando pacas redondas o cuadradas, atadas con cuerda, alambre o recubiertas de plástico.

27.15.2.7.1 Rotoempacadoras. Las rotoempacadoras producen balas "redondas" o "enrolladas" de heno o ensilaje. El cultivo se enrolla dentro de la empacadora mediante una serie de correas de

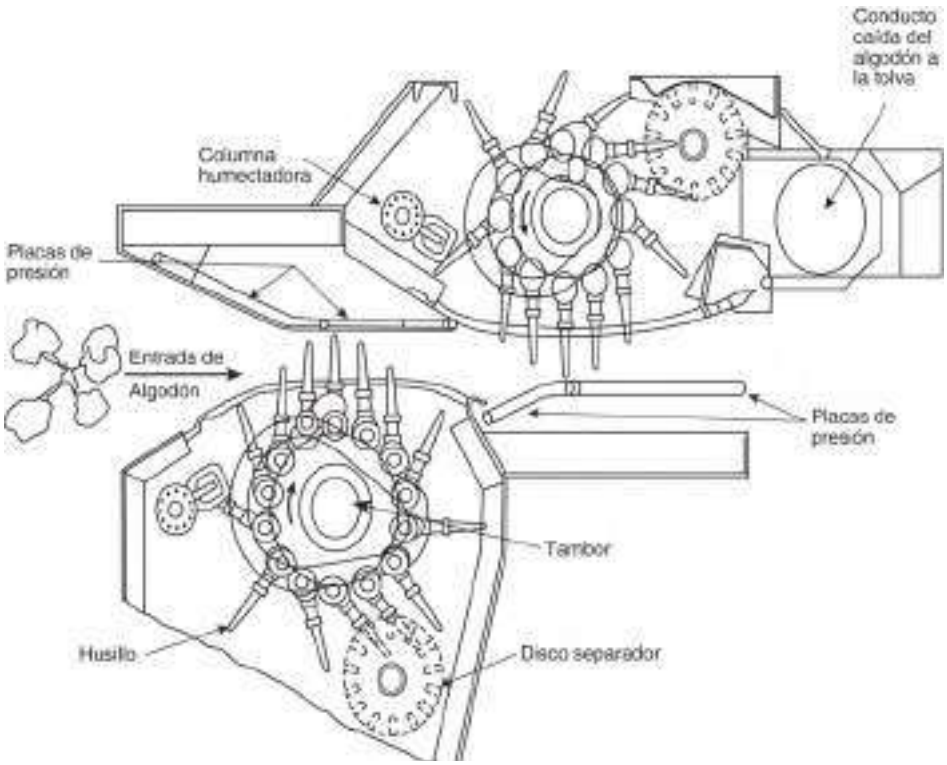


FIGURA 27.15.2.4.1(b) Esquema de una línea.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

goma y rodillos fijos. Cuando la bala alcanza un tamaño determinado, se ata y se descarga desde la parte trasera.

27.15.2.7.1.1 Cámara de Empacado. La cámara se encuentra en el centro de la máquina. La cámara contiene una serie de correas rotatorias de goma, montadas a ambos lados, y dirigida alrededor de una serie de rodillos fijos y flotantes, que generan el rollo o fardo. El cultivo se va añadiendo en la parte exterior del rollo. Una vez que el rollo está completo, el operador prepara el rollo y se descarga.

27.15.2.7.1.2 Compuerta. En la parte trasera de la empacadora se encuentra una compuerta hidráulica. Cuando se abre, se descarga la bala, al cerrarse, comienza la formación de una nueva bala.Algunos modelos están equipados con un eyector de balas hidráulico.

27.15.2.7.2 Empacadoras Rectangulares. Cuando el recogedor introduce el heno en la cámara, un cochillo corte la hierba. Un embolo empuja hacia atrás el heno y lo comprime en capas delgadas para formar la paca. Un equipo mide el tamaño de la paca y activa el mecanismo de atado. Mientras se forma una paca nueva, la ya formada se descarga por la parte trasera de la máquina. Algunas empacadoras están equipadas con equipos de descarga hidráulica que envia a traves de un conducto, la bala a un remolque.

27.15.2.7.3 Recogedoras. Las recogedoras utilizan una serie de dientes para recoger el cultivo que se ha apilado en lineas y esta situado junsto bajo el fronte de la empacadora. El recogedor, que esta accionado por una cadena y una corona de piñones conectada a la toma principal, toma el material y alimenta la cámara de empacado.

27.15.2.7.4 Trasmisión por Cadena. Estos sistemas tienen una serie de cadenas, ruedas dentadas, poleas tensoras que se utilizan para accionar el recogedor y el sistema de compactado. Estos componentes se encuentran detrás de los paneles de control de elevación o de descarga o detrás de paneles de chapa atornillados que permiten acceder a los puntos fijos de montaje. El sistema de accionamiento se acciona traves de una caja de engranajes conectada a la toma de fuerza del tractor.

27.15.2.7.5 Sistema Hidráulico. La presión para el sistema hidráulico se suministra a traves de conexión con el sistam hidráulico del tractor. Los sistemas incluyen, líneas hidráulicas, válvulas y conectores.

27.15.2.7.6 Sistema Eléctrico. Los circuitos eléctricos de la empacadora que alimentan las luces y los sensores, estan alimentados y protegidos por sistema eléctrico del tractor.

27.15.3 Problemas de seguridad específicos.

27.15.3.1 Cantidad de líquidos. Las cantidades de líquidos suelen ser mayores en los equipos agrícolas. Los contenidos de gas-oil pueden alcanzar varios cientos de litros para permitir un funionamiento ininterrumpido durante muchas horas. Antes o durante el incendio se pueden derramar grandes cantidades de liquidos combustibles que pueden incrementar lavelocidad y la intensidad del fuego. Esto puede ocultar las marcas del incendio en las etapas iniciales de éste. La construcción del tanque de combustible puede ser no metalica y esta situado en posición elevada. El material de construcción del tanque puede también contribuir a incrementar la caraga total de combustible.

27.15.3.2 Equipos Internos. Debido a la construcción de este tipo de maquinaria, es necesario utilizar herramientas especiales o ayuda para acceder a las areas internas. El investigador puede buscar ayuda de personas con experiencia en esa marca o modelo para poder completar la investigación sin afectar a las pruebas. Consulte el capítulo de Consideraciones Legales para obtener información detallada sobre la expoliación de las pruebas, la notificación a las partes interesadas y los procedimientos recomendados para la realización de pruebas destructivas antes de desmontar cualquier parte de la máquina.

27.15.3.3 Peligros Electricos Aéreos. La altura normal de los equipos agrícolas puede ser mayor que la de vehiculos estandar como camiones. Las alturas de funcionamiento pueden ser incluso mayores debido al uso voquetes. Los campos pueden estar atravesados o bordeados por líneas de alta tension, lo cual puede ser un riesgo adicional, ya que estas líneas pueden entrar en contacto con el equipo durante el desarrollo normal de los trabajos. En el caso de que un equipo agricola haya entrado en contacto con lineas de alta tension, el investigador debe tomar las precauciones necesarias para asegurase de que las lineas han sido descargadas de forma adecuada, probadas y puestas a tierra por personal de la empresa electrica antes de acercarse al equipo para comenzar la investigación. La OSHA requiere un perimetro de seguridad del al menos 10 pies alrededor del equipo afectado, el investigador ha de obligar a que se mantenga mientras los técnicos de la compañía eléctrica no hayna descargado de forma correcta, probado y puesto a tierra las lineas

27.15.3.4 Tolvas Elevadas. El fuego en una cosechadora de algodón puede comenzar en la tolva de algodón. Una accción típica por parte del operador es tartar de descargar la tolva volcando el algodón y alejando la cosechadora del algodón en llamas. Si el operador no consigue completar la acción, la tolva puede quedar elevada por encima de su posición normal. La coschadora puede ser inestable debido a esto y tanto ella como la tolva pueden requerir ser estabilizados antes de iniciar la investigación. En algunos casos la tolva puede haber caido a un lado de la cosechadora, dificultando la investigación del sistema hidráulico El acceso seguro a las áreas situadas bajo la cesta puede necesitar ayuda o equipos especiales.

27.15.3.5 Fallos de las Trampillas. En las rotoempacadoras, el fallo de la compuerta hidráulica puede producir un aplastamiento o atrapamiento grave. Hay que asegurar la puerta si está abierta.

27.15.3.6 Eyector Hidráulico de Pacas. En las empacadoras de heno de balas cuadradas puede existir como opción un eyector de pacas. Estos eyectores están accionados hidráulicamente y controlados por sensores eléctricos / interruptores. El sistema hidráulico está autocontenido y precargado. La bomba hidráulica es accionada por la toma de fuerza del tractor. A veces se emplean muelles para ayudar en el proceso de eyección. Debido a que el sistema es impulsado hidráulicamente, el eyector no será un problema respecto a la seguridad salvo que se ponga en funionamiento el equipo.

27.15.4 Causas de Fuego Específicas

27.15.4.1 Recogida de Restos. Es una prectica común que consiste en recoger los restos de algodón que han quedado en la planta en los campos ya cosechados. Durante está segunda

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

recogida, la planta ya ha muerto y esta muy seca. El estar seca, no se necesita agua para liberar el algodón de los rodillos, como ocurre durante la primera recolección. La bomba de agua esta apagada para evitar cavitación, sobrecalentamiento y deformación de las juntas.Durante este proceso, se puede acumular una cantidad excesiva de residuos en las lineas, creando fricción con los componentes rotativos o atascandolos y desalineándolos, lo cual pued producir un rozamiento metal con metal entre las estrias de los rodillos o de estos con las paredes. Las chispas producidas por este contacto pueden prender el polvo del algodón o los residuos de las plantas que al ser soplados hacia la tolva pueden hacer que el algodón alojado en ella pueda arder.

27.15.4.2 Materiales Combustibles Externos. La recogida y acumulación de materiales combustibles externos pueden ocurrir en varios puntos de maquinaria agrícola. Estos materiales incluyen residuos vegetales, que pueden acumularse en o alrededor de los componentes del sistema de escape y turbocompresores. También se puede recoger en filtros de aire, produciendo la obstrucción de éste y provocando una temperatura de funcionamiento mas elevada de lo norma. Los residuos vegetatales se pueden acumular en o alrededor de las correas, cadenas, ruedas dentadas, ejes giratorios, y otras partes móviles, lo que puede producir la ignición por fricción. La presencia de materiales combustibles extraños puede ser cada vez más importante como un riesgo de incendio con el aumento de las temperaturas de funcionamiento de los componentes motor producidas por los cambiso requeridos para cumplir con los requisitos de emisiones. (*Ver Figura 27.15.4.2.*)

27.15.4.3 Mantenimiento. La maquinaria agricola necesita seguir un programa de mantenimiento tal y como se indica en el Manual de Usuario suminstrado por el fabricante. Si no se sigue el programa de mantenimiento se puede incrementar el riesgo de incnedio. El tipo de producto a recolectar, las condiciones ambientales en el momento de la recolección y el tiempo disponible por el agricaultor para realizar la recolección, afectan a la capacidad del agricualtor para contatar un service adecuado y mantener un programa de mantenimiento. Las entrevistas realizadas con el propietario del equipo y / o el operador (s) y una revisión de los registros de mantenimiento (si están disponible) son útiles para el establecimiento de cualquier incidencia en la historia de mantenimiento del equipo que ha sido el origen o la causa del fuego.

27.15.5 Combustibles. La mayoría de los combustibles que se usan en la maquinaría Agricola son similares oa los usados en automoviles y camiones. Se recomienda referirse a la sección de Combsutibles en Vehiculos de esta capítulo para una mas detallada información sobre los combustibles. La maquinaría agricula transporta una gran cantidad liquidos inflammables para: a) permitir al operador cubrir mucho terreno durante un largo periodo de tiempo en tre paradas para repostar; b) Permitir una lubricación adecuada para las partes móviles o giratorias; o c) Disponer de cantidades adecuadas de líquido hidráulico para mantener la presión para ejecutar muchos trabajos de forma simultanea.

27.15.5.1 Gas-oil. El gas-oil es el líquido combstible mas importante usado en la maquinaría agricola.

27.15.5.2 Biodiesel. El biodiesel es un combustible alternativo, obtenido a partir de fuentes renovables que se usan en motores diesel normales. No contiene petroleo, pero se puede mezclar con petroleo para crar una mezcla.. Los equipos agrícolas pueden estar diseñados para funcionar con biodiesel. Las mezclas mas adecuadas contienen un rango entre el 2% al 20% de biodiesel y un 80% a un 98% de gas-oil. El B20 (20 % biodiesel y 80 % gas-oil) tiene un rendimiento similar al gas-oil nº 2. El B100 (100 % biodiesel) produce un poco menos de energía que el gas-oil (118,170 BTU/gal. vs. 129,050 BTU/gal.) y tiene un punto de inflamación superior que el gas-oil (100ºC–170ºC vs. 60ºC–80ºC). (Nota: Guia para el Manejo y empleo de Biodiesel, Tercera edición Septiembre 2006. US Dept. de Energía) . El biodiesel es mas ligero que el agua, insoluble, insoluble, los vapores son mas pesados que el aire, y de volatilidad media. Si se sospecha que se estaba usando una mezcla de biodiesel, se han de tomar las mismas precauciones que en el caso del gas-oil. El investigador ha de tener cuidado con la posibilidad del calentamiento espontaneo cuando el biodiesel ha estado en contacto con trapso o materiales similares.

27.15.5.3 Plásticos. Loa plasticos pueden encontrarse en los accesorios, las cubeirtas o los cerramientos de la mayoría de las máquinas agrícolas, en particular las que tienen cabinas cerradas. La mayoría de los plásticos rígidos se usan para la cubierta del motor, las ruedas, en la cabina para las tapas de los paneles, paneles de control, botones, etc. Los tanques de combustible de agua, de solución también puede estar construidos en plástico y pueden añadir una carga de combustible extra.

27.15.5.4 Materiales Compuestos. Los paneles de la carrocería y otros componentes pueden estar fabricados en fibra de vidrio u otros composites. Las pinturas y resinas usadas para fabricarlos pueden añadir una sobrecarga de combustibles a la máquina. La preocupación principal es que estos componentes pueden ser completamente destruidos, alterando el significado de los patrones de incendios restantes en el análisis del patrón de fuego. El investigador ha de tener cuidado por el investigador para reconocer la presencia de composites y considerar el impacto de su combustión en la evaluación post-incendio de los indicadores del origen o la propagación del incendio.

27.15.5.5 Caucho. Los componentes recubiertos de goma que se encuentran en equipos agrícolas incluyen neumáticos, pistas, correas, mangueras, materiales y descargadores (recolectores de



FIGURA 27.15.4.2 Material combustible externo recogido en una cosechadora de algodón.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

algodón). De estos componentes, los neumáticos y orugas de caucho son las más importantes en términos de carga de combustible. Los neumáticos agrícolas pueden ser muy grandes y están construidas para uso pesado. No es raro al llegar a un incendio de maquinaria agrícola se encuentren restos de neumáticos en llamas o humeantes, varios días después del incendio. La producción de humo de un neumático en llamas puede interferir con la investigación y pueden requerir trabajos adicionales de supresión antes de continuar.

27.15.6 Fuentes de Ignición. Al igual que en otros equipos motorizados, en la maquinaria agricola, existens muchas fuentes de ignición y posibles escenarios.

27.15.6.1 Fuentes Eléctricas. Las máquinas pueden disponer de una sola batería o de varias. Sistemas de iluminación adicionales o mayor número de accesorios pueden necesitar mayor suminstro y acumulación de energía eléctrcia. Ver las secciones de Fuentes de Suminsitro y sistemas electrcios de los vehiculos de este capitulo.

27.15.6.2 Superficies Calientes. Los colectores de escape, turbocompresores, y otros componentes relacionados se consideran generalmente como la principal causa de generación de superficies calientes que pueden hacer arder los combustibles o líquidos inflamables en equipos agrícolas. Gran parte de lo que está escrito en la sección de las superficies calientes de este capítulo también se aplicará a los equipos agrícolas. Existen algunas diferencias tales como la configuración de los componentes del sistema de escape que puede conducir a la acumulación de residuos de cosecha. Si no se mantiene el apnatallamiento o a la distancia entre determinados equipos que pueden generar superficies calientes y los materiales combustibles se puede prodcuir la ignición.

27.15.6.3 Chispas Mecánicas. Las chipas pueden producirse cuando las lineas de recolección de las cosechadoras de algodon recogen metales del eexterior y los pasan a través de ellas. La presncia de residuos atascados puede desalinear los husillos y las estrias pueden entrar en contacto con partes metálicas y generar también chispas. Las estrias, que están fabricadas por acero cromado, pueden romperse y pasar a través de la máquina. Las chispas duran muy poco y son una fuente de ignición poco viable. La cantidad de calor de las las chispas en general insuficiente para hacer arder combustibles normales, excepto en condiciones muy espaciales. Es posible general un fuego latente en acumulaciones de polvo muy fino. Las chispas pueden hacer arder polvo fino de algodón en la parte inferior o en la parte trasera de las líneas. El polvo de algodón oude arder bien de forma latente o con llama como resultado de la entrada forzada de aire. El algodón recolectado que pasa atrvés de la zona puede prenderse y al ser lanzado hacia la tolva pudecontinuar alli el proceso.

27.15.6.4 Fricción. La fricción se produce el frenar o con el funcionamiento normal del embrague. El calentamiento por fricción puede ocurrir como resultado de la aplicación indebida de una función de componente, mal mantenimiento, reparaciones inadecuadas o impropias o fallo de un componente. El calor generado puede ser bastante elevado, dependiendo del tipo de los materiales implicados, la velocidad de la acción recíproca entre los materiales, y la capacidad de disipación del calor generado. Si se produce calor,suficiente, se pueden prender materiales combustibles cercanos, que podrían incluir neumáticos, correas de goma, mangueras, grasas lubricantes, o desechos vegetales o residuos de cultivos.

27.15.6.5 Frenos. La maquinaria agrícola puede estar equipada con frenos de tambor o disco. Algunos equipos pueden ser equipados con frenos de estacionamiento. El calor generado por fricción a través de las operaciones normales de frenado es controlado fácilmente por el diseño del sistema y los tipos de materiales usados. Cuando los frenos se usan mal, se produce mucho calor debido a la excesiva fricción. La plicación incorrecta puede ser consecuencia de circular con el freno de estacionamiento activado, usar muy a menudo los frenos al cambiar de dirección o el reemplazo o ajuste inadecuados de los componentes del freno.

27.15.6.6 Embrague de Fricción Un embrague de fricción es un dispositivo de seguridad que utiliza una placa de fricción o un disco para acoplarse con un eje giratorio. Si se conecta la máquina a un equipo con una carga excesiva, el embrague a soltarse y girar en vacio, para evitar daño a los componentes. El embrague ha de ajustarse de acuerdo con las especificaciones de funcionamiento de la máquina, de no ser asi, el embrague puede soltarse con mucha frecuencia o no hacerlo nunca. El calor producido por el giro excesivo del embrage en vacio puede ser una posible fuente de ignición Calor de fricción de un "deslizamiento" del embrague puede ser una fuente de ignición si hay residuos secos del cultivo.

27.15.6.7 Ejes Giratorios. Los ejes giratorios pueden ser una fuente de calor por fricción, en particular en situaciones en las cuales el equipo no se limpia de forma regular de residuos y desechos. Si se acumulan residuos en zonas alrededor de los ejes, la oprera-ción normal de giro puede general calor suficiente para inflamar los residuos.

27.15.6.8 Cojinetes. Los cojinetes requieren lubricación regular a través de engrasador. Otros rodamientos están sellados y son lubricados permanentemente. Los cojinetes pueden fallar por de lubricación o lubricación excesiva. Los rodamientos sellados pueden fallar debido a la falta de lubricación durante la fabricación o de daños físicos a causa de una fuerza externa como el golpde con un objeto. También pueden fallar por otras razonas como: falta de alineación del eje o rodillo, instalación inadecuada, y rotura de los tornillos de montaje. Los cojinetes sueltos o gripados son sintomas de un fallo. Hay que poner un interés especial en conocer las operaciones de mantenimiento y la historia del equipo involucrado si se sospecha que se ha producido una fricción excesiva o un fallo en los cojinetes. [*Ver Figura 27.15.6.8(a) y Figura 27.15.6.8(b).*]

27.15.6.9 Electrónica y Equipamiento Alternativo. Al igual que los automoviles y los camiones, las maquinas agrícolas imcorporan muchos equipos electronicos en la cabina. Además, los agricultores y los operadores también pueden incorporar, con posterioridad a la compra del equipo, mas elementos electronicos a la cabina, ya sea por necesidades del trabajo o por placer. Tanto la maquinaria agrícola como las cosechadoras y recolectores de algodón, utilizan una serie de tecnologías para ayudar en la recolección. Se usan GPS para ayudar con la orientación, el rendimiento y la asignación de humedad, pulverización, siembra , y la maximización de la productividad de las cosechas. Los registradores de datos y / o monitores se han covertido en equipos normales. En ciertos equipos, se usan joystick se utilizan en combinación con los sistemas informáticos de orientación. Tales componentes electrónicos utilizan circuitos de baja tensión protegidos por fusibles o disyuntores. La mayoría de las unidades equipadas con cabina tienen como opción un sistema de audio o de comunicaciones.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

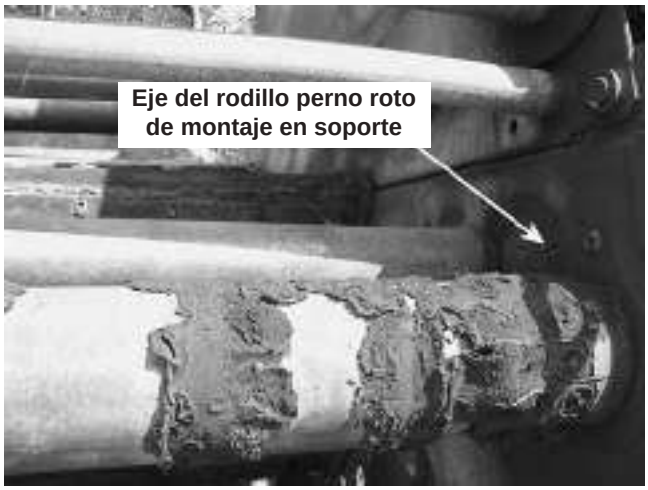


FIGURA 27.15.6.8(a) Fallo del montaje de un cojinete en el eje una rotoeempacadora.



FIGURA 27.15.6.8(b) Cabeza recuperada de la cabeza de montaje del eje de la rotoempacadora de la Figura 27.14.6.8 (a).

27.16 Vehículos Híbridos. El investigador debería obtener la información específica del vehículo híbrido antes de la investigación.

27.16.1 Seguridad en la Investigación de Vehículos Híbridos. Como una medida precautoria, el investigador debería tratar al vehículo híbrido como si el sistema de alto voltaje estuviese energizado. Antes de inspeccionar un vehículo híbrido el investigador debería familiarizarse con el sistema de alto voltaje. La mayoría de los vehículos híbridos tendrán medios de desconexión manual para aislar el alto voltaje del paquete de baterías. Los investigadores deberían asegurarse de que está en posición aislada antes de iniciar cualquier investigación física. Como precaución adicional, debería usarse un voltímetro para comprobar si hay presente alto voltaje en cualquier cable o componente sospechosos.

AVISO: *Ya que la batería de alto voltaje puede alcanzar hasta 600 voltios, la apertura del paquete de baterías podría ser muy peligrosa y nunca debería intentarse por personal no entrenado.*

27.16.2 Tecnología de Vehículos Híbridos. Los vehículos híbridos tienen simultáneamente como medios de propulsión un motor de combustión interna y un sistema de motor eléctrico. El sistema eléctrico de un vehículo híbrido constará de un sistema de alto voltaje usado para tracción y un sistema normal de 12 V usado para otros cometidos eléctricos. El sistema de alto voltaje (hasta 600 voltios) constará de una batería de alto voltaje, un motor de tracción de alto voltaje, un generador para cargar la batería desde el motor de combustión interna, un controlador electrónico y un convertidor de tensión entre los sistemas de alto y bajo voltaje. Los vehículos híbridos también tienen una batería estándar de 12 voltios. Los vehículos híbridos pueden tener integrados un alternador y un motor de arranque como parte del tren de accionamiento. A medida que evoluciona la tecnología híbrida, otras funciones automóviles, como la dirección y el aire acondicionado, pueden ser alimentadas por el bus de alto voltaje. El sistema de alto voltaje no usa el chasis del vehículo como toma a tierra y por tanto habrá dos conductores para cada carga de alto voltaje. Es estándar reservar el color naranja para todo el cableado de alto voltaje. El sistema de alto voltaje estará seguramente protegido mediante medios de desconexión automáticos que pueden ser accionados por cualquier número de eventos incluyendo la desconexión con la llave, detección de fuga a tierra, de un conector de alto voltaje abierto, percepción de una colisión, etc. La mayoría de los sistemas de alto voltaje también contienen un dispositivo de protección de circuitos como parte del paquete de baterías para protegerlo de un cortocircuito directo.

27.16.3 Investigación de Incendios en Vehículos Híbridos. La investigación debería proceder como es usual en vehículos excepto que tiene que tenerse en cuenta el sistema de alto voltaje como una posible fuente de ignición. Los investigadores deberían obtener información específica sobre el vehículo, tipo, ubicación de todos los componentes de alto voltaje, diseño del fabricante para reducir el riesgo de descarga indeseada de energía eléctrica desde el sistema de alto voltaje y si el sistema ha sido dañado. El investigador debería determinar si el sistema de alto voltaje está intacto y si el circuito está abierto o cerrado. Debería determinar si el dispositivo de protección del circuito está activado, desactivado, puenteado o dañado.

27.17 Consideraciones sobre Remolque. El remolque o transporte de un vehículo antes o después de una colisión puede causar daños visibles en el momento de la investigación de incendio. A veces estos daños incluyen el sistema de combustible del vehículo. Tal daño al sistema de combustible puede incluir punción o rasgado del tanque de combustible, pérdida de mordazas de manguera o separación de la línea de combustible. Para evitar la pérdida potencial de pruebas el vehículo puede ser envuelto antes de su retirada del lugar.

27.17.1 El investigador debería identificar y documentar la naturaleza de los daños posteriores al incidente. Los daños en partes metálicas que muestran el metal indican que probablemente el daño fue infligido después de que el incendio fue extinguido. Daños en el área que rodea los daños de interés pueden también indicar la naturaleza de los daños y el momento en que ocurrieron.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

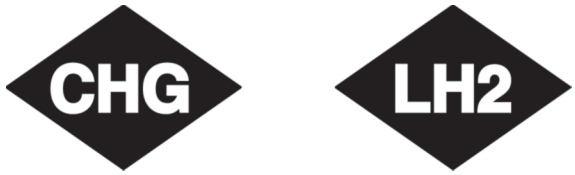


FIGURA 27.18.2.2 Etiqueta de vehiculos de Hidrogeno.

27.17.2 El remolque o transporte de un vehículo antes o después de una colisión puede provocar el inicio de un incendio. Vehículos no dañados, como semirremolques, pueden iniciar un incendio debido a carga, mal funcionamiento de la unidad de energía o una condición eléctrica. Los aspectos de calor por fricción, frenada prolongada debida a presión residual de aire o del sistema hidráulico o bloqueo de los frenos de aparcamiento pueden ser identificadas erróneamente como una fuente de ignición. Sea consciente de que el remolque, retirada o elevación de un vehículo pueden ser la fuente de los daños exteriores del vehículo. También puede provocar un desplazamiento del sistema de combustible así como una reubicación del contenido del vehículo de interés durante la investigación de incendio. Cualquier condición similar debería ser completamente documentada con fotografías y notas.

27.18 Vehiculos Propulsados por Hidrógeno. Se recomienda obtener información especifica sobre vehiculos propulsados por hidrogeno antes de comenzar la investigación.

27.18.1 Seguridad Durante la Investigación del Vehiculo propulsado por hidrogeno. El investigador debe conocer los riesgos potenciales asociados al los vehiculos propulsados por hidrógeno, tales como su amplio rango de inflamabilidad (entre 4% y 75%), su facilidad para inflamarse y el el alto voltage de la batería, y actuar con cuidado. Los sistemas de hidrogeno se mantienen normalmente a altas presiones. Tras el fuego o el choque, el tanque de hidrogeno o las tuberías situadas aguas abajo pueden comenzar a liberar combustible. El hidrogeno fugado de sistema de alta presión puede auti-inflamarse. Si el tanke o el sistema de combustible resulta dañado debido al golpe o al fuego, puede producirse una situación peligrosa, y la liberación del hidrogeno puede producirse mas tarde. La investigación no debe comenzar hasta que no se haya eliminado todo el hidrógeno, o el sistema este estabilizadoa. Algunos modelos pueden tener sistemas de venteo electronicos o mecánicos, que permiten una eliminación segura del hidrógeno, antes de comenzar la investigación. El hidrogeno tiene una energía de ignición muy baja, 0.018 mJ, y puede inflamarse con una fuente de ignición como una descarga de electricidad estática (*Ver Tabla 27.3.2*). El hidrogeno arde con una llama de color azul pálido, casi invisible, lo que hace que sea dificil de detectar. Se difunde muy rapidamente y es mas ligero que el aire, pero su rango de inflamabilidad en tan amplio que puede crearse un problema de seguridad en puntos en los cuales el hidrogeno haya podido acumularse. La ignición del hidrogeno puede producirse de forma explosive en algunas condiciones, y las fugas en lugares cerrados pueden ser muy peligrosas. Los vehículos de hidrógeno también pueden ser híbridos con baterías, por lo que hay que aplicar además todas las precauciones de seguridad para riesgos eléctricos de alto voltaje de la sección de Vehículos Híbridos.

27.18.2 Descripción de un vehiculo propulsado por hidrogeno. Estos vehiculos pueden estar dotados de un motor de combustión interna o por una pila de combustible alimentando un motor eléctrico.

27.18.2.1 Los vehiculos movidos por pilas de combustible utilizan la energia eléctrica para movel el vehiculo y los accesorios tales como, aire acondicionado, compresor o la dirección asistida. La celula de combustible y los componentes electricos más importantes esta refrigerados de la misma forma que se refrigeran los motores de combustión interna. La temperatura de la superficie de los componentes del recinto del motor son en general menores que las que existen en ul vehiculo de combustión interna.

27.18.2.2 Para conocer los detalles del sistema de suministro de combustible, hay que consultar el manual del fabricante. Los vehiculos, los aprcamiento y las estaciones de llenado, han de tener sensores de fuga de hidrogeno, que den una alarma cuundo detecten una fuga de hidrogeno. Algunos fabricantes han propuesto el uso de un dispositivo llamado “reformer” como fuente de suministro de hidrogeno. Un reformer utiliza procesos químicos para liberar hidrogeno a partir de un combustible estándar como la gasolina. Los vehiculos de este tipo tienen a veces pueden también funcionar con gasolina. Los vehiculos de hidrogeno tienen que tener símbolos identificativos estandarizados de acuerdo con las recomendaciones de SAE J2578, con una etiqueta en forma de diamente con letras blancas y fondo azulcon el siguiente texto: “CHG” o “LH2,” según se trate de hidrogeno comprimido o líquidos (*Ver Figura 27.18.2.2*).

27.18.2.3 Los vehículos propulsados por hidrógeno, puede almacenarle en forma de gas a alta presión comprimido (34,5 MPa - 69,0 MPa [5.000 psi - 10.000 psi]), en un tanque de presión moderada (hasta 10,3 MPa [1.500 psi]) como un hidruro, o en forma de un líquido criogénico a baja presión. Estos dispositivos de almacenamiento y el sistema de combustible situado aguas abajo del tanque están protegidos por uno o más dispositivos de alivio de presión (PRD) o discos de ruptura. Los dispositivos pueden ser accionados ya sea la presión o por la temperatura elevadas como resultado de un incendio en el vehículo. También habrá uno o varios reguladores de presión para reducir la presión del hidrógeno del tanque a la presión de la pila de combustible o del motor de combustión interna. Además, habrá una línea de llenado, una o más válvulas de electroválvulas normalmente cerradas, las líneas de ventilación para los PRD y el escape de pila de combustible.

Capítulo 28 Investigación de Incendios en la Naturaleza

28.1* Introducción. La investigación de incendios en la naturaleza implica técnicas, prácticas, equipos y terminología especializada. Aunque los principios básicos de la ciencia y dinámica del fuego son los mismos, en un escenario natural el desarrollo y propagación del incendio está influida por factores diferentes y muchas veces adicionales.

28.1.1 El objeto de este capítulo es identificar y explicar aspectos únicos en la investigación de incendios en la natura-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

leza, a un nivel de introducción básica y se le insta a consultar el material de referencia que figura en el Anexo A y el Anexo B. Del mismo modo que en otros tipos de investigación de incendios explicados en esta guía, puede ser necesaria la colaboración de personal especializado para dar asistencia técnica.

28.2 Combustibles de Incendios en la Naturaleza. Es esencial una observación detallada de las variaciones en los combustibles de incendios en la naturaleza para analizar con seguridad el comportamiento del fuego.

28.2.1 Análisis de Inflamabilidad. En un entorno natural hay grandes diferencias en el carácter de los materiales combustibles. Hay mantillo profundo, hojas secas recién caídas, montones de césped, mantos de ramas y ramitas secas, troncos caídos, arbustos bajos, ramas verdes de árboles, musgo colgante, ramas de cepas, y otros muchos tipos de materiales. Cada uno de estos materiales tiene características de combustión distintivas. La inflamabilidad de un cuerpo combustible específico viene gobernada por las características combustibles de los materiales individuales y por los efectos combinados de los diferentes tipos de materiales presentes.

28.2.1.1 Antes de que se pueda analizar la inflamabilidad, se deben clasificar las características físicas de los materiales combustibles del entorno natural. Tal clasificación permite la identificación de los factores combustibles que influyen en la inflamabilidad. Después de clasificar adecuadamente el combustible, se deben tener en cuenta los factores topográficos y climáticos antes de poder determinar la velocidad de propagación y el comportamiento general de los incendios en ese combustible.

28.2.1.2* Los combustibles forestales son muy variados y complejos, por lo que es necesario desarrollar un enfoque sistematico para analizar las condiciones del combustible. En primer podemos hecer una division en tres tipos en function de su situación en vertical: en tierra, superficie y aereos. El investigador de fuegos forestales tiene que preocuparse de como se estratifican los combsutibles y de la cantidad de combustible en el área de origen, para poder determinar la conducta del fuego. Dentro de estas categorias principales, los combustibles se dividen en cuatro grupos principales, Estos grupo se describen como, hierba, arbustos, restos de madera y residuos de tala. Cada grupo se divide además en modelos de combustible que relacionado con cada especie, forma del combustible y configuración. Estas características permiten predecir una tasa de propagación o una resistencia al control bajo unas condiciones climatologicas especificas. Finalmente, los combustibles también se clasifican de acuerdo a su tamaño, ya que está relacionado con su capacidad de retener humedad. Los combustibles muertos se agrupan de acuerdo a 1, 10, 100 y 1000 horas de tiempo de retardo. y los combustibles vivos se agrupan como herbáceos (ya sea anual o perenne) o leñosos.

28.2.2 Combustibles del Suelo. Los combustibles del suelo incluyen todos los productos inflammables situados entre el suelo y la superficie del terreno. , estos combustibles incluyen, pequeñas ramas, hojas y agujas, material en descomposición como mantillo, turba de musgo, ramas y raicen esterradas. Las ramas y las raices pueden arder totalmente y producir un fuego en la superficie en un sitio diferente. Si están lo suficientemente secos, los combustibles el suelo, pueden ser un lecho combustible muy receptivo para una amplia gama de fuentes de ignición, dado su alta relación superficie/volumen. Pueden arder de forma latente durante largos periodos de tiempo antes de arder con llama. Los combustibles del suelo no están relacionados por si mismos con una rápida propagación de fuego, sin embargo pueden contribuir de manera significante a la persistencia del fuego durante largo tiempo, dependiendo del espesor de la capa de materiales.

28.2.2.1 Mantillo. Rara vez el mantillo tiene una influencia principal en la velocidad de propagación del incendio, ya que suele estar húmedo y fuertemente comprimido, de modo que muy poca de su superficie está expuesta al aire, y su velocidad de combustión es lenta. En los incendios de bosques, la mayor parte del mantillo se consume hacia el suelo mineral. Ocasionalmente, el mantillo contribuye a la velocidad de propagación construyendo un recorrido por el que el fuego avanza lentamente entre pedazos de material más combustible.

28.2.2.2 Raíces. Las raíces no son un factor importante en la propagación del fuego, ya que el suministro tan restringido de aire previene la rápida combustión. Sin embargo, los fuegos pueden avanzar lentamente en las raíces – de hecho, muchos incendios han escapado al control porque las raíces proporcionaron un camino para que el fuego cruzase la línea de control. Las raíces más combustibles son los tallos laterales largos que salen de cepas.

28.2.3 Combustibles de Superficie. Los combustibles de superficie son aquellos materiales inflamables situados hasta aproximadamente una altura de 2 m por encima de la capa superior del terreno. Incluyen hierbas, hojas, pequeñas ramas, agujas, cultivos extensivos, ramas cortadas o caidas. Los combustibles superficiales con una humedad equivalente a la categoría de una hora de retraso son los materiales más comunes como combustible inicial. Los combustibles superficiales contribuyen a un crecimiento rápido del fuego y una alta velocidad de propagación. También sirven como la escalón para que el fuego pase a los combustibles aéreos.

28.2.3.1 Madera Muerta de Pequeño Tamaño. Consta de ramas pequeñas, trozos de corteza, y material podrido. Normalmente, se clasifican así materiales con un diametro no mayor de 25,4 mm (1 pulgada). Estos combustibles están en la categoría de 1 a 10 horas de retardo. Estos pequeños materiales muertos están entre los mas influyen la propagación del fuego y en el comportamiento en general del fuego en los incendios forestales. Esta madera muerta comienza a arder fácilmente y proporciona un camino facil para que el fuego pase de una zona a otra. Además hace el papel de las astillas para prender a piezas de mayor tamaño.

28.2.3.1.1 En areas en las cuales hay muchos trozos de madera pequeña, el fuego puede crecer rapidamente. El mayor volumen de este tipo de combustible se encuentra en zonas con restos de talas. En condiciones de sequia, las fuertes corrientes de convección creadas por el intenso calor trasnportan las brasas y las lleva hacia delante creando focos de fuego mas alla del frente principal.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

28.2.3.1.2 Los trozos de madera secos podridos, aunque no son un un factor especialmente importante en la velocidad de propagación del fuego, son un combustible altamente inflamable. Las brasas del fuego principal causan a menudo focos secundarios en la madera podrida tendidos en el suelo o en lugares huecos en los troncos o tocones viejos.

28.2.3.2 Hojas Secas y Humus de Coníferas. Mientras se pudren en el suelo las hojas y el humus de las coníferas, se van convirtiendo en parte de la capa de tierra vegetal. Antes de que tal putrefacción se produzca, sin embargo, las hojas y el mantillo de las coníferas son materiales altamente combustibles y se deberían considerar separadamente en la evaluación de los combustibles del suelo. En muchos bosques, los combustibles superficiales se componen principalmente de agujas caídas de los árboles coníferos. Las agujas del Pino Ponderosa, por ejemplo, son extremadamente combustibles porque su gran tamaño y forma crean una disposición suelta, permitiendo la libre circulación del aire. Las agujas más pequeñas, como las del Abeto Douglas, suelen arder con menor intensidad, porque están más estrechamente compactadas en el terreno.

28.2.3.2.1 Las agujas que todavía están sujetas a las ramas secas son especialmente combustibles porque están expuestas libremente al aire, y normalmente no están en contacto directo con el material más húmedo del suelo. Las agujas que permanecen en las ramas caídas forman leña altamente combustible para materiales mayores. Por esta razón, los troncos talados que contienen agujas secas son un combustible peligroso.

28.2.3.3 Césped. El césped, la maleza, y otras plantas pequeñas son importantes combustibles en el terreno que influyen en la velocidad de propagación del incendio. El factor clave en estos combustibles es el grado de cura. El césped verde suculento actúa como barrera contra el fuego. Durante el curso de una sesión normal de fuego, sin embargo, el césped gradualmente se va volviendo más seco y más combustible según se va curando la planta o según el tallo y las hojas mueren por la falta de humedad. En este momento, la cubierta del césped se vuelve más fácilmente combustible. El césped curado, si está presente en un volumen grande y uniforme, se vuelve el más combustible y el que más rápido propaga el combustible del suelo. El césped y otras pequeñas plantas están presentes en el suelo de casi todos los bosques. Los investigadores de incendios necesitan determinar el volumen y la continuidad de la cubierta de césped. En los bosques densos donde poca luz del sol llega al suelo, se encuentra muy poca cantidad de césped. En los bosques más abiertos, como en las plantaciones maduras de pino, puede haber una gran cantidad. Si hay una cubierta de césped seco más o menos continua en el suelo del bosque, la velocidad de propagación de un incendio estará gobernada principalmente por esta cubierta, más que por la gran cantidad de combustible normalmente asociado con un bosque. Los incendios en el césped seco suelen tener altas velocidades de propagación.

28.2.3.4 Troncos Caídos, Tocones y Ramas Grandes. Los combustibles grandes, como los troncos caídos, los tocones, y las ramas grandes, necesitan largos períodos de clima seco y caliente antes de que se vuelvan altamente combustibles. Cuando tales materiales alcanzan un estado seco, sin embargo, se pueden desarrollar fuegos muy calientes. Los combustibles pesados más peligrosos son los que contienen vigas de madera seca, corteza rugosa, o muchos pedazos o fragmentos grandes. El material de superficie lisa es menos combustible, y como se seca más despacio, tiene menos superficie expuesta al aire, y contiene menos combustible para leña.

28.2.3.4.1 Los incendios extremadamente calientes pueden desarrollarse en pilas de troncos caídos y grandes ramas, o en ramas caídas entrecruzadas, con lo que los diversos componentes combustibles irradian calor de unos a otros. Las ramas y troncos individuales no arderán con mucho calor a no ser que el incendio esté ayudado por grandes acumulaciones de madera fina seca.

28.2.3.5 Arbusto Bajo y Reproducción. El arbusto bajo, la siembra de árboles, y los pequeños árboles jóvenes se clasifican como combustibles terrestres porque están muy estrechamente mezclados con el material combustible del suelo del bosque. Esta vegetación inferior puede acelerar o ralentizar la velocidad de propagación de un incendio. En la fase inicial de un incendio, la sombra que normalmente proyecta la vegetación inferior previene que otros combustibles terrestres se sequen rápidamente. Según avanza el incendio, sin embargo, la alta temperatura continúa y la relativa baja humedad seca tanto el combustible depositado en tierra como la vegetación inferior. Cuando este ocurre, la mayor parte de la vegetación baja, especialmente los pequeños árboles coníferos, se convierten en vehículos del fuego.

28.2.3.5.1 La vegetación inferior en un bosque suele proporcionar un puente entre los combustibles del terreno y los combustibles aéreos. Las copas de los árboles pequeños pueden prenderse y, por otro lado, propagar el incendio a los combustibles aéreos en la bóveda del bosque. La maleza de reproducción o los arbustos secos pueden proporcionar los primeros medios para que un fuego superficial genere una llamarada y se propague en las copas de los árboles inferiores.

28.2.4 Combustibles Aéreos. Incluyen todos los materiales verdes y secos localizados en la bóveda superior del bosque. Los componentes combustibles aéreos principales son las ramas de los árboles, copas, cepas, musgo, y arbustos altos.

28.2.4.1 Ramas y Copas de los Árboles. Las agujas vivas de los árboles coníferos son un combustible altamente combustible. Sus disposiciones en las ramas de los árboles permiten la libre circulación del aire. Además, las ramas superiores de los árboles están más libremente expuestas al viento y al sol que la mayoría de los combustibles terrestres. Estos factores, más los aceites volátiles y las resinas en las agujas de las coníferas, hacen que las ramas y las copas de los árboles se conviertan en componentes importantes de los combustibles aéreos.

28.2.4.1.1 Las copas y las ramas de los árboles son combustibles que pueden entrar rápidamente en combustión súbita con cambios en la humedad relativa. Los incendios en las copas rara vez se dan cuando la humedad relativa es alta. Sin embargo, las agujas de las coníferas se secan rápidamente cuando están expuestas al aire seco y caliente. El secado de las agujas está influido por el proceso de transpiración en un árbol.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Cuando el terreno está húmedo, los árboles bombean una gran cantidad de humedad en el aire a través de las hojas. Según se va secando el terreno, el proceso de transpiración se ralentiza, y, finalmente, las hojas y las ramas se quedan más secas y más combustibles.

28.2.4.1.2 Las ramas secas en los árboles son un importante combustible aéreo. Las concentraciones de ramas secas, como las que se encuentran en los tallos enfermos o muertos por insectos, pueden hacer que el incendio se propague de un árbol a otro. Las concentraciones de ramas secas en los troncos inferiores de los árboles pueden dar un camino adicional para que se propaguen los incendios desde los combustibles terrestres a las copas de los árboles. Las ramas secas más combustibles son las que todavía contienen agujas.

28.2.4.2 Musgo del Árbol. El musgo colgante de los árboles es el más ligero y el mejor de todos los combustibles aéreos para prender súbitamente. El musgo es importante principalmente porque proporciona un medio de propagar el incendio desde los combustibles del terreno a otros combustibles aéreos, o desde un componente combustible aéreo a otro. Al igual que otros combustibles ligeros, el musgo reacciona rápidamente a los cambios en la humedad relativa. Durante el tiempo seco, los fuegos en las copas se pueden desarrollar fácilmente en los tallos jóvenes muy recubiertos de musgo.

28.2.4.3 Arbusto Alto. Las copas de los arbustos altos se clasifican como combustibles aéreos porque están claramente separados de los combustibles del suelo por la distancia. En muchas regiones forestales, los tallos grandes de arbustos se pueden desarrollar en viejas zonas quemadas, y a menudo forman la cubierta vegetativa principal en tales zonas. Normalmente no se producen incendios de la copa en los arbustos combustibles, a no ser que haya presentes grandes combustibles terrestres que desarrollen el calor necesario. En muchos tallos de arbustos, sin embargo, una alta proporción de tallos secos pueden crear el suficiente volumen de combustibles aéreos finos y secos que permitan los fuegos en la copa muy calientes y de rápida propagación. Los factores clave en la evaluación del comportamiento de los incendios en los arbustos altos son el volumen, la disposición, el estado general de los combustibles terrestres, y la presencia de combustibles aéreos finos y secos.

28.2.5 Especies. Las especies involucradas pueden determinar la velocidad de propagación y la intensidad del fuego. Cada tipo de vegetación tiene caracteristicas diferentes tales como, tamaño, contenido de humedad, forma y densidad.

28.2.6 Tamaño del Combustible. Un factor muy importante que controla tanto la combustibilidad como la velocidad de combustión es el diametro. Cuanto más pequeño sea el combustible (mayor relación superficie/peso), mas facil comenzará a arder y se consumirá más rápido. Los combustibles mas pequeños se clasificas como combustibles “finos” y comprenden aquellos tales como plántulas y árboles pequeños, ramas, hierbas secas, maleza, cultivos secos, y las agujas y frutos de los pinos. Los combustibles de mayor diametro, clasificados como combustibles pesados, son mucho más difíciles de encender y arden a tasas más lentas que la de combustibles ligeros.

28.2.7 Contenido de Humedad del Combustible. El contenido de humedad del combustible juega un papel importante en la estimación de la inflamabilidad y la velocidad de propagación del fuego. Cuanto mas seca esta la vegetación, es mal facilmente inflammable y arerá con mayor intensidad. Las plantas verdes o con un alto grado de humedad son mas difícilmente inflamables y arderan de forma mas lenta dado que se reuiere consumir una mayor cantidad de calor para evaporar esta humedad. Una vez que el agua se ha evaporado, la temperatura continuará aumentando hasta alcanzar la temperatura de ignición del combustible. El contenido de humedad varía en function del tipo y la condición de la vegetación, la exposición al sol, el tiempo meteorólogico y la situación geográfica. El contenido de humedad de los combustibles secos se divide en cuatro grandes categorias. Es una indicación de la velocidad a la cual el combustible agana o pierde humedad en función los cambios en su ambiente, o el tiempo necesario para que una particula gana o pierde aproximadamente el 63% de la diferencia entre su contenido de humedad inicial y su contenido de humedad en equilibrio. Se agrupasn en cuatro categorias de acuerdo con su tamaño: Combustibles 1 hora, menos de 0,64 cm de diámetro, 10 horas desde 0,64 a 2,5 cm de diametro, 100 horas, de 2,5 a 7,5 cm de diametro y 1000 horas, de 7,5 a 20,3 cm de diametro.

28.2.8 Contenido de Aceite. La presencia de aceite en la vegetación incrementa la facilidad de inflamarse de combustible, la intensidad del fuego y la velocidad de propagación

28.3 Clima. El clima juega un papel muy importante en los fuegos forestales. Los elementos del clima puden describirse como el estado de la atmósfera con respecto a la estabilidad, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, cubierta de nubes y precipitaciones..

28.3.1 Registros Clímaticos. Un tema importante a considerar durante la investigación son los registros climáticos. Son una descripción de las condiciones atmosfericas en los dias o semanas precedents. Los elementos del clima han de analizarse para determinar que influencias pueden haber tenido en la ignición y en la combustión.

28.3.2 Temperatura. La temperatura del aire influye directamente en la tempeartura del combustible. El sol es uno de los factores que afecta a la temperatura. A medida que el calor radiado por el sol calienta el suelo y la vegetación, el combustible resulta mas susceptible de inflamarse. La diferencia de temperaturas entre zonas de sombra y zonas soleadas puede llegar a ser de 10°C (18°F). Otro factor que influye en la temperatura es la altitud. La menor presión atmosferica que existe a grandes Alturas, permite que el aire se expanda mas y esté mas frío.

28.3.3 Humedad Relativa. La humedad relativa, es la medida de la cantidad de vapor de agua en el aire. La humedad se expresa como humedad relativa, que es la razón entre la cantidad de humedad en eaire y la que un volumen conocido de aire puede mantener a esa temperatura en particular, expresada en %. La humedad del aire afecta directamente a la cantidad de humedad en el combustible y viceversa. El aire seco puede disminuir la humedad de la vegetación, haciendola mas susceptible al fuego. Los combustibles mas delgados responden más a los cambios de humedad relativa que los de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

mayor diámetro. Si el aire tiene una humedad relativa alta, la vegetación tomara parte de ella, haciendola menos susceptible a arder, o la humedad disminuira la velocidad de propagación del fuego existente. El aire caliente puede mantener mas humedad que el aire frío. Esto se manifiesta en el rocio matinal. Al enfriarse el aire por la noche, pierde su capacidad para mantener el nivel de humedad y esta se condensa cuendo el aire alcanza sup unto de rocio y se forma el rocio.

28.3.4 Influencia del Viento. El viento afecta enormemente a la velocidad a la que se propagará el incendio. Los efectos ventiladores del viento empujan las llamas hacia adelante, consiguiendo un precalentamiento del combustible. El viento también ayuda en el secado de la vegetación, incrementando la facilidad de la ignición. Posteriormente el viento lleva a la creación de tizones volantes, transportados hacia arriba por la columna de aire convectivo calentada. El viento del incendio acompañante puede lanzar ascuas y chispas calientes lejos del incendio principal, y prender fuegos secundarios en zonas de combustible no quemado. Hay tres tipos diferentes de viento que influyen en el comportamiento del fuego; se clasifican como meteorológicos, diurnos, y de incendios.

28.3.4.1 Vientos Meteorológicos. Estos vientos los causan las diferencias de presión atmosférica en las masas de aire en niveles superiores que generan pautas de clima regional. La rotación de la tierra, los océanos, y las características topográficas crean estos movimientos principales de aire para formar el viento y los cinturones de presiones.

28.3.4.2 Vientos Diurnos. Los vientos diurnos se forman por el calentamiento solar y el enfriamiento nocturno. Como el aire se calienta durante el día, el aire ascendente crea vientos oblicuos ascendentes. Cuando el aire se enfría tras el anochecer, más denso, el aire más pesado desciende y causa vientos oblicuos descendentes.

28.3.4.3 Vientos Foehn. Son vientos secos que descienden pos las pendientes y que se forman como resultado del movimiento del aire entre gradients de presión. Cuando el aire fluye ladera abajo, se acelera por efectos de la gravedad y se calienta por un proceso de compresión adiabático. Los vientos Foehn pueden nhacer subir las temperaturas hasta 30°C (54°F) ay hacer caer la humedad relativa de froma importante en cuestión de horas. Estos vientos son frecuentemente canalizados a través de los pasos de montaña lo que incrementa aún mas su velocidad. Es normal ver velocidades de viento mayores de 70 mph asociadas a este fenomeno. En el oeste de EEUU, el mas conocido viento de tipo Foehn es el Santa Ana en el sur de California y el Chinook asociado con las Montañas Rocosas.

28.3.4.4 Vientos por Incendios. Están causados por el fuego mismo. Son el resultado del arrastre del aire por el penacho ascendente del incendio. Los vientos por incendio influyen en la propagación del incendio.

28.4 Topografía. La topografia trata de la forma de la superficie de la Tierra ya sea natural o modificada por el hombre. La topografía afecta a la intensidad y propagación del fuego. Los vientos, en tierra, se ven también muy afectados por la topografia.

28.4.1 Pendiente. La pendiente de una zona se expresa en function del cambio de altura en una determinada distancia. Las zonas de una pendiente determinada se describen aveces como tercio superior, tercio medio y tercio inferior. La pendiente permite que el combustible situado en la parte superior se caliente más rapidamente que si estubiera a nivel, ya que la distancia entre el combustible y el fuego disminuye. Esto hace que el fuego arda con mas intensidad y se mueva a mayor velocidad. Los vientos normales, que se mueven pendiente arriba durante el día, pueden hacer que el fuego se acelere en ese sentido. La pendiente puede también provocar que restos ardiendo rueden colina abajo, creando nuevos focus de fuego por delante del frente principal y atravesando los cortafuegos.

28.4.2 Orientación. La orientación de la pendiente es la dirección hacia la que se enfrenta la pendiente. Es una consideración importante ya que el calientamiento por el sol de los combsutibles y del suelo incrementa la posibilidad de la ignición y la velocidad de propagación. Las pendientes orientadas al sol son más secas y puede tener mas combustibles del tipo o una vegetación con una mayor facilidad de ignición y una mayor velocidad de propagación. El angúlo de incidencia de los rayos solares y la cantidad de energia radiante que recibe una zona particular o durante una estación tiene un efecto directo sobre el combustible existente.

28.5 Forma del Incendio. Las partes de un incendio forestall se describen en general, en relación con la propagación del fuego que ocurre en esa porción del perimétro como se ilustra en la Figura 28.5.

28.5.1 Cabecera del Incendio. La parte del incendio que se mueve más rápidamente se llama *cabecera del incendio*. La dirección del viento local en que está soplando mientras que el incendio está ardiendo inicialmente, determina la ruta de avance de la cabecera, sujeto a la influencia de la pendiente y otras características topográficas. Los grandes incendios que prenden en más de una cuenca hidrográfica o tipo de combustible pueden desarrollar cabeceras adicionales. La cabecera suele ser el área de fuego más intenso y de mayor intensidad del incendio.

28.5.2 Flancos del Fuego. Los flancos del incendio se encuentran a cada lado de la cabeza. Estas son las partes del perímetro de un incendio que son aproximadamente paralelas a la dirección principal de propagación del fuego. La progresión del fuego en los flancos del incendio se caracteriza por un fuego menos intenso fuego que en la cabeza del incendio. La propagación del fuego en los flancos del incendio se conoce como fuego lateral.

28.5.3 Final del Incendio. El final del incendio se localiza en el lado opuesto a la cabecera del incendio. El fuego en su parte final es menos intenso y más fácil de controlar. Generalmente, el final estará retrocediendo o ardiendo lentamente contra el viento o colina abajo.

28.5.4 Factores que Afectan a la Propagación de Fuego. Existen numerosos factores que deben ser considerados cuando se evalúa la forma de un incendio forestal con el fin de ayudar a localizar el área de origen. Los factores más importantes son la velocidad del viento, dirección del viento y la

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pendiente. Estos factores se relacionan directamente con la velocidad resultante y la dirección de la propagación del fuego y son los indicadores mas facil de identificar.

28.5.4.1 Confinamiento Lateral. Cuando los incendios forestales están confinados por accidentes geográficos, tales como barrancos, quebradas o valles estrechos, el calentamiento por convección de los gases confinados, la radiación de las llamas y la combustión de la vegeatación incrementa la cantidad de generador generado por los combustiblescomentarios radiación de las llamas y quema de vegetación aumenta la velocidad de liberación de calor de los combustibles ardientes. La rápida propagación del fuego se ve además favorecida por la aceleración y la canalización del viento a través de estas características topográficas. Estos factores pueden dar lugar a una combustión y propagación más rápidas que las de un incendio no confinado.

28.5.4.2 Influencia del Combustible. Después del viento y la pendiente, el tipo de combustible y sus características es el tercer factor que más influye en la velocidad de propagación y en la intensidad del fuego.

28.5.4.3 Supresión. La supresión de un incendio es la combinación de todas las actividades que llevan a la extinción del fuego. La supresión incluye todo, desde la etapa inicial del descubrimiento del fuego hasta la etapa final de extinción totla del fuego.La protección de los bomberos de las posibles áreas de origen es de suma importancia para establecer el origen del fuego y la causa. Puede ser útil para el investigador revisar y analizar las tácticas de supresión del incendio y sus efectos en la propagación para ayudar a identificar el origen del fuego.

28.5.4.3.1 Cortafuegos. Los cortafuegos o líneas de control son las barreras naturales o de origen humano utilizados para retardar, detener o desviar la dirección de la propagación del fuego separando el combustible del fuego. Ejemplos naturales ejemplos cortafuegos son rios, acantilados y áreas carentes de vegetación o zonas donde la humedad del combustible es mayor que la de los alrededores. Ejemplos de cortafuegos hechos por el hombre están carreteras, , áreas pre-quemados, y las barreras de agua, retardante, o espuma.

28.5.4.3.2 Descargas Aéreas. Es la aplicación aérea de agua o mezcla retardante directamente sobre el fuego, sobre un área en peligro, o a lo largo de una posición estratégica por delante del fuego para detener o retardar la propagación de éste. Las decargas de agua desde el áire pueden alterar los indicadores de fuego en o cerca de zonas descarga

28.5.4.3.3 Quema Controlada. Es el proceso de quema del combustible entre el cortafuegos y el fuego que se aproxima para ampliar la anchura de la barrera de fuego. Esta quema se inicia normalmente en una línea de control de incendios (normalmente en el lado de sotavento del incendio) y se queman hacia el borde de ataque del incendio. Se utilizan fuentes de ignición , incluyendo antorchas, cohetes, cerillas.

28.5.5 Otros mecanismos naturales que afectan a la propagación del fuego. La dirección y la velocidad de propagación del fuego puede alterarse por medios nautrales o auto inducidos.

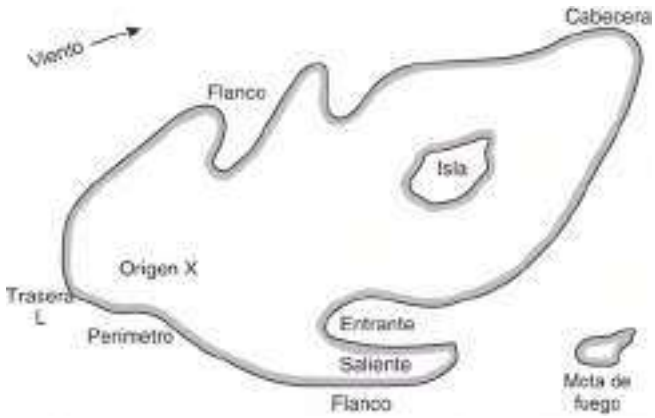


FIGURA 28.5 Antomia de un fuego mostrando el frente y el talon (parte de atras).

28.5.5.1 Brasas y Teas. Las brasas y teas pueden ser elevadas por la columna de convectiva de gases y caer o ser arrastradas por el viento hasta zonas sin quemar, alejadas del incendio original. Estas brasas suelen comenzar nuevos incendios fuera del perímetro del incendio principal. Estos nuevos focos de orígen se denominan focos secundarios. Se debe tener cuidado de distinguir focos secundarios de posibles incendios independientes no asociadas con el fuego principal.

28.5.5.2 Tormenta de Fuego. Una tormenta de fuego es un fuego intenso y violento creado por los fuertes vientos convectivos producidos por una gran columna asociada a la inestabilidad atmosférica. La succión creada por la columna de convección del fuego puede ser lo suficientemente fuerte como para arrancar de raíz la vegetación e impulsar pequeñas rocas. Una de las características de una tormenta de fuego son los tornados de fuego acompañados de fuertes efectos de succión.

28.5.5.3 Animales. Los animales y las aves pueden propagar el fuego con las plumas o los pelos ardiendo. Los animales pueden haberese quemado de forma accidental o ser quemados deliberadamente para iniciar un incendio forestal. Los animales quemados, victimas del fuego, pueden causar incendios en zonas no quemadas durante su vuelo. Las plumas de un pájaro o la piel de una animal pueden inflamarse por el contacto con las líneas eléctricas y puede comenzar un incendio cuando el cuerpo electrocutado cae al suelo.

28.6 Indicadores. La indicación de la dirección de propagación del incendio queda impresa en combustibles parcialmente quemados y en objetos no combustibles. Estos indicadores visuales pueden mostrar daños variables, marcas de carbonización, decoloración, manchas de carbón, forma, localización y situación de los combustibles residuales no quemados. El análisis de las marcas direccionales mostradas por indicadores múltiples en una zona específica identificará la ruta de propagación del incendio en este lugar. Aplicando un enfoque sistemático para rastrear el avance del incendio, el investigador puede reconstruir el recorrido del incendio desde su punto de origen. Este procedimiento es el estándar técnico aceptado en la investigación de incendios en la naturaleza.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

28.6.1 Marcas en Forma de "V" en los Incendios de la Naturaleza. Estas marcas son marcas superficiales y horizontales de combustión, generadas por la propagación del incendio. Si se miran desde arriba, su forma suele parecerse a la letra "V". No se debe confundir con las tradicionales marcas verticales en "V" generadas por las llamas, relacionadas con la investigación de incendios en edificios. Estas marcas se ven afectadas por la dirección del viento, o la pendiente en la que se localiza el combustible. Según se va propagando el incendio en la dirección del viento o pendiente arriba, se van ensanchando las ramas de la "V". El ancho de la marca se incrementa según avanza el fuego desde la zona de ignición. El origen de la fuente de calor que crea la marca suele encontrarse en o cerca de la base, o en el punto más estrecho de la marca. Por lo tanto, puede ser útil el análisis de estas marcas horizontales en forma de "V" para identificar el área general de origen del incendio. (*Ver Figura 28.6.1*).

28.6.2 Grado del Daño. El grado del daño a los combustibles es una indicación de la intensidad y dirección de paso del incendio. Las hojas, las ramas grandes y las pequeñas mostrarán mayor daño en el lado por el que se iba acercando el fuego. Este es uno de los indicadores útiles para la determinación de la dirección de propagación frontal del incendio. Además, los objetos presentes protegiendo los combustibles dejan una marca que puede ayudar en la localización del origen. Se quemará la vegetación en el lado de un objeto expuesto al frente de un incendio en aproximación, mientras que los tallos basales de la vegetación cercana al lado contrario (protegido) quedarán sólo parcialmente quemados. Además, estos objetos dejan una marca similar en la vegetación residual. Este indicador esta relacionado con el indicador dicutido en Combustibles expuestos y protegidos. (*Ver Figura 28.6.2*).

28.6.3 Tallos de Hierba. Los restos carbonizados de los tallos de hierba dejados por la estela del fuego tendrán diferentes apariencias dependiendo de la dirección del fuego. Al avanzar, las llamas atacan el tallo desde la parte superior y le queman luego hacia el suelo consumiendo casi la misma base del tallo. Las áreas de avance se caracterizan por la ausencia de los restos de tallos. La hierba que crece en grupos puede no consumirse completamente, quedando sin quemar la que está protegida en la dirección opuesta a la de la dirección del fuego. Cuando esto ocurre en las áreas de avance, los residuos de la base de los tallos del grupo pueden mostrar un ángulo de carbonización más pronunciado que la pendiente y presentan huecos en las puntas con el lado menor orientado en la dirección de la cual vino. En la parte posterior del fuego y a veces en los laterales, las llamas atacan primero el tallo por la base, derribando el resto del tallo como se muestra en la Figura 26.6.3. Las cabezas de hierba restantes apuntan generalmente en la dirección de la cual vino el fuego.



FIGURA 28.6.1 Marca en forma deV.

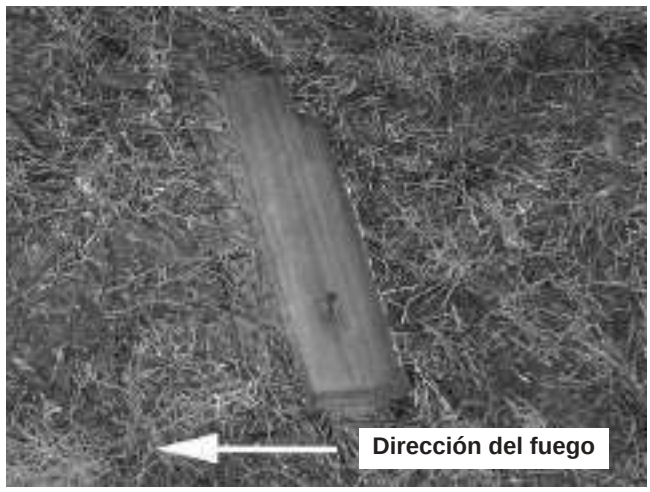


FIGURA 28.6.2 Nível de daños.

28.6.4 Ángulo de Carbonizado. Estos ángulos se dividen en dos grupos en función de los tipos de combustibles en los que producen. Los ángulos de carbonización puede aparecer en combustibles de tipo poste (troncos de árboles, postes de luz, postes de vallas, etc) o en los combustibles de tipo arbusto o viga.

28.6.4.1 Ángulo de Carbonizado, Combustibles Tipo Poste. Los combustibles verticales de tipo poste se queman en un ángulo que corresponde al ángulo de la llama y la altura asociada con el área de la progresión del fuego. La fiabilidad es generalmente mayor en los especímenes individuales en entornos de dosel abierto. En combustibles verticales de tipo poste, se crea un remolino de llamas que cubre el lado opuesto a la dirección de donde viene el fuego, dejando un ángulo característico de carbonización. En la parte posterior del fuego situado contra el viento o subiendo por una pendiente el ángulo de carbonizado

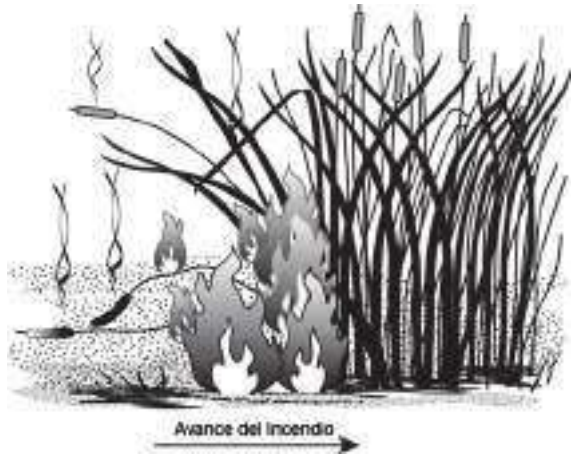


FIGURA 28.6.3 Ejemplo de tallos de hierba mostrando la dirección de la parte posterior del fuego (izquierda a derecha).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

será paralelo al ángulo de inclinación, véase la Figura 28.6.4.1(a). La acumulación de residuos puede causar la carbonización en la zona del árbol por encima de los residuos. Un incendio que avanza con el viento o pendiente arriba exhibirá un patrón de carbonización más pronunciado que la pendiente, véase la Figura 28.6.4.1(b). Las marcas que indican el movimiento del fuego se describen en la Figura 28.6.4.1(c).

28.6.4.2 Ángulo de Carbonización. Copas de follaje. En las copas de follaje, el frente de llamas consume los combustibles o los carboniza en un ángulo que es consistente con la dirección del fuego. En la parte posterior del fuego los patrones de carbonización son paralelos a la pendiente. Al avanzar el fuego, dejará un angulo de carbonización mas empinado que la pendiente, debido a que el frente de llama entra por la zona inferior en el lado expuesto y sale por la parte superior del lado de atrás, *ver Figura 28.6.4.2(a)*. La altura del ángulo está a menudo correlacionada con la intensidad del fuego. Este patrón se ve mejor desde el lado del objeto. La Figura 28.6.4.2 (b) muestra el efecto típico en la copa de los árboles o arbustos como un fuego comienza en el punto "A" y se mueve hacia fuera, aumentando de temperatura y velocidad. En el punto de origen (punto A), el fuego es todavía relativamente frío y quema los combustibles superficiales, pero la copa de los árboles permanece casi intacta. Más allá del punto de origen, el fuego es más intenso se queman mas parte de la copa. Si el fuego es muy intenso, se pueden quemar todas las copas.

28.6.5 Deposito de Cenizas Blancas . La ceniza blanca puede ser un subprodcuto de la combustión. La mayor cantidad de ceniza se crea en los laterales de objetos expuestos agrna cantidad de calor y llamas. La ceniza suele dispersarse a favor del viento y acumularse a barlovento de los objetos. La ceniza blanca puede usarse para recostruir los volúmenes probables de combustible. Los combustibles situados frente al avance del fuego aparecen más claros en la dirección de la cual venia el fuego y mas oscuros en la parte opuesta. Los indicadores baados en la ceniza pueden empezar a degradarse y perder fiablidad pocas horas después o si se expone a humedad o vientos fuertes. Los depósitos de ceniza blanca se depositara en los troncos de los arboles en la cara que mira hacia el avance de fuego. Comparando y contrastando los dos lados opuestos, el investigador puede distinguir la dirección del fuego ya que el lado del cual venia tendrá mas cenizas blancas. La ceniza blanca también puede indicar la dirección del fuego en combustibles de tipo herbaceo. La ceniza blanca puede permanecer en el lado expuesto de los tallos y las matas. Si se mira en la dirección de avance del fuego, el área quemada puede aparecer de color mas claro. Si se mira la parte opuesta ala cual venia el fuego, el área parecera más oscura.

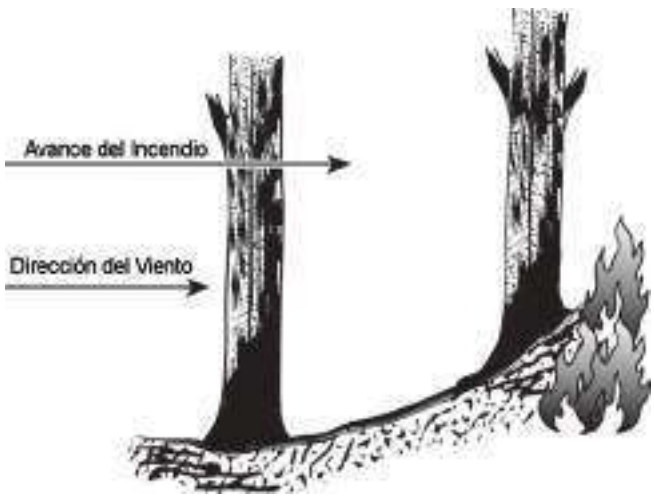


FIGURA 28.6.4.1(a) Fuego ardiendo colina arriba o a favor del viento, creando un patron de carbonización con más pendiente que la pendiente del terreno.

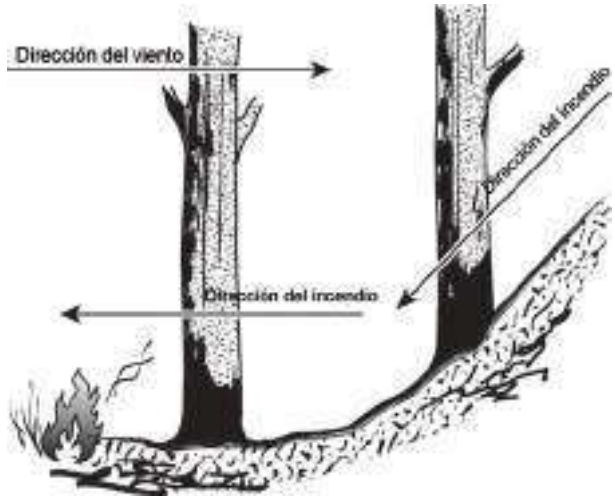


FIGURA 28.6.4.1(b) Fuego ardiendo colina abajo o en contra del viento, creando un patrón de carbonización con una pendiente igual o paralela a la pendiente del terreno.

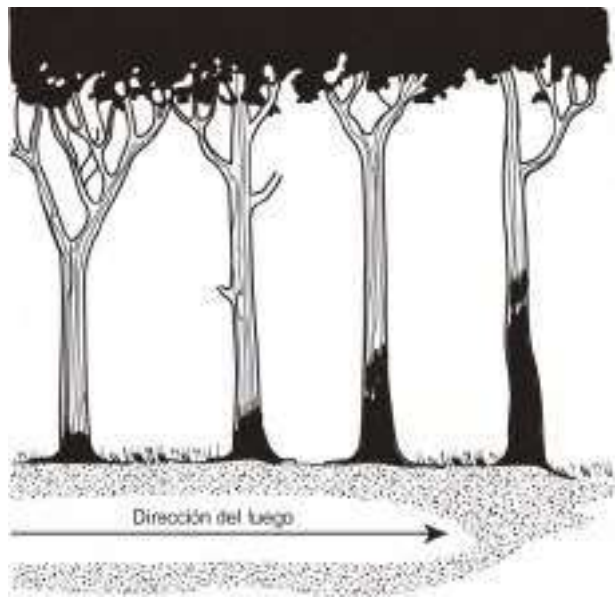


FIGURA 28.6.4.2(a) Ejemplo de patrones de carbonización creados el fuego moviendose a través de arboles y arbustos.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 28.6.4.1 (c) Marcas de carbonización sobre un árbol y un poste de cerca, indicando el movimiento del fuego.

28.6.6 Ahuecado. Es un patron de carbonización concavo o en forma de copa en el extremo de los tallos de hierba, troncos pequeños y extremos terminales Catación es un cóncava o en forma de copa patrón de caracteres en extremos de los tallos de hierba, troncos pequeños y los extremos terminales de arbustos y ramas de árboles. Las ramas y ramitas en el lado orientado hacia donde viene el fuego tendrán las puntas quemadas por las llamas un extremo redondeado o romo. En el lado opuesto, las ramitas y ramas se exponen a las llamas desde abajo, a lo largo de la base hasta el extremo terminal, creandose una punta cónica. Por lo tanto, en las áreas de avance del fuego, las ramitas y ramas en el lado opuesto a la dirección de la cual venía el fuego mostrarán un extremo puntiagudo o afilado. Los extremos de los arbustos o el árbol en el lado a la cara por la cual se aproxima el fuego por lo general será romo o redondeado. Tocones, extremos terminales de las ramas verticales y los restos de tallos de hierba también puede exhibir una punta cónica, con el extremo afilado en el lado no expuesto, como se muestra en la Figura 28.6.6. La parte baja de la copa está en la parte que se enfrenta al fuego. Este indicador no se asocia generalmente con las áreas posteriores del incendio, excepto en áreas de pendientes pronunciadas o en condiciones de vientos fuertes. Las puntas de las ramas a veces se pueden encontrar parcialmente carbonizadas en el suelo, en el lado del fuego que se acerca a arbustos y árboles pequeños, que han caído después de quemarse. Los tocones y ramas de gran diámetro no deben consideradarse cuando se utiliza este indicador debido a su permanencia durante mucho tiempo en el fuego.

28.6.7 Patrón de Extinción. Cuando el fuego llega a una zona con un tipo diferentes de combustible en la cuales hay una mayor nivel de humedad en el combustible o en otros lugares en los cuales las condiciones pueden disminuir la velocidad de propagración y la intensidad, el avance puede ralentizarse o puede apagarse. Estas zonas pueden mostrar lineas o islas de combustibles no quemados o parcialmente quemados. Este patrón se asocia a veces con los laterales y las zonas traseras del fuego, aunque estas areas no pueden considerarse como origen del fuego. Estas áreas pueden ser utiles con indicadores a gran escala para establecer la progresión del fuego

28.6.8 Combustibles Protegidos y Expuestos. Un objeto o combustible o el mismo combustible por si mismo puede proteger el lado no expuesto de los daños del fuego.Los combustibles pueden no estar quemados o mostrar menos daño en el lado que esta protegido del avance del fuego. Hay que buscar carbonización, manchas, ceniza blanca o lineas claras de combustión en los lados expuestos de los combustibles u objetos no combustibles. Levantar o retirar objetos para detectar los combustibles expuestos o protegidos. Los objetos que descansan en el suelo y los combustibles de superficie protegeran la parte no ex-

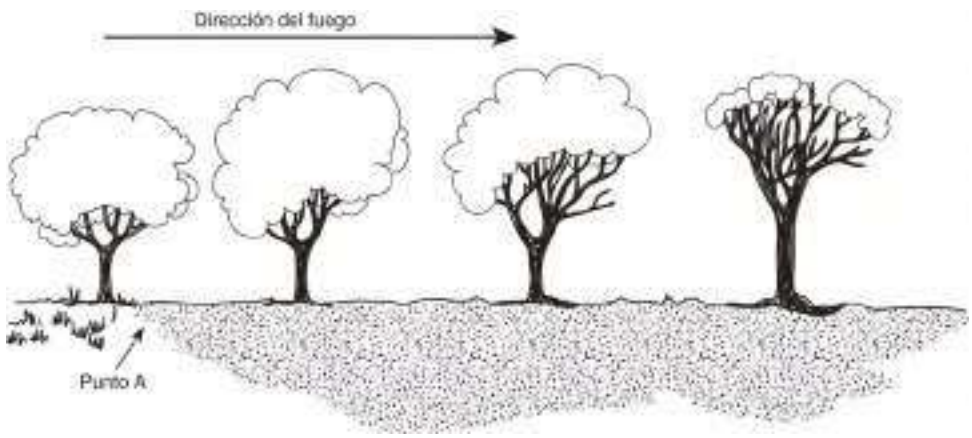


FIGURA 28.6.4.2(b) Combustión progresiva de las copas a partir del punto de origen (Punto A)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 28.6.6 Ahuecado.

puesta de los combustibles. Los combustibles de superficie en el lado expuesto mostraran una linea clara de combustion, ver pinto"A" en la Figura 28.6.8. Los combustibles de superficie en el lado protegido pueden aparecer irregulares o desiguales ver punto "B" en Figura 28.6.8.

28.6.9 Tinción y Manchas de Hollín. La tinción es causada por los gases calientes, resinas y aceites de condensación en la superficie de los objetos. Esto ocurre más comúnmente con incombustibles objetos como latas, botellas de vidrio o rocas. Las manchas aparecerán en el lado del objeto expuesto a las llamas, como se muestra en la Figura 28.6.9 (a). Estas manchas amarillas o marrones aparecen pegajosas al tacto y pueden estar cubiertas con una fina capa de ceniza blanca. En estrecha relación con la tinción esta la formación de hollín. El hollín se produce por la combustión incompleta y el contenido natural de aceite de alguno de los vegetales. El hollín se deposita mas abundantemente en el lado orientado hace el fuego. El hollín se deposita sobre el lado de los alambres de las vallas en la parte opueta al origen y se puede detectar pasando los dedos por los alambres. En muchos casos habrá otros indicadores, como combustible protegido o manchas. Cuando se verifica una cerca de alambre para detectar la presencia de hollín, es mejor revisar los cables inferiores, ya que muestran más evidencia de hollín que los altos se muestra en la Figura 28.6.9 (b).

28.6.10 Profundidad de carbonización. Las zonas carbonizadas de las en ramas, troncos, madera y productos terminados presentan un aspecto agrietado o escamado. Los materiales pierden masa y se encogen cuando se queman, formando una superficie similar a escamas. Se ha de comparar y contrastar la cantidad de carbonización en todos los lados del objeto. El lado con carbonización mas profunda estará típicamente en el lado de cara al fuego que se aproxima. La Figura 28.6.10 muestra que el residuo carbonizado en los postes de la valla es más profundo en el lado expuesto, como se indica por la flecha. Esto significa que el fuego de movió de izquierda a derecha.

28.6.11 Desconchamiento. El desconchamiento aparece formando virutas o depresiones de color claro poco profundas, en la superficie de las rocas, como se muestra en la Figura 28.6.11, dentro de la zona del incendio. Por lo general, será acompañado por placas o escamas exfoliadas de la superficie

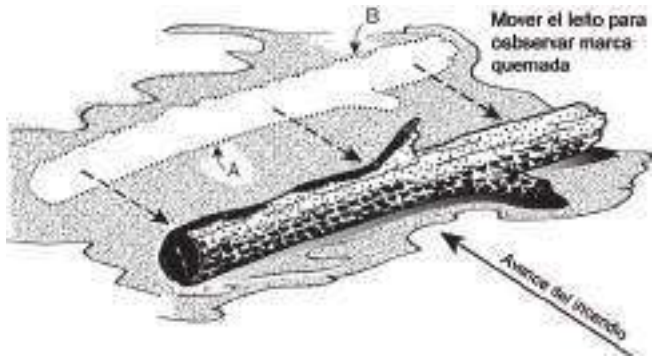


FIGURA 28.6.8 Linea clara de quemado en el frente (Punto A) y linea irregular de quemado (Punto B) en el lado opuesto, mostrando que el fuego se movió del punto A al punto B.



FIGURA 28.6.9(a) Tinción (Area sombreada) en objetos no combustibles creada por combustibles vaporizados y por partículas diminutas transportadas por el fuego.



FIGURA 28.6.9(b) Depositos de hollín en la cara de las vallas enfrentada al fuego. El hollín puede percibirse pasando la mano a lo largo del alambre.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

de la roca. El desconchado esta causado por una disminución de la resistencia a la tracción de la superficie de la roca que ha sido expuesta al calor. El desconchado está generalmente asociado con el avance de las áreas de fuego y aparecerá en el lado de la roca expuesta a las llamas.

28.6.12 "Congelación" del Follaje. Cuando las hojas y tallos pequeños se calientan, especialmente en las áreas de avance del fuego, que tienden a ablabarse y hacer mas flexibles de forma que se doblan fácilmente en la dirección del viento predominante o las corrientes creadas por el incendio. A menudo siguen apuntando en esta dirección (congelación) a medida que se enfrían tras el paso del frente de llama. Si bien este indicador es casi siempre un reflejo exacto de la dirección del viento en ese momento, puede que no siempre coincidan con la dirección de fuego. Hay que validar los indicadores de congelación con otros indicadores para confirmar la dirección del fuego. (*Ver Figura 28.6.12 (a) y 28:6.12 (b)*).

28.6.13 Plegado. Esto ocurre cuando las hojas verdes se enrollan hacia adentro. Se pliegan en la dirección en la cual viene el fuego. Esto suele ocurrir con las zonas de movimiento mas lento del fuego tales como los laterales y la parte posterior. (*Ver Figura 28.6.13*).

28.7 Investigación del Origen. El primer objetivo de la investigación de un incendio en la naturaleza es identificar la zona de origen. Considerando los factores del viento, la topografía, y los combustibles, normalmente el origen se localiza muy cerca del final o la parte posterior del incendio. (*Ver Figura 28.6.13 (a) y 28.6.13 (b)*.

28.7.1. Zona Inicial de Investigación. La zona inicial de investigación se puede determinar de la información suministrada por los bomberos que primero llegaron al lugar de los hechos, y de los testigos. Los bomberos y los testigos pueden verificar la localización y dimensión del incendio en sus primeros momentos. Estas declaraciones ayudarán al investigador en la delimitación del área de búsqueda.

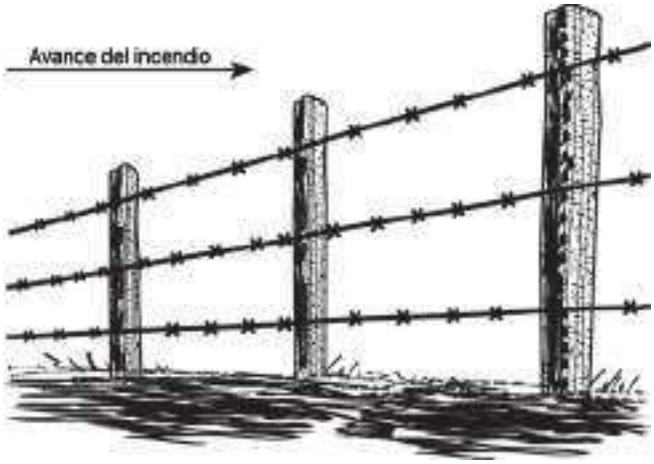


FIGURA 28.6.10 Mayor profundidad de carbonización en el poste en un lado del poste. Indica que el fuego se movió de izquierda a derecha.



FIGURA 28.6.11 Desconchado.

28.7.1.1 Observaciones de Informadores. Los informadores pueden haber visto el incendio en su fase inicial y proporcionar información valiosa que ayude en la determinación del origen y la causa. Las observaciones de los periodistas son importantes porque se puede estrechar la investigación del origen a una zona quemada en el momento del reportaje. También pueden ser capaces de verificar o complementar mucha información obtenida por otros testigos y personal de primera intervención.



FIGURA 28.6.12 (a) "Congelación" del follaje.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



FIGURA 28.6.12(b) Congelación permanente del follaje creada por la exposición al calor.

28.7.1.2 Observaciones del Personal de Primera Intervención. El personal de primera intervención juega un importante papel en la investigación por las observaciones que realizan mientras están de camino y cuando llegan al lugar de los hechos. Los miembros del equipo pueden ser capaces de proporcionar información valiosa relacionada tanto con la zona de investigación y la identificación de personas o vehículos que abandonaban la zona, el clima, los cierres y puertas que han sido alterados, y otros daños o situaciones anormales. Además, si se encuentra alguna posible prueba, se debería marcar y proteger. Las preguntas a realizar a las personas que llegaron primero, incluyen la localización del fuego al llegar, la dirección en la que se propagaba el incendio, descripciones de las personas o vehículos en la zona o abandonándola, y las condiciones climáticas.

28.7.1.3 Observaciones del Personal en Aeronaves. El personal en aeronaves pueden hacer los mismos tipos de observaciones que los miembros de tierra: el área posible de origen, dirección de propagación del incendio, y personas o vehículos que abandonan la zona. La información se debería pasar al personal de tierra lo antes posible y tan exacta como sea posible. Las fotografías del área del incendio tomadas por el personal en aeronaves a menudo son inestimables en la señalización de las áreas quemadas, la dirección de movimiento del incendio, y la intensidad en una localización y momento dado.

28.7.1.4 Observaciones de Otros Testigos. A menudo los testigos pueden proporcionar información vital en la investigación de un incendio en la naturaleza. Pueden informar sobre vehículos o personas no conocidas que vieron en la zona. Suelen estar familiarizados con la zona y dar información sobre la zona de origen y causa posible. También pueden dar información sobre la situación del incendio, como el estado del humo, intensidad, velocidad de propagación, y clima.

28.7.1.5 Imágenes de Satélites o Sensores Remotos. Las herramientas de imágenes o satélites que se utilizan principalmente para decidir las tácticas de extinción del incendio, pueden utilizarse igualmente para ayudar en el establecimiento del área de origen, basándose en la dirección de propagación del incendio y los datos que indiquen la localización del incendio cuando se detectó por primera vez.

28.7.2 Área General de Origen. Es el área del incendio que el investigador puede deducir basandos en indicadores a gran escala, declaraciones de testigos, y el análisis del comportamiento del fuego. Puede ser un área limitada en un fuego pequeño, o varias hectáreas en un gran incendio.

28.7.2.1 Área específica de Origen. El área más pequeña, dentro de la zona de origen general, a partir de la cual la propagación del fuego se vío afectada en primer lugar por el viento, el combustible, o la pendiente. En general, esta zona se caracteriza por indicadores de dirección sutiles y de pequeño tamaño. Por lo general será no menor que aproximadamente 5 pies x 5 m, y puede ser sustancialmente mayor, en función de los indicadores de la propagación del fuego y otros facto-



FIGURA 28.6.13 (a) Plegado.



FIGURA 28.6.13(b) Congelación permanente del follaje creado por la exposición al calor.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

res. Se caracteriza típicamente por que la combustiónes menos intensa.

28.7.2.2 Punto de Origen. Situado dentro del zona de origen específico será el lugar exacto en que la fuente de ignición entró en contacto con el material inicial y se produjo una combustión sostenida.. La evidencia física de la fuente de ignición real es probable que se encuentre en o dentro de la proximidad cercana al punto de origen.

28.7.3 Técnicas de investigación del punto de origen general. Una vez que la posición del origen general se ha determinado, hay que determinar la causa de la ignición del fuego. El investigador debe realizar el examen de esta área con el mínimo de perturbación, tratando de exponer la evidencia de la propagación del fuego desde el origen, en lugar de destruirlo o eliminarlo durante la investigación. Se debe realizar un registro fotográfico durante todo el proceso de investigación.

28.7.3.1 Protección del Origen General. La integridad de la escena del incendio he de preservaarse. El tráfico peatonal y de vehículos a través del área debe ser mínimo o eliminarse. Los bomberos deben entrar en esta área sólo si es necesario para las operaciones de extinción. Las pruebas no deben ser manipulas o eliminadas sin ser previamente documentadas. El área debe ser acordonada para restringir el acceso.

28.7.3.2 Identificación de las Evidencias. Durante la investigación, se pueden usar estacas metálicas para marcar los elementos que podrían ser posibles pruebas. Se pueden usar banderolas con etiquetas para identificar la posición de lementos que se hayan eliminado del escenario. Hay que tener siempre cuiddo para no destruir pruebas, tales como huellas de personas o vehiculos sospechosos en elárea de origen.

28.7.3.3 Principios Generales de Identificación de los Patrones de Combustión. Cuando se analaiza la progression del fuego siguiendo patrones de combustion, el investigador debe seguir los siguientes principios generales. La interpretación ha de basarse en la mayoria de los indicadores dentro de una categoría de indicadores, la totalidad de los indicadores y los principios de conducta del fuego. Un solo indicador puede ser solo exacto en un ángulo de 180º. Los indicadores son menos claros cerca del origen. Los indicadores se han de documentar en el momento en que descubren. Trabajar desde la zona mas quemada a la zona menos quemada siguiendo el sentido inverso del avance del fuego hasta el origen. Las formas preliminares del fuego pueden depender de la velocidad del viento, velocidad media de la llama ajustada al efecto de la pendiente. La dirección de propagación puede estar influenciada por la presencia de obstáculos.

28.7.3.4 Recorrer el Perímetro Exterior del Área General de Origen. Debido a la influencia de las luces y las sombras y del terreno, se recomienda al investigador recorrer a pie el perímetro del área general de origen al menos dos veces, una en el sentido de las agujas del reloj y otra en sentido contrario. Mirar la zona quemada y la no quemada. Examinar y señalizar los indicadores de dirección en el perímetro del área general con banderas de colores u otro tipo de señal adecuada.Si hay evidencia físicas relevantes, una practica común protegerlas y señalizarlas con una bandera blanca.

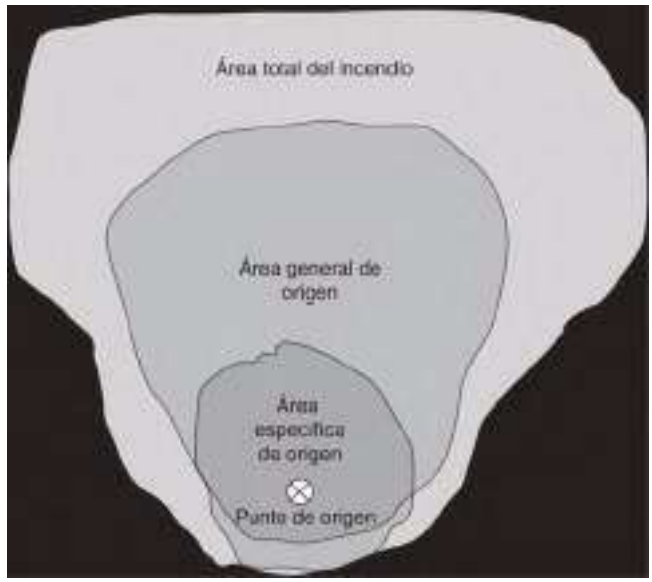


FIGURA 28.7 Anatomía del área de origen.

28.7.3.5 Identificar el Avance del Fuego. Identificar el camino inicial, que creó el avance rápido de la cabeza del fuego. Con frecuencia, está sera el área que muestra una zona mas claramente quemada y tiuen una forma de “V” o “U”. Está amenudo flanqueada a ambos lados por indicadores de propagación mostrando combustibles menos quemados.

28.7.3.6 Entrar en área de Origen General. Hay que fotografiar el área de origen antes de entrar. Una vez que se ha identificado el camino inicial, hay que entrar en el área de origen general, desde la cabeza o zona de avance: este es el sitio mas alejadoi del punto que se sospecha puede ser el punto de origen. La razón de entrar por este punto, es que los indicadores de combsustión son mas obvios en esta zona y el investigador puede perturbar menos el área especifica de origen que si entra en el área general por talon o parte trasera del fuego. Hay una excepcion para esta regla: Si el área general esta una zona con mucha pendiente de forma que el material y el suelo pueda ser desprendidos por el investigador y rodar colina abajo afectando al área específica de origen, entonces, el investigador se verá obligado a entrar por el talón o parte de atrás del incendio y trabajar colina arriba.

28.7.3.7 Trabajando en el Área de Origen General. El metodo sugerido para trabajar en el área de origen general es el siguiente: Entra por la zona d avance, caminar a traves del camíno hasta alcanzar la zona de transición lateral, avanzar hacia el origen unos pasos y crucer de nuevo el camina hasta llegar al otro lateral. Repetir el proceso hasta alcanzar el área específica de origen Figura 28.7.3.7. Documnetar cada indicador localizado con una marca visible. El uso de banderas con códigos de colores es una de las formas mas sencillas y visibles. Los codigos de colores utilizados son: rojo para indicador de avance del fuego, Amarillo apara indicadores de los laterals, azul para indicadores de la parte trasera y blancos para prebas.

28.7.4 Tecnicas de Investigación de Origen Específico. Se recomiendan las siguientes técnicas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

28.7.4.1 Recorrer el Perímetro del Origen Específico. Al igual que en el caso de área general, recorrer el perimetro al menos dos veces, una en el sentido de las agujas del reloj y otra en sentido contrario antes de entrar.Durante el recorrido examinar con cuidado la zona y anotar marcar las posibles pruebas, así como indicadores de combustión, objetos de During this walk carefully examine the specific origin area, note and mark any items of potential evidence, and continue to note and mark burn pattern indicators. Se recomienda usar enos binoculares para hacer una busqueda antes de entrar en la zona.

28.7.4.2 Establecer una Malla. Use hilo de color y cuatro estacas para establecer un red de pasillos, cada uno ha de tener de 12 pulgadas a 18 pulgadas de ancho y estar orientado perpendicular al camino del fuego. El pasillo rejilla debe extenderse desde los indicadores laterales en uno de los flancos a los indicadores laterales en el flanco opuesto en el lado de avance del fuego. Hay que numerar y fotografíar cada pasillo antes de comenzar la búsqueda. Medir la distancia del extremo de cada pasillo a un punto de referencia (s), si es necesario.

28.7.4.3 Buscar en cada Pasillo. Buscar en cada pasillo a simple vista, a continuación con aumento. Una vez que se ha examinado la capa superficial; eliminar los residuos ligeros y cenizas por cepillado o soplado. Seguir ubicando y señalizando los indicadores con banderas mientras se busca en cada pasillo. Despues de la inspección visual, utilizar un imar para buscar metales ferrosos. Además, se debe utilizar un detector de metales para buscar metales no ferrosos. En algunos casos, puede ser necesario análizar los residuos en busca de pruebas. Continuar este proceso, pasillo a pasillo, hasta alcanzar el punto de origen y/o encontrar una fuente de ignición. Una vez que se han y asegurado las pruebas, seguir buscando mas alla del punto de origen hasta que se encuentren pruebas claras de estar en la parte trasera del fuego

28.7.5 Instrumentos de Busqueda. Los investigadores usan diferentes herremaientas en la investigación de las causas de un incendio forestal.

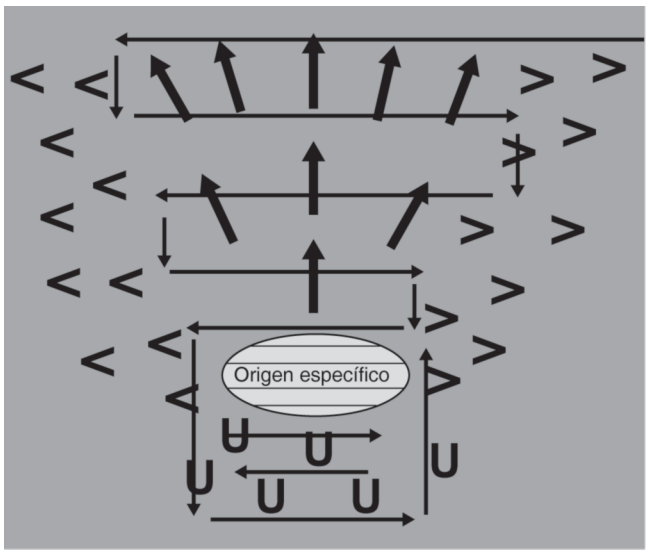


FIGURA 28.7.3.7 Trabajando en el área de origen general.

28.7.5.1 Lupas. El uso de una lupa o de gafas de cerca permite al investigador ver pruebas que podrían no ser visibles sin aumento. Destaca además los pequeños detalles que de otra forma hubieran pasado desapercibidos.

28.7.5.2 Iman. Un imán portátil con dispositivo de liberación y fondo de acero inoxidable, con una capacidad de atracción de al menos 1,36 kg (3 lbs), se puede usar para localizar fragmentos de metales ferrosos o partículas. El desplazamiento del imán sobre el área quemada hará que tales materiales sean atraidos por él. Cuando se encuentra algo, se libera y el elemento cae sobre un recipiente apropiado para contener la evidencia

28.7.5.3 Regla. Se puede usar una regal para divider el área de origen. El reducir el área de busqueda, al investigador le será mas facil centrarse en objetos pequeños, esto es muy util cuando se está usando una lupa.

28.7.5.4 Sonda. Una sonda puede ser muy util para descubrir piezas pequeñas ocultas en la vegetación, por ejemplo retirar los tallos de hierba para descubrir la caja de cerillas oculta.

28.7.5.5 Peine. Se puede usar un peine con puas muy espaciadas, para separar las pruebas de los desechos. También sirve para recoger la prueba sin dañarla. Usando el peine como una pala, el investigador puede recoger piezas pequeña cribando los restos no deseados con los dientes. Las pinzas del pelo pueden ser de gran ayuda para este trabajo también

28.7.5.6 Linternas. Las linternas pueden ayudar a localizer objetos en zonas con poca luz. También eliminan las sombras

28.7.5.7 Secador de Aire. Un secador de aire pequeño (como el utilizado para limpiar cámaras) puede ser muy util para separar la ceniza de objetos de interes. Se puede hacer soplando pero se tiene menos control.

28.7.5.8 Detectores de metales. Se utilizan para detectar objetos fabricados con metales ferrosos o no ferrosos que pueden tener valor como pruebas.

28.7.5.9 Tamices. El uso de tamices de distintos tamaños puede ayudar a separar el objeto de la suciedad y vegetación circundantes.

28.7.5.10 GPS. Se puede utilizar un GPS para obtener información fiable de las coordenadas del origen del fuego. Esta posición puede ser comparada con la información del lugar, la situación de la caida de rayos o imágenes de satelite.

28.8 Determinación de la Causa del Incendio. El objetivo en cada investigación del origen y la causa es establecer la causa del incendio y confirmar este descubrimiento identificándolo y, si es posible, recuperando la fuente de calor o dispositivo de ignición (*ver capítulo 19*). Si se prendió el fuego intencionadamente, puede que se haya tirado la fuente de ignición en las cercanías del lugar de los hechos, o fuera del mismo.

28.8.1 Causa Natural del Incendio. No siempre los incendios en la naturaleza comienzan por las acción del hombre. Muchos prenden por causas naturales, como los rayos. Otros ejemplos incluyen los volcanes y la combustión espontánea.

28.8.1.1 Rayos. Los rayos son una causa bien conocida de incendios en la naturaleza, especialmente en áreas forestales, árboles

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

caídos, líneas de corriente y afloramientos rocosos. La acción de la caída del rayo en el árbol puede no sólo astillar el tronco, sino también formar terrones vítreos, llamados fulguritas, formados por la fundición de la arena en el suelo de la zona de las raíces. El rayo simplemente puede golpear el suelo, prendiendo los combustibles cercanos. Cuando se sospecha la acción del rayo, se puede utilizar GPS para recoger datos, que luego se pueden proporcionar a un servicio de detección de rayos para la confirmación de tal actividad. Los incendios causados por el rayo pueden arder sin llama y no ser detectados casi durante días después de la caída del rayo, antes de aflorar como un incendio activo en la naturaleza.

28.8.2 Causa Humana. Los incendios causados por las personas son el resultado de la acción u omisión de las personas, y se clasifican como accidentales o incendiarias. Los incendios accidentales incluyen todos aquellos en los que la causa probada no incluye una acción humana deliberada de ignición o propagación del incendio en la zona donde no debería estar el incendio. El fuego incendiario se prende deliberadamente bajo circunstancias en las que la persona sabe que no debería hacerlo.

28.8.2.1 Acampadas. Los círculos de rocas, o los hoyos con gran cantidad de cenizas, o una pila de madera, son buenos indicadores de un fuego por acampada. Incluso en zonas de acampada que han ardido completamente, hay pruebas de su existencia previa. Se pueden encontrar contenedores de comida desechados, los postes metálicos o las arandelas metálicas de las tiendas, que indican la posibilidad de un incendio en un campamento.

28.8.2.2* Fumadores. Los materiales de fumadores desechados, como los cigarrillos, cigarros, pipas de tabaco y cerillas, pueden comenzar los incendios en la naturaleza. Sin embargo, cualquiera de estas fuentes de calor necesita varias condiciones para prender la vegetación. La fuente combustible debe estar seca, fina o pulverizada, como el mantillo o la madera inservible. La humedad del combustible debe estar por debajo del 25%. La ceniza y el filtro de extremo de un cigarrillo (si está presente) o la cerilla quemada, pueden identificarse en el punto de origen.

28.8.2.2.1 Para que se producza la ignición a causa de los restos de cigarrillos se necista un combustible apropiado. Los factores tales como el tipo, tamaño, contenido de humedad, la temperatura y la disposición pueden afectar a la posibilidad de ignición. El combustible suele ser fino o en polvo, tal como hojarasca o yesca, transformadose el fuego latente en llama

28.8.2.2.2 La ignición de combustibles forestales por restos de cigarrilos es muy sensible a las comdiciones ambientales del punto de origen. Estos factores incluyen humedad relativa, temperatura, velocidad y dirección del viento. Puede haber diferencias microclimáticas muy significativas entre le punto de origen y los datos obtenidos por estaciones situadas a gran distancia de éste. Con humedades relativas menores de 25 % puede producirse la ignición, pero la complejidad de las interacciones entre las condiciones que pueden facilitar la ignición, especialmente variaciones microclimáticas tales como viento y incidencia de la radiación solar, hace que este porcentaje sea exacto.

28.8.2.2.3 La posición de los restos de cigarrilos sobre el combustible es un factor muy importante para la ignición. El área de contacto entre la fuente de ignición y el combustible y la duración del contacto influye en la ignición del combustible. La orientación de la fuente de ignición respecto al combustible, por ejemplo si la punta del cigarro esta orientada hacia abajo o hacia arriba respecto al combustible, influye en el precalentamiento de éste y por tanto en la ignición

28.8.2.3* Combustión de desechos. Los incendios se producen en los vertederos, las operaciones de extracción de madera, y las operaciones de desmonte, así como en los vertedros de basura y otros escombros en llamas. Estos incendios pueden propagarse a la vegetación vecina. Lo barriles usados para quemar o los incineradores pueden ser una causa del fuego. En condiciones de viento, la ceniza caliente y los desechos pueden volar lejos de la zona donde se están quemando los desechos e iniciar un incendio a cierta distancia. Se sabe que grandes pilas de restos de madera, sobre todo mezclada con el suelo, ha mantenido un fuego latente durante meses, incluso en invierno, antes de propagarse a las zonas adyacentes. La declaración de testigos es a menudo útil para determinar si la quema de residuos fue o no la causa del incnedio. Un fuego prescrito es un incendio que puede ser provocado o tener causas naturales, al que se le deja arder de acuerdo con planes de conservación y gestión de recursos

28.8.2.4 Incendios Provocados. Estos fuegos tienen mas de un foco y aparcen en areas muy vistadas. Se suele utilizar un dispositivo con retardo. Los posible elementos a tener en cuenta son cerillas, fuegos de artificio, cigarrillos, cuerdas, tiras de goma, cintas, velas, y cable. Para más información sobre los incendios provocado, consulte el capítulo Fuego Provocados

28.8.2.5 Uso de Maquinaria. Los vehículos y la maquinaria incendios forestales en innumerables formas, desde fallos de funcionamiento, equipos sobrecalentados, partículas de escape, el encendido de las fugas y derrames de combustible y la fricción. Cualquier equipo motorizado que utiliza electricidad o productos inflamables en su funcionamiento o que crean temperaturas de ignición en su funcionamiento es capaz de iniciar un incendio si se está operando en o adyacente a la vegetación. Esto incluye los vehículos, maquinaria movil cosechadoras, equipos de construcción, motosierras, herramientas de molienda, y antorchas de corte. Las piezas defectuosas o los fallos aumentan la posibilidad de incendios por fricción, tales como calentamiento de cojinetes desgastados frenos, ejes "gripados" o abrasión.

28.8.2.6 Vías del Tren. Muchas veces los incendios en la naturaleza se originan a lo largo de las vías del tren. Ocasionalmente, puede escapar de control el fuego utilizado para limpiar una servidumbre de vía. Las locomotoras y los vagones de mercancías también pueden originar incendios en los laterales de la vía por el carbón consumido, el metal caliente de los frenos, o las zapatas sobrecalentadas de las ruedas (chumacera recalentada).

28.8.2.7 Jugar con el Fuego. Los incendios provocados por jugar con el fuego son los iniciados por los niños de 12 años de edad o más jóvenes. Estos incendios son a menudo motivados por la curiosidad normal y el uso del fuego como experimento o para jugar. Las cerillas o los encendedores son la fuente de ignición más frecuente. Estos casos suelen involucrar a muchos niños.. Estos incendios ocurren con mayor frecuencia alrededor de residencias, escuelas, parques infantiles, zonas de acampada, áreas boscosas y otras áreas frecuentadas por niños. Determine si las ac-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ciones se deben a la curiosidad normal o un comportamiento patológico. Considere la posibilidad de informar a las autoridades juveniles.

28.8.2.8 Fuegos Artificiales. Los fuegos artificiales proporcionan medios de ignición por medio de las chispas y los residuos llameantes. Los cohetes chispeantes son un peligro menor, pero pueden prender el césped seco u otros combustibles. La mayoría de estos cohetes incluyen un núcleo de metal (cable) o de madera que se puede encontrar en o cerca del punto de origen del incendio. En la zona cercana al origen del incendio se pueden encontrar restos de los fuegos artificiales o sus envoltorios. Además, muchos fuegos artificiales tienen la capacidad de crear pequeñas hendiduras el suelo por su fuerza explosiva.

28.8.2.9 Servicios de Suministro Público. Los servicios de suministro públicos y privados suelen estar presentes a través de zonas de incendio en la naturaleza, y por lo tanto proporcionan una posible fuente de ignición.

28.8.2.9.1 Electricidad. Las líneas eléctricas sobrecalentadas pueden causar incendios en la naturales si los árboles tocan un conductor y prenden las ramas o el follaje cercano. Este contacto suele dejar una marca en la parte del árbol que hizo contacto y crea un hueco o marca de chispa en el conductor energizado. Tras la ignición, las partes quemadas del árbol pueden caer al suelo y prender el mantillo del suelo. Además del contacto del árbol, el viento puede empujar un conductor contra otro (fase a fase) durante el transcurso de un vendaval, generando un glóbulo de metal caliente que cae el suelo. Los conductores y los transformadores pueden averiarse, iniciando el incendio en un poste o en otro equipo, y se pueden caer al suelo ardiendo o con el material caliente. Los conductores subterráneos pueden dañarse por equipo pesado u operaciones de excavación, dando por resultado un incendio. Así mismo, las verjas metálicas también son una fuente de energía que lleva a la ignición de materiales combustibles.

28.8.2.9.2 Perforaciones de Petróleo y Gas. Las operaciones de perforado para conducciones de petróleo y gas en las zonas naturales pueden causar un incendio. La mayoría de las actividades peligrosas asociadas con el incendio se producen durante las operaciones de perforación. Se han expuesto varios de estos peligros en los párrafos sobre fumadores, utilización de equipos, y electricidad. La explosión de un pozo y la ignición subsiguiente pueden producir un incendio destructivo a continuación. Dependiendo de los minerales que se estén extrayendo, en el pozo puede haber presentes equipos alimentados a gas como los separadores, tras completar el proceso de perforado. Así mismo, la proximidad de las tuberías que llevan el gas o el petróleo líquido pueden dar la fuente del combustible inicial o ser un factor que contribuya a la propagación del incendio destructivo.

28.8.2.10 Miscelanea. Las causas que no pueden ser debidamente clasificadas bajo otros grupos de causas se clasifican como misceláneas. Esta no es una lista exhaustiva, sino que se presenta como ejemplo de otras causas de los incendios forestales.

28.8.2.10.1 Calentamiento Espontaneo. Algunos tipos de combustible puede inflamarse espontáneamente por calentamiento interno causado por la acción biológica y química. Esta acción es más probable que ocurra en los días cálidos y húmedos en la descomposición de las pilas de materiales orgánicos, tales como heno, granos, piensos, estiércol, pilas de aserrín, virutas de madera, y turba apilada

28.8.2.10.2 Refracción o Reflexión de la Luz Solar. Los rayos del sol se pueden enfocar a un punto que alcanza un calor intenso si se concentra o se enfoca por un objeto transparente esférico o cilíndrico o por una superficie concava altamente reflectante. Este proceso de refracción o reflexión dobla los rayos de luz, scomo ocurre con una lupa o un espejo. Los incendios iniciados por estos artículos son muy raros; sin embargo, los objetos que poseen estas características extraídos del área específica de origen han de ser cuidadosamente examinados para determinar si están o no implicados.

28.8.2.10.3 Armas de Fuego. El uso de armas de fuego con pólvora negra y armas de fuego modernas que que usan proyectiles trazadores, incendiarios y munición de núcleo de acero puede causar incendios. Los compuestos químicos contenidos en la quema de proyectil trazador y munición incendiaria pueden encender los combustibles forestales. Municiones con núcleos de acero, tales como munición perforante y ciertas marcas de 7,62 x 39 mm. pueden provocar incendios cuando el núcleo de acero golpea una roca u otro material suficientemente fuerte para causar chispas.

28.9 Pruebas. La protección, conservación, recogida y documentación de pruebas es parecida en las investigaciones de incendios destructivos, en edificios y en vehículos. Véase el capítulo 16 para información y guía.

28.10 Consideraciones Especiales sobre Seguridad Personal. Estas consideraciones varían según las presentes en la investigación de incendios en edificios; sin embargo, los principios básicos son comunes. (*Ver Capítulo 13*.).

28.10.1 Riesgos. La seguridad es una preocupación importante en todos los fuegos. La investigación de los incendios forestales conlleva sus propios riesgos específicos que deben ser considerados, mientras se está en el lugar del incendio. El investigador debe reunirse con el resposable de las operaciones y debe mantener informado de su ubicación al personal de extinción de incendios. El investigador debe ser consciente de las áreas donde el fuego aún puede estar activo, o donde el fuego ha sido extinguido, pero podría volver a arder. El investigador debe ser consciente de los requisitos de seguridad de LCES (Vigilancia, Comunicación, vía de evacuación, zona de seguridad). Ha de existir siempre una vía de escape y debe evaluar de forma constante como evolucionan las condiciones del fuego. Si se reaviva y la hay combustibes, junto con un cambio en la dirección del viento, se pueden crear peligros tan extremas como un fuego de coronación, que puede bloquear la ruta de escape que se había planeado previamente.

28.10.1.1 Otros riesgos asociados son los escombros que caen de los árboles debilitados por fuego. Apoyarse o poner peso en los árboles podría causar que se derribaran o se rompieran. Incluso los vientos flojos pueden hacer que se rompan las ramas y caigan. Pueden haber otros peligros en los suelos con pendienet. Puede haber toncos o rocas sueltas como resultado del fuego, de las operaciones de extinción o del trabajo de in-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

vestigador. Cuando la estructura de la raíz es destruida por el fuego, la tierra puede perder su estabilidad, y deslizarse lo que puede además de destruir pruebas, dañar al investigador

28.10.1.2 El clima puede causar o contribuir a la presencia de riesgos. La lluvia puede crear superficies resbaladizas. Los rayos pueden ser también un problema. En caso de tormenta con rayos, el investigador no debe permanecer bajo los arboles, sino moverse a un espacio abierto, permanceindo agachado.

28.10.1.3 Un fuego enterrado en estado latente puede emerger en forma de combustión con llama, si esta cerca de la superficie o si se perturba la capa superior del suelo, permitiendo el paso de aire. Este fenómeno ocurre con mayor frecuencia cuando hay fuerte contenido de turba en el suelo, o en áreas en las cuales se acumulan grandes pilas de serrín tras las operaciones de tala.

28.10.2 Equipo de Protección Personal. Las prendas protectoras y el equipo de seguridad cambiarán según las circunstancias. Si se está investigando con el incendio todavía activo muy cerca del investigador, necesitará cumplir con las exigencias aplicables federales, estatales, provinciales o locales sobre equipo de protección personal adecuado para la lucha contra el incendio destructivo.

28.10.2.1 En tales situaciones, los investigadores del incendio deben cumplir con la NFPA 1977, *Estándar sobre prendas y equipos protectores para la lucha contra incendios en la naturaleza, Standard on Protective Clothing and Equipment for Wildland Fire Fighting*, y las secciones adecuadas de la NFPA 1500, *Estándar sobre el programa de seguridad y salud ocupacional de los bomberos, Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program*. Los tipos de equipos especificados en la NFPA 1977 son la protección de la cabeza, capuchón, protección del cuerpo, de las manos, de los pies, y de los ojos. Además, es necesaria la protección respiratoria y vendrá dictada por el tipo de atmósfera peligrosa encontrada. Este tipo de equipo de seguridad es quizá el más importante pero también el más frecuentemente descuidado. Sin embargo, es probable que se exija la protección respiratoria en la forma de una máscara filtrante. Hay numerosos fabricantes de máscaras filtrantes. La máscara debería fijarse al portador y asegurar un sellado adecuado.

28.10.2.2 Cuando se realiza una investigación en un lugar donde el incendio se ha extinguido completamente, el investigador aún necesitará cumplir con algunos estándares reglamentarios. Incluso en la ausencia de reglamentos obligatorios, se deberían cumplir los estándares industriales reconocidos para la propia seguridad del investigador (*Ver Capítulo 13*.)

28.11 Fuentes de información. se pueden encontrar en el Anexo B y la Sección B.11.

Capitulo 29 Investigación de Incendios Complejos

29.1 Ámbito. Los temas tratados en este capítulo son solo para la dirección de investigaciones complejas debido a su tamaño, ámbito y duración. Las investigaciones complejas incluyen generalmente múltiples investigaciones simultáneas e involucran un número importante de partes interesadas. Una investigación compleja puede surgir de un incidente de incendios o explosión con circunstancias tales como muertos o heridos, incendio de edificios de gran altura, grandes edificios complejos o múltiples o incendios o explosiones en plantas industriales o propiedades comerciales, pero no siempre son granes en tamaño o magnitud. La metodología de este capítulo puede ser aplicada a otras investigaciones no complejas.

29.1.1 Encuesta Gubernamental.

29.1.1.1 Los organismos del sector público competentes en la investigación de un incidente están gobernados por su autoridad jurisdiccional legislativa y estatutaria, leyes, regulaciones, reglas y políticas; por tanto, la metodología de este capítulo no está completamente relacionada con sus investigaciones.

29.1.1.2 Se sobreentiende que los organismos gubernamentales con competencia y responsabilidad en seguridad pública realizan normalmente una investigación inicial. Los agentes que realizan la investigación gubernamental deberían intentar seguir los estándares y guías industriales y preservar (o dejar en su lugar) las evidencias físicas para que las partes interesadas tengan la oportunidad de realizar una investigación compleja como se expone en este capítulo. Los investigadores gubernamentales pueden encontrar necesario alterar evidencias durante sus diversas misiones. Las evidencias no deberían ser alteradas, dañadas o destruidas a menos que sea inevitable e imprescindible para el propósito de las diversas misiones del organismo. Si las evidencias deben ser alteradas de alguna forma, la autoridad pública debería tener en cuenta la consulta con las otras partes interesadas de modo que no se perjudique la investigación pública. Los investigadores gubernamentales deberían documentar su investigación. En el instante en que no hay temas significativamente importantes de salud pública o los investigadores han determinado que su investigación nos de tipo criminal, los investigadores gubernamentales deben elegir entre participar en la investigación compleja o terminar su encuesta.

29.1.2 Propósito. Este capítulo pretende proporcionar un marco para la dirección de investigaciones complejas. El uso en singular del término investigación en este capítulo se refiere a las múltiples investigaciones simultáneas realizadas por las partes interesadas. El grado de aplicación de las pautas de este capítulo variará en función del incidente específico.

29.1.3 Objeto. El objeto de este capítulo es proporcionar pautas para la dirección y coordinación de actividades investigadoras entre las múltiples partes interesadas, dándoles a todas la oportunidad de investigar el incidente, proteger sus respectivos interesas y permitir investigaciones expeditivas y con una relación coste-eficacia. No es propósito de este capítulo instruir a las partes interesadas sobre como investigar el incidente. La organización de equipos investigadores, funciones y actividades se indican en el Capítulo 14. El examen del lugar debería ser realizado de acuerdo con los principios recomendados en este documento.

29.1.4 Partes Interesadas. Como se emplean den este documento, “partes interesadas” son cualquier persona, entidad u organización, incluyendo a sus representantes, con obligaciones reglamentarias o cuyos derechos legales pueden ser afectados por

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

la investigación de un incidente específico. Las partes interesadas pueden incluir personas o grupos que realizan investigaciones de incendio o explosión por cuenta de organismos de seguridad pública (como departamentos de bomberos, policía, organismos de seguimiento de códigos o fiscales criminales), propietarios partes existentes o potenciales de litigios civiles o criminales y sus abogados (como aseguradores, víctimas de incendio y abogados defensores designados o potenciales).

29.1.5 Definiciones.

29.1.5.1 Parte Interesada. Cualquier persona, entidad u organización, incluyendo sus representantes, con obligaciones reglamentarias o cuyos derechos o intereses legales puedan ser afectados por la investigación de un incidente específico.

29.1.5.2 Lugar de Investigación. Para el propósito de este capítulo, los términos "lugar" y "escena" se denominarán conjuntamente como "lugar de investigación", a menos que el contexto particular requiera el uso de una u otra palabra.

29.1.5.3 Equipo Investigador. Un grupo de individuos trabajando en interés de una parte interesada para realizar una investigación del incidente.

29.1.5.4 Protocolo. Una descripción de los procedimientos y metodologías específicos mediante los que se realizan las tareas.

29.1.5.5 Escena. La ubicación física específica del incidente en el lugar. El área o áreas (edificio, vehículo, buque, pieza de equipo, etc.) designado como relevante para la investigación porque contiene daños o restos físicos, evidencias, víctimas o riesgos relacionados con el incidente. Es el área a procesar durante el examen de la escena.

29.1.5.6 Lugar. La ubicación física general del incidente, incluyendo la escena y su área circundante considerada significativa para el proceso de la investigación, y sus áreas de apoyo.

29.1.5.7 Entendimiento o Acuerdo. Un consenso escrito u oral entre las partes interesadas concerniente a la dirección de las investigaciones.

29.1.5.8 Planes de Trabajo. Un esbozo de las tareas a realizar como parte de la investigación incluyendo el orden o cronología para su finalización. Ver Capítulo 14.

29.2 Información y Documentos Básicos. Deberían obtenerse del propietario, contratista, arquitecto o departamento público de construcción copias de planos, planos de construcción, planos del lugar, esquemas, manuales y otros documentos que orienten a los investigadores sobre el lugar, a situar edificios o elementos relacionados entre sí o que ayuden a comprender los sistemas del edificio.

29.3 Comunicaciones entre Partes Interesadas.

29.3.1 Notificación a las Partes Interesadas. Las notificaciones deben ser entregadas a todas las partes interesada conocidas, de una forma clara que les dé la oportunidad de examinar la escena lo más rápido posible ayudando a minimizar las reclamaciones por expolio. Ver 12.3.5; y ASTM E860, *Standard Practice for Examining and Preparing Items That Are or May Become Involved in Criminal or Civil Litigation*. La notificación inicial deberá ser proporcionada por la entidad encargada del control de la escena del fuego a todas las partes interesadas conocidas.

29.3.1.1 Entidad de Control. La parte interesada propietaria, o representante de la parte propietaria, de la escena del fuego, es el administrador efectivo del lugar, la escena, o evidencia. También es la encargada de organizar, dirigir, o controlar las acciones conjuntas realizadas por otras partes interesadas. La entidad que cuente con el control del lugar debe notificar a todas las partes interesadas conocidas en caso de que pretenda dirigir una investigación en el lugar del accidente. En el caso de que la entidad en control del lugar decida no dirigir una investigación en la escena, o en caso de que falle a la hora de iniciar el proceso de notificación, cualquier otra parte que tenga la intención de dirigir dicha investigación puede iniciar el proceso de notificación.

29.3.1.2 Todas las Partes Interesadas. Todas las partes interesadas deben notificar de manera adecuada a la entidad que controla el sitio de la investigación sobre cualquier otra parte interesada que deba ser incluida en la investigación. La responsabilidad y el momento de la notificación variarán de acuerdo a factores tales como la jurisdicción, el hecho de que la parte interesada receptora de la notificación sea pública o privada, el hecho de que esté implicada una conducta criminal, así como las leyes y regulaciones aplicables. Ver 12.3.5.1.

29.3.1.3 Lista de Partes Interesadas. Todas las partes interesadas, especialmente las partes pertenecientes al sector privado, deberían tomar medidas para asegurar que las notificaciones son entregadas a tiempo al resto de partes interesadas. Se debería crear y compartir un listado identificando a todas las partes interesadas. Todas las notificaciones a partes interesadas deberían ser compartidas.

29.3.1.4 Notificación de Cambios. En los casos en que cambia el control o acceso al lugar o cuando las pruebas pueden ser alteradas, debería notificarse a todas las partes interesadas conocidas. Tales casos pueden incluir:

(1) Cuando el sector público con control del lugar determina que no ha habido un hecho criminal y permite la participación del sector privado
(2) Cuando el sector público ha transferido el control del lugar
(3) Cuando se ha iniciado una investigación por una parte interesada y se ha determinado que hay otras partes interesadas

29.3.1.5 Ejecución de la Notificación. Puede ser hecha por teléfono, carta, fax o e-mail. Las notificaciones orales deberían confirmarse por escrito. A veces puede ser difícil la identificación de las partes interesadas. Los métodos con los que las partes interesadas pueden ser identificadas incluyen examen de etiquetas de productos, documentos como contratos o registros de mantenimiento, recibos, etc. La información de contacto puede obtenerse de numerosas fuentes, búsqueda por Internet. La comunicación puede establecerse con el representante legal de la parte interesada, gerencia de riesgos u otro departamento similar para saber a quién debería dirigirse la mitificación.

29.3.1.6 Contenido de la Notificación. La notificación debería incluir la fecha del incidente; su naturaleza; su localización; la naturaleza y dimensión de las pérdidas; daños, muertes o heridos hasta donde llegue la posible conexión con el incidente de la parte interesada notificada; fecha de la próxima acción; circunstancias que

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

afectan al lugar (como órdenes de demolición pendientes o condiciones medioambientales); una petición de respuesta con una fecha determinada; información sobre a quién debe contestar la persona notificada; y la identidad del individuo o entidad que controla el lugar. No hay sugestiones obligatorias sobre el contenido de este aviso, pero puede ayudar a una gestión eficiente y evitar retrasos. La notificación debería incluir una lista de las partes interesadas a las que se ha avisado que debería incluir nombres, direcciones y números de teléfono. La lista debería actualizarse regularmente con cualquier otra parte adicional identificada posteriormente.

29.3.1.7 Notificaciones Posteriores. A medida que se identifican otras partes interesadas, también deberían ser notificadas sobre la investigación. Las posteriores notificaciones pueden ser hechas por cualquier parte interesada; sin embargo, que dicha parte proporcione una copia de la lista a las nuevas partes y una copia de la nueva notificación a las partes ya notificadas. Cada parte interesada, especialmente la entidad que controla el lugar de la investigación, debería recibir una copia de las notificaciones posteriores.

29.3.2 Reuniones.

29.3.2.1 Reuniones Preliminares. La entidad que controla el jugar de la investigación debería convocar una reunión preliminar de las partes interesadas antes de comenzar la investigación para determinar las necesidades de protocolos y planes de trabajo, como se procesará el lugar, su acceso y cualesquiera restricciones, consideraciones ambientales, etc. Durante esta reunión preliminar, las partes interesadas deberían desarrollar un acuerdo relativo a como se llevará a cabo la investigación.

29.3.2.2 Reuniones durante la Investigación. Deberían mantenerse reuniones para asegurar que todos han firmado, recordar las consideraciones de seguridad y avisar de cambios en las condiciones, planes de trabajo y programación futura, y para hacer indicaciones a los nuevos participantes. Se sugieren reuniones diarias cortas y semanales más intensas.

29.3.3 Web Site. El desarrollo de una web site segura puede ser una herramienta eficaz para la gestión de la investigación. Si se usa, debería formar parte del acuerdo general entre las partes interesadas. Las web sites son un medio eficiente de comunicación y pueden construirse de modo que se limita el acceso a las partes interesadas o que solo ciertas áreas de la web sean accesibles para ciertas partes. El contenido de la web site puede incluir fotos, videos, lista de contacto, información propia o ajena que puede ser intercambiada, protocolos, acuerdos, programación de trabajos, plan de acción para el incidente (IAP), registros de pruebas, hojas de firmas de cada día de investigación, instrucciones de seguridad y cualquier otra cosa que quieran compartir las partes interesadas. Ver también 29.4.6.2.

29.3.4 Distribución Adicional de Información. Pueden usarse un tablero anunciador o mensajes de correo electrónico para distribuir información a los equipos de investigación, enviar informes diarios de actividad y para facilitar el intercambio de información. Otro método de distribución de información es un plan de acción para el incidente (IAP) desde el sistema de mando del incidente. Ver 29.5.1.

29.4 Acuerdos.

29.4.1 Objetivos. Dada la complejidad de la investigación y para asegurar que todas las partes interesadas conocidas tienen una oportunidad para investigar el incidente y proteger sus respectivos intereses, los acuerdos deberían ser desarrollados tan pronto como sea posible. Tales acuerdos ayudarán en la coordinación de la investigación de una forma sistemática y eficiente, minimizando las disputas. Los temas en los que las partes pueden desear tener un acuerdo incluyen los siguientes:

(1) Riesgos de seguridad y ambientales
(2) Control y acceso al lugar
(3) Distribución de costes
(4) Programación
(5) Comunicación
(6) Logística
(7) Protocolos
(8) Etiquetado, retirada, custodia y almacenamiento de pruebas
(9) Documentación del lugar y de la investigación
(10) Web site
(11) Entrevistas a testigos
(12) Intercambio de información propia y ajena
(13) Examen y análisis de pruebas

29.4.2 Programación. Debería intentarse coordinar los programas del mayor número de partes interesadas y de sus representantes para permitir que participen en la investigación. No siempre es fácil complacer a todas las partes.

29.4.3 Distribución de Costes. Varios aspectos de la investigación conducen a la distribución de costes. Estos temas pueden incluir almacenamiento de pruebas, equipo pesado, retiradas de residuos, elementos de comodidad personal, seguridad, primeros auxilios y ensayos o exámenes de pruebas especializados. Las partes interesadas deberían identificar aquellos aspectos de la investigación en los que deberán distribuirse los costes. Debería prepararse un acuerdo escrito y firmado por todas las partes, especificando los costes a distribuir. Aquellas partes que no deseen compartir los costes pueden no recibir los beneficios de unirse a las actividades con coste compartido.

29.4.4 Acuerdos de Confidencialidad. Para proteger información privada o confidencial y secretos comerciales, una parte interesada puede requerir un acuerdo de confidencialidad o no difusión. Estos acuerdos facilitan el intercambio de información entre las partes limitando quien puede tener acceso a la información.

29.4.5 Protocolos. Los protocolos pueden aplicarse a muchos aspectos de la investigación incluyendo como debería examinarse el lugar recopilarse, examinarse, analizarse y almacenarse las pruebas. Las partes deberían desarrollar un acuerdo mutuo sobre protocolos. Cualquier objeción a un protocolo debería establecerse por escrito, si es posible, especificando que partes se objetan, los motivos de las objeciones y un protocolo recomendado alternativo.

29.4.6 Intercambio de Información. El intercambio de información rompe las barreras para obtener información al permitir que las partes intercambien datos. Por ejemplo, una parte puede haber obtenido el informe público del incendio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

El intercambio de esta información puede ayudar a acelerar la investigación. El compartir información no compromete la investigación de una parte pero facilita que se obtenga una finalización rápida y menos costosa de la investigación. El compartir información también puede ayudar en la identificación y recopilación de pruebas den el lugar del incendio.

29.4.6.1 Oportunidad. El compartir información entre los sectores público y privado de una forma oportuna es importante para todos los investigadores para ayudar en la preservación de pruebas y una determinación exacta del origen, causa y responsabilidad.

29.4.6.2 Registros Públicos de Comunicaciones. Todas las informaciones y comunicaciones mantenidas con investigadores del sector público, incluyendo e-mails, pueden convertirse en registros públicos bajo los requisitos legales al respecto.

29.4.7 Entrevistas. Se pueden realizar entrevistas mientras se efectúan otras actividades. Las partes tratarían de efectuar entrevistas con testigos, como personales de emergencias, transeúntes, vecinos, propietarios, empleados, residentes u otras personas que pudieran tener información. Sin embargo, puede haber restricciones legales para entrevistar algunos testigos. Cuando se realizan entrevistas conjuntas a algunos testigos, estas pueden incluirse en los acuerdos. Para entrevistas generales a testigos, ver 14.4.

29.4.8 Enmiendas a los Acuerdos. A medida que la investigación progrese, puede ser necesario introducir enmiendas en los acuerdos o pactos. Si el acuerdo o pacto original se registró por escrito, cualquier enmienda deberá introducirse por escrito. Todas las partes interesadas deben ser notificadas de las sugerencias de cambio y tener la oportunidad de aprobar, desaprobar, o sugerir otros elementos que puedan estar relacionados con la enmienda. Se pueden realizar enmiendas al acuerdo durante la investigación de la escena por medio del acuerdo de todas las partes presentes, en detraimiento de las partes que eligieron no estar presentes, teniendo en cuenta que la enmienda permanecerá dentro de la visión general del acuerdo. Las partes interesadas que hayan decidido no acudir, no podrán interponer objeciones a las enmiendas realizadas en el lugar de la investigación.

29.4.9 Desacuerdos. Pueden surgir desacuerdos acerca del número de temas relativos a la investigación. Deberían realizarse esfuerzos de buena fe para resolver desacuerdos entre las partes tan rápidamente como sea posible para permitir que la investigación avance con los mínimos retrasos y gastos. Si la disputa no se resuelve puede ser necesario buscar el fallo de un tribunal para resolver el tema, incluyendo un interdicto temporal o una orden de parada hasta la decisión del tribunal.

29.5 Organización de la Investigación. La adecuada organización de la investigación limitará la posibilidad de incidentes relacionados con la seguridad, facilitará las actividades investigadoras, tratará los posibles problemas de expoliación de pruebas, y ayudará en otros muchos aspectos. La implantación de un sistema efectivo de organización del incidente antes del inicio del proceso de investigación beneficiará a todas las partes interesadas.

29.5.1 Modelos de Organización. La organización de la investigación requiere que muchas partes realicen simultáneamente tareas conjuntas e independientes. Puede usarse una gran variedad de modelos para organizar la investigación de modo que las diversas partes interesadas que participan puedan trabajar de una manera coordinada.

29.5.2 Control del Lugar y Área. Qué entidad u organización controla el lugar de la investigación puede ser definido por estatutos, jurisdicción, propiedad u orden judicial y puede cambiar con el tiempo. Por ejemplo, el control inicial de la investigación es muy posible que sea una autoridad pública, como un departamento de bomberos. El control puede ser transferido a otra organización, como un cuerpo de policía o una organización reguladora, al propietario o asegurador del edificio o un juzgado.

29.5.2.1 Seguridad del Lugar y Área. Una de las primeras tareas a realizar es establecer la seguridad del lugar de investigación. La entrada debería estar limitada a aquellas personas necesarias para proporcionar seguridad; evitar la retirada, destrucción o pérdida de elementos con valor probatorio; y evitar cambios indebidos o daños adicionales al lugar. Puede ser necesario contratar personal de seguridad privada o instalar barreras para obtener el nivel de seguridad necesario. La seguridad debería ser mantenida continuamente hasta que las actividades investigadoras en el lugar han terminado. Loa que primero lleguen al lugar deberían establecer y mantener un control y seguridad iniciales del lugar de la investigación. Cuando las partes interesadas son notificadas y llegan al lugar de la investigación, uno de los primeros deberes es asegurar que se ha establecido la seguridad del lugar.

29.5.2.2 Delegación de Control. La entidad que controla el lugar de investigación determina quien lleva la organización de la investigación y puede delegar dicho control a su representante o a otros.

29.5.2.3 Transferencia de Control. La transferencia del control entre partes interesadas debería planificarse con antelación. Por ejemplo, una organización pública de investigación podría decir al propietario o asegurador cuando transferirá el control de modo que la parte receptora pueda tomar disposiciones para seguridad u otras necesidades inmediatas. Una vez transferido el control, la entidad transfiriente debería proporcionar información o documentación relativa a alteraciones del lugar, pruebas recogidas, contaminación del lugar o área y otra información que pudiera afectar las investigaciones de otras partes.

29.5.2.4 Acceso al Lugar y Área.

29.5.2.4.1 Control del Lugar. La decisión sobre acceso al lugar de la investigación recae en la entidad que controla el lugar. En algunos casos, la parte controladora puede necesitar consejo del propietario o inquilino del lugar para proteger información privada o de secretos mercantiles que ahora puede desvelar el edificio después del incendio Un representante de cada parte interesada debería tener acceso al lugar tan pronto como sea posible ya que es importante para la planificación organizativa. La coordinación del acceso durante los exámenes del lugar, reconstrucción y retirada de pruebas pueden requerir una planificación para que las partes estén adecuadamente representadas. Si el tamaño del grupo es un problema, puede limitarse el acceso a una sola persona por parte interesada.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

29.5.2.4.2 Establecimiento de Procedimientos de Acceso. Deberían establecerse procedimientos para obtener acceso al lugar y área. Los procedimientos deberían indicar quien será admitido, bajo qué circunstancias y con que objeto. La parte controladora puede establecer diferentes áreas o zonas con distintos niveles de seguridad y acceso dentro del lugar y área. Estos procedimientos deberían ser comunicados tanto a los proveedores de seguridad como a todas las partes interesadas. Deberían instalarse marcas claras, barreras o personal para evitar incursiones accidentales a áreas con acceso restringido.

29.5.2.4.3 Control del Acceso al Lugar. Cada persona que acceda al lugar de la investigación debe proporcionar su nombre, dirección, número de teléfono, número de fax, dirección de e-mail, empresa a la que pertenece y parte interesada a la que representa.

29.5.2.4.4 Control de Acceso. Puede ser requerido un control de accesos adicional debido a consideraciones de seguridad o de otro tipo. Deberían adoptarse métodos de identificación, supervisión y mantenimiento de registro de personas presentes en el lugar y su localización. Pueden ser suficiente permisos de entrada, sistemas de recuento o libros de control detallando las entradas; sin embargo, las nuevas tecnologías como tarjetas con código de barras pueden ser más eficientes que un registro de entradas, o puede usarse GPS para obtener la localización de un individuo dentro del lugar.

29.5.2.4.5 Escoltas. Por motivos de seguridad y para mantener la integridad del lugar pueden usarse escoltas para permitir un acceso controlado de las partes interesadas. Las partes escoltadas deben seguir las indicaciones razonables de la escolta, pero pueden expresar objeciones y pedir una nueva entrada en función del resultado de sus objeciones. Las objeciones no resueltas deberían ser anotadas y tratadas como desacuerdos, ver 29.4.9.

29.5.2.4.6 Interés del Sector Público. Las organizaciones del sector público deberían tener en cuenta las necesidades de otras partes interesadas. Deberían proporcionarles instrucciones e información sobre el estado de la investigación así como acceso limitado y controlado al lugar y cualquier prueba que no comprometa la investigación o vulnere las regulaciones y leyes de la organización. En la mayoría de los casos, no de investigaciones criminales, las autoridades públicas deberían, durante la investigación, facilitar visitas para observación y fotografiado o facilitar las fotografías disponibles a las otras partes interesadas. Alternativamente, las autoridades públicas pueden realizar una investigación conjunta con partes privadas.

29.5.2.4.7 Control y Acceso de los Ocupantes. La permisión de acceso limitado para los propietarios, inquilinos y ocupantes es determinada por la entidad que controla el lugar de la investigación. Si es posible, la investigación debería llevarse a cabo de modo que se permita un acceso limitado de los ocupantes al lugar de investigación. Es importante esta permisión pero el lugar debería permanecer seguro. Este esfuerzo puede ayudar a reducir la interrupción de negocio y el impacto del incendio. El acceso de los ocupantes al lugar de investigación solo debería permitirse una vez que se ha establecido la seguridad del área.

29.5.2.4.8 Descontaminación de Entrada y Salida. El riesgo de contaminación puede reducirse estableciendo procedimientos y medios de descontaminación en el lugar. Por ejemplo, la entidad que controla el lugar de investigación puede requerir a todas las partes entrantes que sigan un protocolo de lavado de calzado y herramientas. Pueden también proporcionarse áreas y equipo de descontaminación a la salida para reducir los riesgos asociados a los restos del incendio.

29.5.2.5 Restricciones o Requerimientos Específicos del Lugar. La entidad controladora del lugar debería informara a las partes interesadas de cualesquiera restricciones o requerimientos que les pudieran ser impuestos, tales como que elementos están prohibidos, si deben firmarse acuerdos o renuncias de confidencialidad y que equipo de protección personal puede ser necesario.

29.5.2.6 Integridad del Lugar. Independientemente de quien tenga el control del lugar, para mantener la integridad del lugar no deberían introducirse en él contaminantes, como materiales de fumadores, fuentes de ignición, recipientes de comida y bebidas y envoltorios. Los suministros necesarios para el examen del lugar no deberían arrojados en el lugar.

29.5.2.7 Distribución de Información. Cuando en una investigación están involucradas múltiples agencias públicas, debería establecerse un sistema para coordinar la propagación pública de información.

29.6 Pruebas.

29.6.1 Control de pruebas. Las pruebas deberían ser manipuladas y aseguradas como se trata en el Capítulo 16. Debería disponerse de un protocolo acordado sobre pruebas antes de procesar el lugar. Este protocolo debería incluir los medios de identificación, documentación, marcado, preservación, transporte y almacenamiento de pruebas.

29.6.1.1 Custodios de Pruebas. Como parte de los acuerdos, deberían designarse uno o más custodios de pruebas para dirigir los diversos aspectos del proceso de recopilación de pruebas, incluyendo un registro principal de pruebas, embolsado y etiquetado, preservación y almacenamiento de pruebas.

29.6.1.2 Responsabilidad de la Parte Interesada. Una parte interesada es responsable de la identificación de la prueba que recoge y de proporcionar suficiente información al custodio de pruebas para asegurar la recogida de la prueba identificada y la preservación del lugar para posibles actividades `posteriores de investigación.

29.6.2 Retirada de Pruebas del Lugar. Todas las partes interesadas deberían tener la oportunidad de documentar los elementos probatorios en su ubicación antes de que sean perturbados o retirados del lugar. Las pruebas deberían ser retiradas de acuerdo con los protocolos de pruebas previamente acordados.

29.6.3 Almacenamiento de Pruebas. El almacenamiento de pruebas requiere un lugar seguro con un registro de acceso de las personas que entran en el área. Todas las pruebas recogidas deberían estar disponibles para todas las partes interesadas involucradas en la investigación. Las partes interesadas deberían acordar procedimientos de acceso a las pruebas al-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

macenadas, tales como notificar a todas ellas y requerir la presencia del custodio de pruebas cuando se permite el acceso a las mismas.

29.6.4 Inspecciones de Pruebas.

29.6.4.1 Inspecciones No Destructivas. Las inspecciones que no impliquen un cambio en el valor probatorio de la evidencia se pueden llevar acabo de tal manera que las partes interesadas pueden observar, tomar notas, fotografías, mediciones, y cualquier observación visual de la prueba de una manera no destructiva. No es necesario que todas las partes interesadas estén presentes para realizar dichas inspecciones no destructivas.

29.6.4.2 Inspecciones Destructivas. Puede haber inspecciones en las que anticipadamente se prevé que las pruebas serán alteradas o destruidas. Antes de tales inspecciones, todas las partes interesadas deberían ser notificadas y debería acordarse un protocolo para las inspecciones.

29.6.4.3 Análisis de Pruebas. Antes de cualquier análisis de pruebas, todas las partes interesadas deberían ser notificadas, deberían desarrollarse protocolos y deberían acordarse los servicios de análisis. Cada una de las partes interesadas puede decidir tener su propio experto o participar en el análisis.

29.7 Logística. Suministrar soporte logístico facilitará la investigación, protegerá la salud y el bienestar de los investigadores, protegerá el lugar de investigación y las pruebas y reducirá conflictos. El coste de suministrar soporte logístico debería ser recogido en los acuerdos entre las partes.

29.7.1 Transporte. El desplazamiento a y en el lugar de investigación de un gran número de personas puede resultar difícil debido a su localización, tamaño y otros factores. Tan pronto como sea posible durante la investigación, los representantes de todas las partes interesadas deberían tomar disposiciones para el transporte de los investigadores y su equipo al lugar de la investigación incluyendo aparcamiento en el lugar. Para facilitar las necesidades de las partes se puede utilizar un servicio de transporte entre el lugar y los aparcamientos, definir éstos, permisos de aparcamiento y puntos de recogida y descenso de pasajeros y equipo.

29.7.2 Equipo. Puede ser necesario el uso de equipo, como vehículos de construcción, aparatos elevadores, equipo de radiografía y modo de transporte. El tipo de equipo y su uso específico debería formar parte de los acuerdos entre las partes.

29.7.3 Seguridad del Lugar de Investigación. La seguridad del lugar de investigación puede incluir la erección de barreras físicas alrededor del lugar y área, el uso de guardias privados o públicos y la distribución de placas de identificación. La ubicación o naturaleza de la actividad realizada podría requerir investigaciones de antecedentes, autorizaciones de seguridad y formación especializada en seguridad para todas las personas entrantes.

29.7.4 Descontaminación. Deberían establecerse puestos de descontaminación en puntos apropiados, tales como las entradas y salidas del lugar y las áreas de comida y bebida.

29.7.5 Ambiente. Deberían ser considerados los aspectos ambientales, como derrames, calidad del aire, eliminación de basuras y regulaciones. La entidad que controla el lugar de investigación puede necesitar disponer de servicios de supervisión ambiental, control y limpieza. Se puede obtener información adicional los organismos gubernamentales apropiados, como Environmental Protection Agency (EPA), el United States Coast Guard, y las autoridades medioambientales estatales y locales.

29.7.6 Comunicaciones. Una gran área de incidente puede crear problemas de comunicación para el personal que trabaja en el lugar de la investigación. Puede ser necesario un puesto de mando que use camiones u otros medios. Debe ser proporcionada comunicación mediante medios móviles o fijos, como radios portátiles, sistemas de telefonía de campo, sistemas de megafonía o teléfonos celulares. Dependiendo del tamaño y ámbito del incidente, pueden requerirse medios múltiples de comunicación entre la entidad que controla el lugar, las partes interesadas, los equipos que entran en el área y otros. Además, puede usarse una señal prefijada, como una alarma o una bocina neumática, para avisar a las personas de que deben abandonar el lugar e informar en una punto seguro de reunión.

29.7.7 Necesidades Sanitarias y de Confort. Deberían tomarse medidas para disponer de servicios y agua potable. Debería disponerse de un área no contaminada para comer, descansar y reuniones. Las condiciones atmosféricas pueden requerir un área de descanso sombreada o con calefacción.

29.7.8 Recogida y Retirada de Basuras. Deberían proporcionarse recipientes para la recogida de elementos prescindibles y basura de modo que no se introduzca basura en el lugar de investigación. Los recipientes de transporte deberían ser retirados del lugar cuando sea necesario.

29.7.9 Retirada de Nieve y Hielo. Puede haber nieve presenta al inicio de la investigación o puede caer en el lugar durante la investigación. El hielo cubriendo el lugar de investigación puede impedir actividades, presentando un riesgo de seguridad e impidiendo la investigación. Si la investigación no puede esperar a que la nieve o el hielo se fundan de modo natural, los edificios deben ser cubiertos e instalarse calentadores para fundir la nieve o el hielo. Si se emplean calentadores, debería tenerse gran cuidado en no introducir combustibles o productos de combustión que pudieran contaminar el lugar. También debe tenerse cuidado en evitar la introducción de agentes fundentes en el área.

29.7.10 Iluminación. Puede requerirse iluminación temporal. Puede ser mejor instalar iluminación temporal que usar lámparas portátiles o linternas durante períodos largos de tiempo. La necesidad de instalar iluminación temporal puede depender de las condiciones de la corriente de iluminación, el tiempo previsto para la investigación y la disponibilidad de otro alumbrado y energía eléctrica. Si es posible, deberían tomarse fotografías antes de la instalación de iluminación temporal para permitir una mejor documentación del lugar sin perturbar.

29.7.11 Almacenamiento de Pruebas. Deberían tomarse medidas para almacenar las pruebas en el lugar, fuera del mismo o en ambos. El lugar de almacenamiento debería ser el apropiado para el tipo de material almacenado. Pude tenerse un local de almacenamiento temporal con la consiguiente reubicación en un lugar más permanente.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

29.8 Seguridad del Lugar y del Área. La seguridad es responsabilidad de todas las partes interesadas, pero en algunas ocasiones puede ser necesario designar un jefe de seguridad que será el responsable de supervisar las condiciones en el lugar de la investigación para asegurar la seguridad de todas las partes interesadas. Los acuerdos deberían recoger temas de seguridad para las partes interesadas y otras personas que entren en el lugar de investigación, como inquilinos, ocupantes, contratistas y otro personal de apoyo logístico. Será necesario llevar a cabo una evaluación de seguridad del lugar antes de cualquier actividad de investigación o retirada de residuos. La preocupación sobre la seguridad debería ser de tal magnitud que debería considerarse la contratación de una empresa especializada en evaluación de riesgos, implementación de planes de seguridad y servicios de guardias de seguridad. Ver Capítulo 13. El personal en el lugar debe seguir las instrucciones del jefe de seguridad, aunque puede exponer sus objeciones y requerir una nueva entrada. Puede ser requerida una formación preliminar en seguridad específica para el lugar y área para cualquiera que entre en el lugar de la investigación. Debería mantenerse un registro de que personas han recibido tal formación. Las objeciones no resueltas deberían anotarse y tomarse como desacuerdos, ver 29.4.9.

29.8.1 Supervisión Continuada de Seguridad. Durante la investigación puede ser necesaria una supervisión continuada de la calidad del aire, condiciones medioambientales, estabilidad estructural y otros riesgos. Por ejemplo, el sistema de ventilación de un edificio podría evaluarse para su posible uso para mejorar la calidad del aire. Si no pueden considerarse seguros el aire o el ambiente, las partes interesadas pueden precisar vestir equipo de protección personal.

Capítulo 30 Investigación de Incendios Marinos

30.1* Introducción. Este capítulo trata de factores relacionados con las investigaciones de incendios relativos a embarcaciones de recreo, generalmente definidas como de longitud menor que 19 m (65 ft) Se incluyen embarcaciones a motor, a vela, yates y otras embarcaciones. La información relativa a incendios de embarcaciones incluye materiales de construcción, sistemas y modos de fallos. Hay disponible información adicional sobre sistemas de embarcaciones en NFPA 302, F*ire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*, Estándar de Protección contra Incendios para Embarcaciones de Recreo y comerciales a Motor. Para información sobre investigación de incendios de embarcaciones más allá de las fronteras de U.S., se puede obtener información adicional en códigos y estándares locales y regionales. (*Ver Figura 30.1(a) y Figura 30.1(b) sobre terminología común*).

30.2 Terminología de Embarcaciones a Motor y Vela. Los siguientes términos se aplican a la Figura 30.1(a) y Figura 30.1(b):

(1) *Abajo.* Bajo la cubierta.
(2) *A flote*. (1) En posición o condición de flotar; (2) En una embarcación lejos de la orilla; en el mar. Comportarse como en o sobre el agua.
(3) Aft. Hacia la parte posterior de la embarcación
(4) *Aireador.* Caja de ventilación en cubierta diseñada para detener el agua con un deflector mientras permite al paso de aire bajo cubiertas.
(5) *Al garete.* Suelto, sin anclaje ni amarre.
(6) *Aparejo.* Término general para cuerdas, motones, aparejos y otro equipo.
(7) *A proa*. Hacia la proa de la embarcación.
(8) *Bao.* La sección de popa de una embarcación de popa plana.
(9) *Bodega*. Compartimento bajo cubierta en una nave grande, usado solamente para llevar carga.
(10) *Borda*. Borde superior o superficie del lado de un barco.
(11) *Cabina.* Un compartimento para pasajeros o tripulación.
(12) *Casco.* El conjunto estructural de una embarcación, sin incluir superestructura, mástil o aparejos.
(13) *Cocina*. Área para cocinar de una embarcación.
(14) *Cubierta*. Una tapa permanente de un compartimento, del casco o de otra parte.
(15) *Defensa*. Un amortiguador, situado entre embarcaciones, o entre una embarcación y un muelle, para evitar daños.
(16) *Embarcación.* Cualquier nave fabricada o usada fundamentalmente para uso no comercial; alquilada, cedida o arrendada a otro para uso no comercial; u operada como un buque de pasaje no inspeccionado sujeto a los requisitos de 46 CFR Capítulo 1, subcapítulo C.
(17) *Energía de muelle*. Energía eléctrica suministrada desde la orilla mediante un cableado.
(18) *En marcha.* Nave en movimiento, p.e. cuando no está amarrada, anclada o en tierra.
(19) *Escotilla*. Abertura en la cubierta de una embarcación dotada de una cubierta impermeable.
(20) *Espacio para alojamiento.* Espacio diseñado para habitar.
(21) *Estribor.* Lado derecho de una embarcación cuando se mira a proa.
(22) *Francobordo.* La distancia vertical entre la línea de agua y la borda
(23) *Fueraborda.* (1) Hacia o bajo los lados de la embarcación. (2) Un motor postizo montado en la popa de la embarcación.
(24) *Intraborda.* (1) Hacia el centro de una embarcación, dentro; (2) Un motor fijado dentro de una embarcación.
(25) *Intraborda /Fueraborda (I/O).* Un sistema de propulsión consistente en un motor dentro de una embarcación con un mando a popa, similar a la parte inferior de un motor fueraborda sujeto al bao de popa.
(26) *Línea de flotación*. Una línea pintada sobre el casco que muestra hasta donde se hunde la embarcación cuando está debidamente aparejada.
(27) *Manga.* El punto más ancho de un barco.
(28) *Mamparo.* Una partición vertical que separa compartimentos.
(29) *Muelle.* Un área protegida de agua en la que se amarran naves.Se usa a menudo para indicar un embarcadero o muelle.
(30) *Nave.* Incluye toda descripción de embarcaciones, excepto hidroaviones, capaza de ser usada como medio de transporte sobre agua.
(31) *Obenque.* Uno de los cables que sujetan el mástil.
(32) *Obra muerta.* Los laterales de un navío entre la línea de flotación y la cubierta; a veces se refiere a sobre o por encima de la cubierta.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

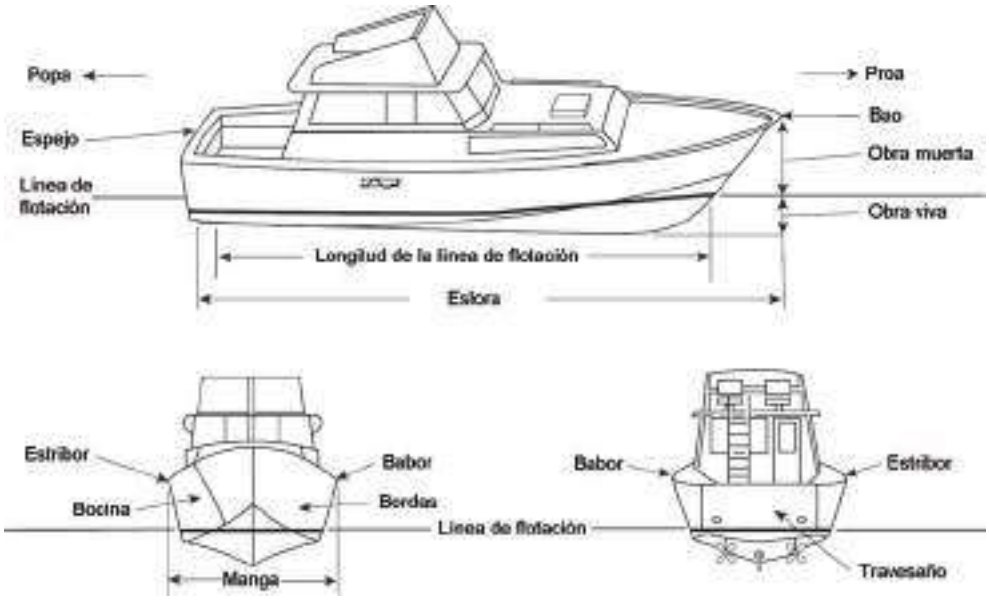


FIGURA 30.1(a) Terminología de una Embarcación a Motor.



FIGURA 30.1(b) Terminología de una Embarcación a Vela.

(33) *Placa de anclaje.* Placa de metal usada para asegurar un cable o mantenerlo en el casco de un bote, el cual distribuye la fuerza del cable.

(34) *Planta.* (1) Suelo de cabina o salón; (2) Extensiones de madera sobre el fondo del timón. (3) Cubierta de fibra de vidrio moldeada de una cabina.

(35) *Por la borda.* Sobre el lateral o fuera de la embarcación.

(36) *Port.* El lado izquierdo de un bote cuando mira hacia adelante.

(37) *Rub Rail.* El parachoques de goma, plástico o metal que se extiende a lo largo de ambos lados de la embarcación, por lo general inmediatamente por debajo de la borda.

(38) *Sentina.* La parte más baja del casco interior de un barco.

(39) *Superstructura*. La cabina y otras estructuras sobre cubierta.

(40) *Varado.* Sobre o cerca del fondo.

(41) *Ventilador "Dorade."* Caja ventiladora de cubierta usada también para mantener fuera el agua gracias a un deflector mientras mantiene el aire en las cubiertas inferiores.

(42) Zozobrar. Volcar.

30.3 Seguridad en la Investigación de Embarcaciones.

30.3.1 Como en las investigaciones de incendios en tierra, la primera preocupación del investigador debería ser la seguridad. La documentación del lugar puede realizarse también durante la evaluación de seguridad. Ver Capítulo 12 para más información.

30.3.2 Las embarcaciones en tierra deberían ser inicialmente inspeccionadas para comprobar, antes de abordarlas, si son estables. Las conexiones de energía entre embarcación y muelle deberían desconectarse si presentan riego para la seguridad. Los sistemas de baterías y corriente directa deberían inspeccionarse con precaución. El investigador debería usar equipo de protección personal que sea apropiado para los riesgos previstos.

30.3.3 Las embarcaciones a flote deberían ser abordadas con sumo cuidado, ya que puede haber agua dentro del casco. Cualquier volumen de agua dentro del casco pude crear condiciones de inestabilidad en la embarcación que podrían causar que zozobre o se hunda. Debería eliminarse el agua de la embarcación (se denomina achicado). Entonces la embarcación puede ser sacada del agua y estabilizada en tierra, antes de continuar con la investigación. El investigador debería tener en cuenta vestir un

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

dispositivo personal de flotación mientras trabaja en o cerca del agua.

30.3.4 Las inspecciones subacuáticas de embarcaciones sumergidas presentan para un submarinista un riesgo potencial de atrapamiento.

30.3.5 Temas Específicos de Seguridad.

30.3.5.1 Espacios Confinados. Por su naturaleza, las investigaciones en embarcaciones pueden incluir trabajos en espacios confinados. El investigador debería ser consciente de los problemas sobre entrada en espacios confinados (p.e. temas sobre entrada y salida y atmosféricos) y precauciones adecuadas que deberían tomarse. Antes de entrar, el investigador debería asegurarse de que el espacio no contiene niveles peligrosos de gases o vapores explosivos o tóxicos o que no hay insuficiencia de oxígeno. Deberían evaluarse los riesgos del espacio antes de entrar y el nivel apropiado de equipo de seguridad personal que debería llevarse. Las luces y otro equipo deberían ser intrínsecamente seguros y adecuados para tal uso.

30.3.5.1.1 Antes de entrar en espacios cubiertos por sistemas automáticos de extinción de incendios, el investigador debería asegurarse de que el sistema está desactivado o inoperativo. Si el sistema funcionase mientras el investigador está dentro del compartimento, la atmósfera podría volverse tóxica o con deficiencia de oxígeno.

30.3.5.2 Partículas en Suspensión. En un incendio de una embarcación de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP). Generalmente la resina usada como parte del proceso constructivo se quema dejando pequeñas e irritantes partículas de fibra de vidrio. Estas partículas, cuando se combinan con resina quemada, irritan al sistema respiratorio y debería llevarse el nivel adecuado de equipo de protección personal, incluyendo protección respiratoria.

30.3.5.3 Identificación y Evaluación de las Fuentes de Energía. A bordo de una embrocación hay numerosas fuentes de energía; deben tomarse precauciones para asegurar que se desconectan para evitar daños personales así como la posible reignición.

30.3.5.3.1 Baterías. Después de una adecuada documentación y fotografiado, los cables de baterías deberían se desconectados de cada una, ya que puede haber más de una y múltiples ubicaciones. Antes de desconectar los cables, el investigador debería asegurarse de que la atmósfera está adecuadamente ventilada y libre de vapores explosivos. Durante la desconexión, los arcos entre terminales de baterías pueden causar un incendio o explosión.

30.3.5.3.2 Inversores. En las embarcaciones a menudo hay inversores que convierten cc a 120/240 V ca y, después de las adecuadas documentación y fotografiado, deberían ser desactivados desconectando la corriente continua de entrada.

30.3.5.3.3 Energía del Muelle. Después de ser documentada debidamente, las fuentes de energía de muelle (cableado) deberían ser desactivadas y desconectadas. Debe hacerse antes de iniciar la investigación.

30.3.5.4 Fugas de Combustible. Los combustibles para motores, calefacción y cocina, incluyendo sistemas de gas LP para motores intraborda, pueden derramar combustible debido a incendio o explosión durante las actividades investigadoras. Tales fugas pueden producir riesgos adicionales de incendio. Los investigadores deberían estar alerta ante la presencia de tales fugas y estar preparados para evitar o mitigar dichos riesgos.

30.3.5.5 Tanque de Aguas Negras. Las embarcaciones que tienen tanques de aguas negras pueden acumular gas metano. Deben emplearse técnicas adecuadas de venteo y prevención de explosiones durante la investigación del lugar del incendio. Los tanques de aguas negras pueden ser dañados y generarse un riesgo biológico si su contenido escapa. Debería tenerse cuidado cuando se trabaja en áreas conteniendo aguas negras.

30.3.5.6 Hidrógeno Gaseoso. Puede estar presente hidrógeno gaseoso en cualquier compartimento de baterías. Debería tenerse cuidado en evitar descargas estáticas, cortocircuitos y arcos durante la retirada de baterías y sus cables.

30.3.5.7 Otros Contaminantes Hidrocarbonados. Los diversos líquido encontrados a bordo de embarcaciones, así como los residuos de combustión, contiene hidrocarburos que generalmente son contaminantes medioambientales. Además, la presencia de estos contaminantes presenta un riesgo de incendio y también de deslizamientos y caídas.

30.3.5.8 Estabilidad. Una de las situaciones más peligrosas que un investigador de un incendio cuando examina una embarcación a flote es la falta de estabilidad. El agua que entra por pantoques y secciones bajas de la embarcación debido a actividades de extinción puede ocasionar inestabilidad. El investigador debería asegurarse de que la embarcación es estable y segura para trabajar antes de entrar para investigar. La embarcación debería achicarse antes de entrar a investigar. Si la embarcación se inclina a un lado o vuelca el investigador podría quedar atrapado.

30.3.5.9 Daños a la Estructura de la Embarcación. La embarcación puede haber sufrido suficientes daños por incendio como para volverse insegura. La integridad estructural puede estar comprometida y el peso del investigador puede causar el colapso de la cubierta generando una mayor inestabilidad. Los incendios en el interior pueden causar daño estructural, debilitamiento de cubiertas o de soportes estructurales, al igual que sucede en edificios.

30.3.5.10 Embarcaderos, Diques y Muelles. Ya que los embarcaderos, diques y muelles están próximos al agua, la proliferación de algas, limo y superficies deslizantes suponen un riesgo para el investigador. Éste debería tener cuidado cuando penetra en tales áreas y accede a embarcaciones sometida a daños por incendio.

30.3.5.11 Embarcaciones Sumergidas. Las embarcaciones sumergidas o bajo el agua deberían, si es posible, se inspeccionadas y documentadas fotográficamente antes de su salvamento. Cuando es necesario llevar a cabo una investigación en una embarcación hundida o parcialmente sumergida, se debe usar personal cualificado para realizar la observación submarina y la del lugar. Deberían hacer esfuerzos de salvamento para reducir la disrupción y alteración de la embarcación y sus componentes antes de iniciar las investigaciones de la parte superior o en tierra. Las operaciones submarinas pue-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

den ser supervisadas desde la superficie. Las investigaciones submarinas deberían ser realizadas solo por buceadores cualificados.

30.3.5.12 Señales Visuales de Socorro y Pirotécnicas. Muchas embarcaciones llevan dispositivos de señales de socorro que pueden ser elementos pirotécnicos que pueden ser peligrosos para el investigador si se activan accidentalmente. El investigador debería tener cuidado para descubrir y asegurar tales dispositivos.

30.3.6 Aberturas. Las embarcaciones están equipadas con todo tipo de aberturas, algunas para acceder a espacios bajo cubierta y otras para acceso al almacenamiento. Algunas aberturas son evidentes y otras no y algunas están cubiertas con escotillas. Después de un incendio, las escotillas y otros tipos de coberturas, que ocultan aberturas en cubierta, pueden haber sufrido daños. Estas áreas de cubierta pueden haber sido cubiertas por agua o ocultadas, creando un riesgo al investigador imprudente.

30.4 Identificación y Funcionamiento del Sistema.

30.4.1 Sistemas de Combustible: Propulsión y Auxiliar.

30.4.1.1 Carburación en Vacío y a Baja Presión. Los sistemas de motores intraborda e intraborda/fueraborda (I/O) difieren de los motores de automóvil en que los carburadores no permiten la salida de combustible desde el venturi en caso de inundación. Esto se consigue en parte mediante un cambio en el conjunto de juntas del carburador para uso marino. Se requiere que los carburadores para uso marino cumplan 33CFR183.526, "Carburetors." Se requiere que los carburadores estén equipados con un retenedor de llamas.

30.4.1.2* Sistemas de Inyección de Combustible Marinos y de Alta Presión Incluyendo Sistemas de Retorno). Los sistemas de inyección de combustible en motores intraborda y I/O generalmente incluyen un acelerador, conjunto de alimentación de combustible, sensor de autoencendido y módulo de control del motor. El diseño del sistema es único para cada fabricante de motores marinos. En algunos casos, el sistema de inyección de un modelo de motor en particular puede tener tres o más versiones diferentes. Es importante que el investigador anote el número de serie del motor y contacte con el fabricante para determinar cual sistema de diseño corresponde. El sistema de almacenamiento y alimentación de combustible a bordo de embarcaciones es a baja presión y el tanque tiene venteo.

30.4.1.3* Diesel. Los motores diesel instalados en embarcaciones usan sistemas de inyección de combustible específicos del fabricante. Algunos de estos motores requieren un sistema de arranque a 24 V. Los requisitos de aire de combustión y de temperatura de la sala de máquinas precisan grandes renovaciones de aire en el compartimento. Los requerimientos del sistema de combustible son similares a los de gasolina.

30.4.2 Sistemas de Combustible: Cocina y Calefacción.

30.4.2.1* Gases Licuados de Petróleo. Los gases licuados de petróleo (GLP) pueden usarse como combustible para cocina o calefacción. El cilindro de GLP debe estar dentro de un recinto ventilado desde el fondo hasta el exterior de la embarcación. Si están instalados dispositivos de cocina con GLP todos los demás dispositivos deben estar protegidos contra ignición. Los dispositivos de cocina con recipientes de GLP integrados de menos de 450 g (16 oz) se encuentran definidos en ABYC A-30, *Cooking Appliances with Integral LPG Cylinders*. Los GLP pueden usarse como combustible para cocina y calefacción cuando aparatos cumplen los requisitos de ABYC A-26, *LPG and CNG Fueled Appliances*.

30.4.2.2* Gas Natural Comprimido. El gas natural comprimido (GNC) ha sido usado como combustible de cocina a bordo de algunas embarcaciones desde los 80; sin embargo, su popularidad ha declinado en los últimos años. El cilindro de GNC puede estar situado en espacios de alojamiento si es menor de 2.8 m^3 (100 ft^3). El GNC puede usarse como combustible para cocina o calefacción cuando el aparato cumple los requisitos de ABYC A-26, *LPG and CNG Fueled Appliances*.

30.4.2.3* Alcohol. Puede usarse alcohol como combustible en cocinas. El tanque de combustible debe ser un componente integral del hornillo o un recipiente separado. El combustible puede ser presurizado mediante una bomba manual.

30.4.2.4 Combustibles Sólidos. Se usan combustibles sólidos, como madera o carbón, en aparatos para quemar madera como se indica en NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft.*

30.4.2.5 Diesel. El combustible diesel se usa a veces para aparatos de cocina y calefacción cuando están de acuerdo con NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft, y ABYC A-3, Galley Stoves,* y ABYC A-7, *Boat Heating Systems*.

30.4.3 Supercompresores y Turbocompresores. Las embarcaciones con motores diesel y gasolina intraborda y I/O pueden estar dotados con turbocompresores y supercompresores. (*Ver Figura 30.4.3*) Estas unidades usan a menudo aceite de lubricación de motor para lubricación y enfriamiento. Están dotadas de mantas de calor, camisas de agua o una combinación de ambas ya que sus temperaturas de funcionamiento superan la temperatura de ignición de los materiales circundantes de la sala de máquinas. Los turbocompresores están accionados por los gases calientes y envían aire presurizado a la toma de combustión. Los supercompresores, accionados por la correa del motor, inyectan aire comprimido en la toma de combustión.

30.4.4 Sistema de Escape.

30.4.4.1 Generalmente, sistemas secos de escape expulsan verticalmente los gases de propulsión o auxiliares de combustión mediante una tubería que está cubierta con una manta aislante. Normalmente no se encuentra habitualmente en embarcaciones de recreo.

30.4.4.2 Los sistemas mojados de escape emplean agua de mar (potable o salada) que se inyecta en el tubo de escape y viaja por el escape hasta abandonar la embarcación. El silenciador (si lo hay) y las mangueras del sistema mojado están diseñadas específicamente para la temperatura esperada y las condiciones ambientales de acuerdo con ABYC P-1, Installation of Exhaust

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

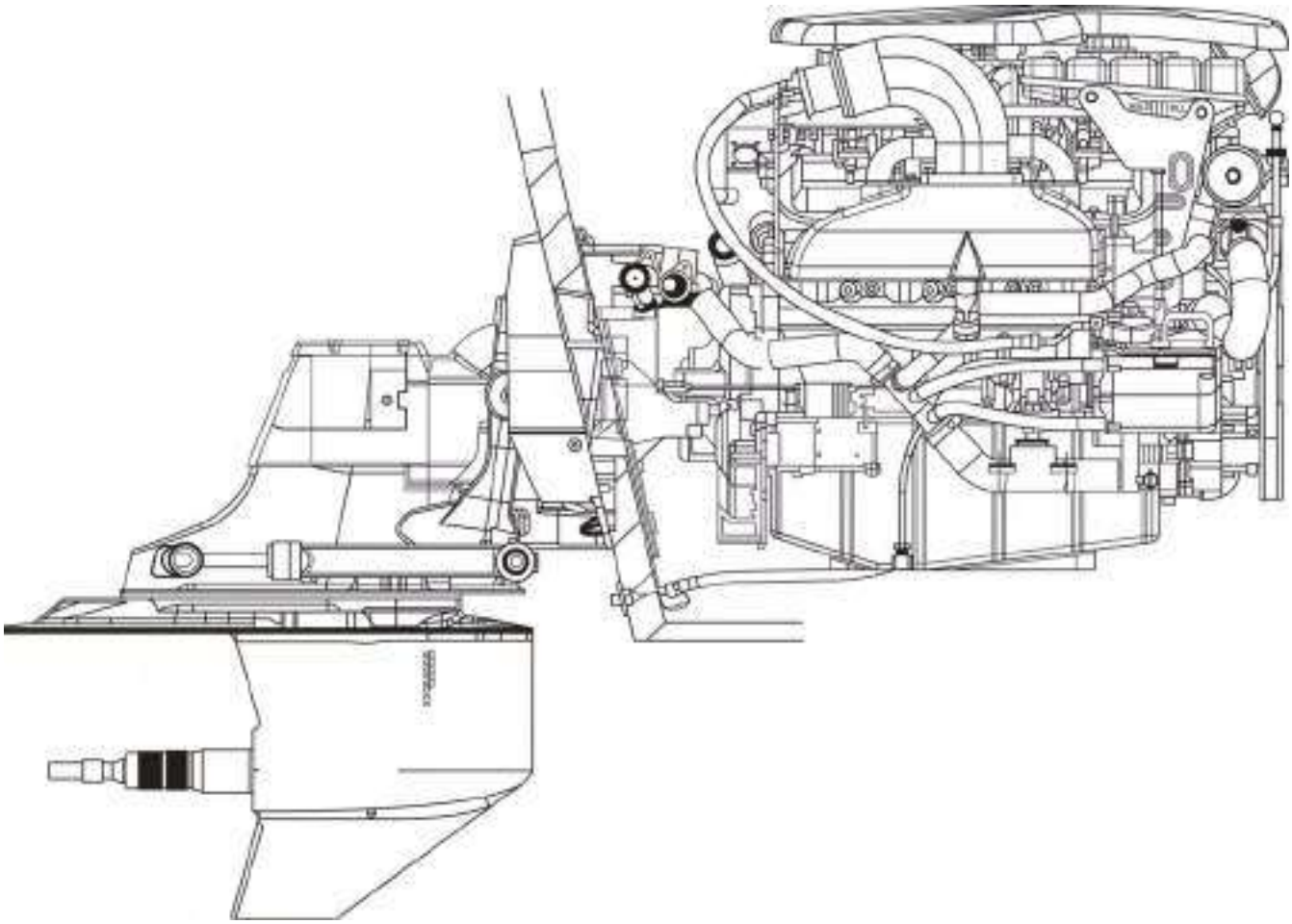


FIGURA 30.4.3 Descripción de un Intraborda/Fueraborda.

Systems, y NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor* Craft.

30.4.4.3 Los sistemas de escape sin agua eliminan el agua del flujo de escape en el silenciador y normalmente la llevan al bao de popa mientras que los gases de escape son conducidos por el fondo de la embarcación, de acuerdo con ABYC P-1, Installation of Exhaust Systems.

30.4.5 Sistemas Eléctricos.

30.4.5.1 La corriente alterna (ac) en embrocaciones es proporcionada por energía del muelle, generadores o inversores. Cuando la corriente alterna es suministrada vía un receptáculo de "energía de muelle" debería cumplir con NFPA 303, *Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards*, y NFPA 70, *National Electrical Code*, Article 555. Los sistemas de corriente alterna en embarcaciones intraborda deberían cumplir 33CFR183.435, "Conductors in Circuits of 50 Volts or More." Se puede encontrar información adicional sobre sistemas ac en el Capítulo 8 de NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*, y en ABYC E-11, *AC and DC Electrical Systems*, y en 33CFR 183.401–183.460, "Electrical Systems."

30.4.5.2 Los sistemas de corriente continua en embarcaciones están normalmente alimentados con baterías y proporcionan energía eléctrica para iluminación, comunicaciones y equipo de navegación. Deberían cumplir 33CFR183.430, "Conductors in Circuits of 50 Volts or Less," y 33CFR183.440, "Secondary Circuits of Ignition Systems." Se puede encontrar información adicional sobre sistemas cc en NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*, ABYC E-11, *AC and DC Electrical Systems*, y en 33CFR 183.401–183.460, "Electrical systems."

30.4.6 Sistemas de Refrigeración del Motor.

30.4.6.1 Los sistemas de refrigeración líquida en embarcaciones intraborda y I/O se categorizan en dos grupos: enfriamiento con agua de mar y enfriamiento cerrado. Los motores enfriados con agua de mar toman agua de mar mediante una bomba de agua y la circulan a través del motor descargándola por el sistema de escape. Los sistemas de enfriamiento cerrado circulan agua de mar a través de un intercambiador de calor y luego al sistema de escape. El enfriante del intercambiador de calor normalmente es una mezcla 50/50 de propilén glicol y agua. Las aplicaciones de motores intraborda, I/O y auxiliares en embarcaciones no están refrigeradas con aire.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

30.4.7 Ventilación.

30.4.7.1 los tanques de combustible permanentes están ventilados desde la parte superior mediante una manguera dirigida fuera de bordo y equipada con un detentor de llama. La ventilación de los tanques de combustible es exigido por 33CFR183.520, "Fuel tank vent systems." Puede encontrarse información adicional en 5.6.10–5.6.12 of NFPA 302, F*ire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*, y ABYC H-24.13, *Gasoline Fuel Systems*.

30.4.7.2* Los compartimentos de tanques de gasolina deberían tener ventilación natural (no forzada) a la atmósfera de acuerdo con 33CFR183.601, "Ventilation—applicability," y 33CFR183.620, "Natural ventilation systems." Otros requisitos en relación con ventilación de compartimentos con tanques diesel ver ABYC H-32, *Ventilation of Boats Using Diesel Fuel.*

30.4.7.3* A los compartimentos de motores de gasolina y maquinaria se les requiere que tengan ventilación forzada de acuerdo con 33CFR 183.610, "Powered ventilation system."

30.4.7.4 los espacios de alojamiento en embarcaciones pueden estar dotados de escotillas i ojos de buey que pueden proporcionar ventilación natural. Algunas embarcaciones están dotadas de respiraderos u otras tomas de ventilación en la parte superior de la cabina que proporcionan ventilación constante. La presencia de estos dispositivos puede dar lugar a marcas inusuales de ventilación de incendio que deberían tenerse en cuenta durante la investigación.

30.4.7.5 Se requiere que los pantoques en los compartimentos motor y de combustible estén ventilados como se especifica en este capítulo. No se requiere que esté ventilado el pantoque en áreas de alojamiento.

30.4.8 Transmisiones.

30.4.8.1 Generalmente no se encuentran transmisiones mecánicas en motores intraborda. Los motores de propulsión fueraborda y I/O tiene una transmisión mecánica situada en la caja de cambio.

30.4.8.2 Las cajas de cambio hidráulicas se encuentran en motores intraborda y en algunos motores I/O (embarcaciones de competición) que tienen su propio aceite y refrigerador. El aceite lubricante es normalmente SAE 90.

30.4.9 Accesorios.

30.4.9.1 Los compresores de aire acondicionado están integrados en las unidades intercambiadoras de calor que utilizan agua de mar como medio de transferir el calor hacia y desde los serpentines. Esta unidades generalmente están situadas en el espacio de alojamiento, pero pueden estar en la sala de máquinas.

30.4.9.2 la transmisión de energía se obtiene mediante una bomba accionada por polea y situada en el motor de propulsión.

30.4.9.3 los compresores de refrigeración están situados a menudo dentro del aparato y accionados por corriente alterna y continua. En el caso de un refrigerador por GLP en uso en un espacio de alojamiento se requiere que cumpla UL 1500, Standard for Safety Ignition Protection Test for Marine Products.

30.4.9.4 La generación de energía eléctrica se obtiene mediante sistemas montados permanentemente utilizando combustible del tipo del usado por el motor de propulsión (gasolina o diesel) con su propio sistema de alimentación de combustible que cumple todos los requisitos aplicables al tipo de combustible. Las unidades están normalmente montadas den la sala de máquinas y, si son de gasolina, deberían estar protegidas contra ignición como se requiere por 33 CFR 183.410, "Ignition protection." Otras fuente de energía eléctrica que deberían ser tenidas en cuenta en la investigación son cargadores de baterías, inversores, generadores portátiles, etc.

30.4.9.5 Sistemas Hidráulicos.

30.4.9.5.1 Los alerones están accionados por una turbina generalmente protegida contra ignición y situada adyacentemente a un pequeño tanque hidráulico montado cerca del bao de popa.

30.4.9.5.2* Hay disponibles sistemas de empuje hidráulico pero generalmente no se usan en embarcaciones. Normalmente los sistemas de empuje los empujadores son propulsores motorizados accionados eléctricamente situados en un túnel a popa de la embarcación. Estos sistemas son generalmente a 12 o 24 V cc y utilizan un fusible de 200 A instalado cerca del empujador.

30.4.9.5.3 Los sistemas de dirección hidráulicos usan bombas mecánicas o eléctricas y tubería, rígida o flexible, en un sistema cerrado para ayudar a dirigir la embarcación. Este sistema cerrado contiene fluido hidráulico en todas las conexiones eléctricas que puede ser una fuente de ignición por escape del fluido.

30.5 Exterior.

30.5.1 Construcción del Casco. El investigador debería estar familiarizado con la composición de la embarcación. Los materiales normales en la construcción de embarcaciones son madera, acero, aluminio, ferrocemento y plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP). La construcción con madera y FRP debería tenerse en cuenta cuando se identifican las cargas de fuego. Algunas embarcaciones FRP utilizan como núcleo balsa o espuma de alta densidad, que actúan como aislante térmico durante un incendio.

30.5.2 Materiales de Construcción de la Superestructura. Los materiales usados en la construcción de la cabina y otras estructuras sobre la cubierta principal son generalmente los mismos que se usan para el casco.

30.5.3 Cubierta. Las cubiertas suelen presentar los mismos materiales de construcción utilizados en el casco. No obstante, pueden estar incrustadas o recubiertas de madera, lo que se añade a la carga de combustible.

30.5.4 Accesorios Exteriores. Los accesorios son objetos o elementos localizados en el exterior del bote, como pueden ser equipamos de comunicación, antenas, ayudas para la navegación, luces de búsqueda, luces de navegación, estabilizadores, pasamanos, cuerdas, defensas, dispositivos personales de flotación (PFDs, balsas salvavidas, cojines de los asientos, mástiles, botavaras, velas y aparejos. Algunos, o todos estos elementos o equipos, pueden ser combustibles.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

30.6 Interior.

30.6.1 Materiales Construcción. Por cuestiones de peso, la construcción interna de un barco puede utilizar materiales diferentes de aquellos utilizados en la construcción de viviendas. Los interiores normalmente se construyen usando fibra de plástico reforzada (FRP), y/o materiales de construcción comunes, como tablones de madera sólida así como planchas de contrachapado en el exterior y barniz. Para los elementos estructurales como los mamparos, se usan materiales no combustibles como acero o aluminio.

30.6.2 Acabados. Los acabados interiores, incluyendo empanelado y enmoquetado, son generalmente similares a los encontrados en vehículos de recreo y caravanas. Puede darse una carga de fuego anormal en forma de moquetas y otros materiales sintéticos usados como acabados verticales y horizontales aéreos. Los aceites orgánicos (linaza o teca) y barnices, pinturas, etc. Que se usan en acabados interiores pueden contribuir a facilitar la ignición y propagación de incendio. Las superficies planas pueden ser sintéticas (laminado plástico) o chapado de madera.

30.6.2.1 Mobiliario para Alojamiento. El mobiliario para alojamiento son aquellos elementos dentro de una embarcación que están situados en áreas diseñadas para ser ocupadas por personas. Comúnmente se encuentran espumas recubiertas de tela y otros tipos de mobiliario y son similares a los de viviendas y algunos vehículos a motor, incluyendo vehículos de recreo.

30.6.2.2 Accesorios Interiores. Los accesorios interiores pueden incluir velas, lámparas de aceite y otros dispositivos de llama abierta. Se usan en embarcaciones pequeños aparatos que se encuentran normalmente en viviendas, incluyendo televisores, radios estéreos y ventiladores. Tales accesorios pueden ser una fuente de ignición.

30.6.2.3 Compartimentos de Motores y Maquinaria. Los compartimentos de motores y maquinaria en embarcaciones pueden contener, además de los motores de propulsión, baterías, generadores auxiliares (para producción de energía a 120-240V cc a bordo), tanques de almacenamiento (combustible aguas, residuos, fluido hidráulico), bombas de achique, cableado de sistemas eléctricos de cc y ca y, en algunos casos paneles eléctricos de cc y ca. Los compartimentos de motores pueden estar equipados con equipo de sistemas fijos automáticos de extinción de incendios (diseñados o prediseñados). Antes de entrar en espacios cubiertos por sistemas automáticos de extinción de incendios, el investigador debería asegurarse de que el sistema está desactivado o fuera de operación. Si el sistema operase mientras el investigador está dentro del compartimento, la atmósfera podría volverse tóxica o hacer el área inhabitable debido a falta de oxígeno por la descarga de un agente extintor.

30.6.2.4 Detectores de Vapores Inflamables o Explosivos. Estos detectores están normalmente en los compartimentos de motores y están diseñados para detectar fugas de vapores inflamables (*ver Figura 30.6.2.4*). También pueden encontrarse detectores en las partes bajas de espacios de alojamiento. La localización y examen de estos detectores y sus circuitos puede proporcionar datos indicando si el dispositivo estaba operativo en el momento del incendio.



FIGURA 30.6.2.4 Explosión de Vapores en el Interior.

30.6.2.5 Almacenamiento y Estiba. El almacenamiento y estibas se encuentran a menudo en lazaretos, bajo cubierta o bajo literas en espacios de alojamiento. Están previstos para almacenar equipo diverso y suministros y pueden contener diferentes tipos de materiales combustibles que deberían ser tenidos en cuenta cuando se realiza una investigación de incendio. Un almacenamiento inadecuado de trapos y materiales conteniendo restos de aceites orgánicos usado en mantenimiento de interiores es susceptible de calentamiento espontáneo.

30.6.2.6 Tanques de Combustible. Los tanques de combustible de embarcaciones están generalmente construidos con acero, aluminio, polietileno reforzado o fibra de vidrio y fibra de vidrio con resina retardante del fuego. Estos tanques están sujetos a normas rígidas de construcción y prueba siguiendo 33CFR183, Subparte J. Las uniones y mangueras de combustible se requiere que sean aprobadas y llevar una marca de U.S. Coast Guard. El investigador puede encontrar accesorios y mangueras de neopreno, caucho sintético, laminados flexibles multicapa, metal o nilón, que pueden estar aprobadas o no. Pueden ser una fuente de fugas debido al deterioro causado por vibración, edad, calor, daño mecánico, etc. O corrosión por agua (especialmente agua de mar). El investigador debería asegurarse de que los accesorios y mangueras son adecuados para el uso previsto.

30.7 Sistemas de Propulsión.

30.7.1 Sistemas Eléctricos. Aunque generalmente no se usan como fuente principal de propulsión, muchas embarcaciones están equipadas con motores eléctricos de arrastre alimentados por baterías. Estos sistemas incluyen un motor, una o más baterías y los conductores eléctricos usados para suministrar la energía desde las baterías al motor.

30.7.2 Combustible para Embarcaciones con Sistemas de Propulsión Motorizados.

30.7.2.1 Sistemas de Combustible. Los sistemas de combustible encontrados en embarcaciones incluyen aquellos para el motor, aparatos y generadores eléctricos.

30.7.2.1.1 Motores. Las tres categorías de motores y sistemas de combustible encontrados normalmente son motores fueraborda con depósitos de combustible portátiles o incorpo-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

rados; motores intraborda de gasolina y motores intraborda de diesel.

30.7.2.1.1.1 Motores Fueraborda. Los motores fueraborda incluyen motores de gasolina de dos y cuatro tiempos, con sistemas de carburador o de inyección de combustible. Los motores de dos tiempos usan mezclas de combustible y aceite, con el aceite premezclado con la gasolina o suministrado desde un depósito independiente y mezclado automáticamente con el combustible. Los principios básicos de los sistemas de cuatro tiempos son similares a los de los automóviles tratados en el Capítulo 25. Con motores fueraborda el combustible es suministrado mediante un sistema de alimentación a baja presión que incluye una bomba. La alta presión necesaria para sistemas de inyección de combustible es generada por una bomba de combustible montada en el motor. (*Ver Figura 30.7.2.1.1.1.*)

30.7.2.1.1.2 Motores Intraborda de Gasolina. Los motores intraborda de gasolina son generalmente motores de cuatro tiempos. El sistema de combustible incluye integrados tanques, tuberías y bombas de combustible para alimentar el motor. Se requiere que los tanques están ventilados. Cuando se usan tanques múltiples, a menudo están conectados con una tubería de equilibrado, normalmente llamada colector, para asegurar que el combustible remanente se reparte uniformemente. Se requiere que la placa alrededor de la boca de llenado esté conectada a la tierra de la embarcación y el procedimiento adecuado de llenado requiere que la boquilla de suministro esté en contacto con la placa alrededor de la boca de llenado para evitar descargas estáticas durante la carga de combustible. El propósito de la placa de llenado es evitar derrames accidentales de combustible que caigan dentro del casco. Se requiere que todos los accesorios del tanque de combustibles estén situados en la parte superior del tanque y las líneas de combustible deben ser conducidas por encima del nivel del tanque para evitar fugas accidentales del tanque desde una válvula abierta o una fuga de línea. Se requiere que las embarcaciones construidas después de 1977 estén equipadas con una válvula antisifón instalada en el tanque si la parte alta del motor está por debajo del nivel de la parte superior del tanque (ver 7.5.3.5 de NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*). Los requisitos para mangueras se especifican en NFPA 302 y en otras referencias aplicables como 33CFR183.555, "Fuel systems." *(Ver Figura 30.7.2.1.1.2.)*



FIGURA 30.7.2.1.1.1 Incendio de un Filtro de Combustible Fueraborda.



FIGURA 30.7.2.1.1.2 Fuego en el compartimento del motor.

30.7.2.1.1.3 Motores Diesel. Los principios básicos de funcionamiento de motores diesel intraborda son similares a los sistemas diesel de automóviles tratados en el Capítulo 27. El sistema de inyección de combustible a alta presión para motores diesel incluye normalmente una línea de retorno a baja presión hacia el tanque de combustible.

30.7.2.1.1.4 Fluidos del Sistema de Propulsión. Todos los sistemas de propulsión contienen fluidos lubricantes que pueden ser muestreados y analizados después de un incendio para determinar las condiciones previas al incendio.

30.7.2.2 Sistemas de Combustible de Aparatos. El gas de petróleo licuado (GLP) es el combustible comúnmente más usado para sistemas de cocina, calefacción y refrigeración a bordo. Las consideraciones son similares a las de los sistemas de automoción tratadas en el Capítulo 28. En las embarcaciones hay que añadir el riesgo de que los vapores de fugas se acumulen bajo la cubierta o en el casco.

30.7.2.3 Generadores Eléctricos. Pueden usarse generadores eléctricos para suministrar energía a diversos aparatos en una embarcación. Los generadores normalmente se alimentan usando una línea independiente desde el tanque de combustible de la embarcación.

30.7.3 Otras Fuentes de Combustible Usadas para Propulsión.

30.7.3.1 la mayoría de las embarcaciones son movidas por combustibles convencionales como gasolina y diesel; sin embargo, hay otros combustibles (p.e, madera, carbón vegetal, hulla y parafina) que están todavía en uso en sistemas de propulsión por vapor.

30.8 Fuentes de Ignición. Las fuentes de energía de ignición en incendios en embarcaciones son a menudo las mismas que las asociadas a edificios y vehículos (p.e. arcos, cableado sobrecargado, llama abierta y material de fumadores). Hay algunas fuentes propias que deben ser tenidas en cuenta, como superficies calientes de turbocompresores y colectores. Ya que algunas de estas fuentes de ignición pueden ser difíciles de identificar des-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

pués de un incendio, las descripciones de 7.4.1 a 7.4.5 pueden ayudar a su identificación.

30.8.1 Llamas Abiertas. Una fuente común de llama abierta en un motor de carburación es un retroceso de llama a través de un carburador sin protección. (*ver Figura 30.8.1.*) raramente se producirá la propagación si hay un detentor de llama colocado adecuadamente. En las embarcaciones, los fuegos y hornos en funcionamiento son fuentes de ignición por llama abierta. Desde 1977 han sido prohibidos loa aparatos con llamas piloto en embarcaciones con gasolina siguiendo la Ley Federal de U. S. (*ver 33CFR183.410, "Ignition protection"*).

30.8.2 Fuentes Eléctricas. Cuando un motor no está en marcha, las fuentes de energía eléctrica en una embarcación son las baterías, inversores o generadores. (Ver Figura 30.8.2.) Sin un interruptor de desconexión de batería, un número de componentes permanecen conectados eléctricamente a la batería, incluso aunque el interruptor de ignición esté desconectado y el motor parado. Estos circuitos y componentes, como un alternador, interruptor de ignición o inversor y sistema de energía cc, pueden fallar cuando el motor está parado. Por ejemplo, la bomba de achique está normalmente instalada para permanecer energizada constantemente. El investigador debería determinar si los motores de la embarcación estaban en marcha en el momento del incendio. Una embarcación con el motor en marcha tiene más fuentes potenciales de ignición (p.e. ignición por cableado, alternadores, bombas eléctricas de combustible) que cuando está parado. Aunque por Ley federal de U.S. se requiere que los repuestos sean de rango marino, puede haber muchas partes no marinas que no estén protegidas contra ignición. Un ejemplo es la sustitución de un alternador aprobado para uso marino por uno de automóvil. La protección de circuitos eléctricos en embarcaciones es proporcionada por fusibles, interruptores de circuito o uniones fusibles. Al igual que en edificios y vehículos terrestres, cualquiera de los dispositivos de seguridad puede ser alterado, puenteado o fallar. La instalación de equipo adicional puede afectar al modo en que funcionará un dispositivo de seguridad. Al contrario que los sistemas eléctricos de la mayoría de los edificios, los sistemas eléctricos de embarcaciones empelan a menudo sistemas de corriente alterna (ca) y continua (cc). Aquellos componentes metálicos situado bajo la



FIGURA 30.8.1 Incendio de un Carburador Intraborda.



FIGURE 30.8.2 Generador de Energía.

línea de flotación están conectados eléctricamente o unidos al polo negativo del sistema para proporcionar protección luminosa y evitar corrosión galvánica (*ver Capítulo 11* de NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft)*. El polo negativo de la batería generalmente está conectado al bloque motor. El polo positivo de la batería suministra corriente a fusibles, bloques de fusibles o a un panel de disrruptores de circuito y a todo el equipo eléctrico de corriente continua. Con escasas excepciones, se requiere que todos los circuitos sean de dos conductores: positivo y negativo. Ninguna parte metálica de la embarcación puede usarse como retorno negativo según NFPA 302, F*ire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*. En cualquier momento en que un conductor positivo, terminal o componente energizados se ponen en contacto con un conductor o superficie a tierra, se cerrará un circuito y puede producirse una fuente de ignición. Las embarcaciones pueden llevar a bordo baterías y cableado similares a los de vehículos a motor, así como conductores y elementos de corriente alterna (ac) similares a los de un edificio. Pueden estar también equipados con un convertidor de corriente alterna a continua para carga de baterías, iluminación y otros usos. Las embarcaciones pueden estar equipadas con un generador a bordo o un inversor de cc a ca para proporcionar corriente alterna cuando no se dispone de energía de muelle (*ver Capítulo 10* de NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*).

30.8.2.1 Sobrecarga del Cableado. Los fallos de cableado pueden elevar la temperatura del conductor hasta el extremo de deterioro, fusión o ignición del aislamiento, especialmente en cables trenzados como en mazos de cables o cableado de accesorios conducidos por la embarcación, a través de mamparos y en bandejas de cables donde el calor generado no se disipa fácilmente. Esto puede suceder sin que se activen los dispositivos de protección contra sobrecarga de circuitos. La adición de accesorios, como radios, sistemas GPS y radar puede sobrecargas el cableado original de fábrica. En el análisis del incendio deberían evaluarse el historial previo al incendio de las adiciones y los fallos eléctricos previos.

30.8.2.2 Cortocircuitos y Arcos Eléctricos. Pueden producirse arcos eléctricos cuando un el aislamiento de un conductor está gastado, craquelado, es quebradizo o dañado de cualquier

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

forma, permitiendo el contacto con un conductor o superficie a tierra El fallo de aislamiento puede ocurrir como resultado de roce, aplastamiento corte de cables. Los cables de batería y arranque no disponen de protección contra sobrecorriente y están diseñados para soportar corrientes elevadas capaces de inflamar materiales como acumulaciones de aceite de motor, algunos materiales plásticos y aislamiento eléctrico.

30.8.2.3 Conexiones Eléctricas. Además de los fallos eléctricos asociados a un sistema eléctrico de un edificio o vehículo, pueden ocurrir fallos inducidos por corrosión al estar la embarcación expuesta a agua y sal. Esta corrosión puede dar lugar a calentamiento por alta resistencia, proporcionado energía suficiente para la ignición de combustibles comunes adyacentes. Las conexiones eléctricas de una embarcación debería ser protegidas del mismo modo que las sistemas eléctricos de vehículos a motor. Las conexiones inadecuadas se tratan detalladamente en el Capítulo 9.

30.8.2.4 Rayo. El rayo puede ocasionar el incendio de una embarcación. Debido al tamaño de la carga del rayo, puede darse el paso de una corriente imprevista en cualquier parte de la embarcación por un impacto directo. Este paso imprevisto de corriente puede causar la ignición del conductor o puede inflamar un material combustible próximo. Los impactos de rayo, ya sean directos sobre la embarcación o cerca de ella, pueden dañar los componentes del sistema eléctrico, creando fallos adicionales y posiblemente un incendio. Los rayos se tratan detalladamente en el Capítulo 9.

30.8.2.5 Electricidad Estática y Arcos Capaces de Causar Ignición. La electricidad estática y los arcos capaces de causar ignición pueden ser una consideración importante como fuente de ignición en un incendio o explosión en una embarcación. A menudo hay presentes vapores de gasolina durante la operación de repostaje, creando un combustible fácilmente inflamable para este tipo de fuente de ignición. Estos vapores se acumulan normalmente en compartimentos bajo cubierta (p.e. compartimentos de motores, cabinas, etc.). Las fugas de sistemas de combustible pueden ocasionar que el combustible se acumule en la sentina enviando vapores a otras áreas en las que se acumule electricidad estática por su actividad normal. La investigación de la electricidad estática y los arcos capaces de causar ignición se tratan detalladamente en la sección sobre electricidad estática del Capítulo 8.

30.8.3 Superficies Calientes.

30.8.3.1 Colectores. Los colectores de escape y sus componentes pueden generar temperaturas altas suficientes como para incendiar diesel pulverizado y gasolina vaporizada. El aceite de motor y el fluido de transmisión en contacto con un colector caliente se pueden inflamar. Estos fluidos, pueden inflamarse después de parado el motor debido a la caída de agua de enfriamiento a través del motor. Cuando se para un motor, el flujo de agua cesa y la temperatura del colector puede elevarse hasta un valor suficiente como para inflamar fluidos atomizados o vapores combustibles.

30.8.3.2 Sistemas de Escape. Normalmente, los sistemas de escape de embarcaciones son diferentes de los de vehículos a motor. Una diferencia puede ser que las tuberías y mangueras de escape en una embarcación están enfriadas con agua. Los motores marinos pueden ser enfriados con agua bombeada desde el exterior de la embarcación que pasa a través del motor y es usada para enfriar el sistema de escape. El agua se descarga desde el sistema de escape fura de borda con los gases de escape. El sistema de escape de una embarcación puede generar temperatura suficiente para inflamar combustibles presente en el compartimento motor si se dan ciertas condiciones, como cantidad de agua reducida o ninguna, gran carga del motor, mala mar y espaciado inadecuado entre las superficies calientes del sistema de escape y los combustibles.

30.8.3.3 Superficies de Cocina. Las superficies de cocina de una embarcación, si las hay, incluyen normalmente una cocina u horno. El calor se proporciona con electricidad o propano, gas natural comprimido o alcohol. La superficie caliente del elemento calentado eléctricamente o la llama abierta de gas de la cocina, horno o superficie de cocina puede inflamar los combustibles comunes que se encuentran en una embarcación del mismo modo que podría ocurrir en un edificio. (*Ver Figura 30.8.3.3.*) Debería usarse el mismo análisis que en un edificio cuando se considera una superficie de cocinado como una fuente de ignición. Un tratamiento ampliado sobre aparatos se encuentra en el Capítulo 17.

30.8.3.4 Sistemas de Calefacción. Algunas embarcaciones utilizan calefactores de gas combustible o eléctricos. Los combustibles demasiado próximos a estos dispositivos generadores de calor pueden inflamarse. Algunas embarcaciones usan unidades calefactoras/enfriadores de ciclo reversible que funciona a 120 V ca y pueden constituir una fuente de ignición.

30.8.4 Mecánica.

30.8.4.1 Fallo de Rodamientos. El fallo del cojinete principal del motor normalmente no da lugar a un incendio; sin embrago, un fallo del rodamiento de una polea, motor, alternador o bomba puede dar lugar a un incendio cuando materiales combustibles están en contacto o muy cerca del rodamiento que falla. El daño del rodamiento después del incendio mostrará daño físico en el rodamiento o la caja. Estos fallos de rodamientos pueden dar lugar a la liberación o desprendimiento de calor desde ellos.



FIGURA 30.8.3.3 Incendio en una Superficie de Cocinado.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

30.8.4.2 Fricción. Las correas de accionamiento usadas en algunos motores marinos son las mismas que las usadas en vehículos a motor. Las correas pueden arder si el componente de la polea falla o se bloquea y el motor sigue en marcha. El deslizamiento de la correa en la polea del componente averiado puede producir temperaturas suficientes para incendiar la polea dando como resultado un incendio.

30.8.5 Materiales de Fumadores. En algunas circunstancias, la tapicería, telas y materiales pueden ser incendiados por un cigarrillo. Por ejemplo, se puede producir la ignición si un cigarrillo encendido es aislado (p.e. al caer entre dos cojines de asiento o en papel, tejidos u otros desperdicios). Esto se podría producir mientras la embarcación es remolcada. Los asientos de espuma de uretano, una vez inflamados, continúan ardiendo y ayudan sustancialmente a la intensidad de un incendio de una embarcación.

30.9 Documentación del Lugar de Incendio de una Embarcación. En general, los requisitos para anotar y documentar un incidente de incendio de una embarcación son similares a los de edificios y vehículos. Siempre que sea posible, la embarcación debería ser examinada en el lugar. Sin embargo, en muchos casos el investigador puede no tener la oportunidad de ver la embarcación en su lugar. Por muchas razones, la embarcación puede haber sido movida antes de que el investigador llegue al lugar. Frecuentemente, parte de la documentación tiene lugar en un muelle de salvamento, servicio de reparación, puerto deportivo, astillero o almacén.

30.9.1 En Tierra. Inicialmente, el investigador debería determinar si la embarcación fue dañada en su posición actual o reubicada después del incendio. Si se determina que el incendio se produjo en otro sitio, ese sitio debería ser examinado, si es posible. Debería determinarse si estaba conectada la energía de muelle en el momento del incendio. Los medios de conexión a una energía externa deberían ser identificados y anotados. La documentación debería incluir otros posibles fuentes de ignición y combustibles en la inmediata proximidad de la embarcación en el momento del incendio. Debería determinarse si la embarcación estaba sobre un remolque o varada adecuadamente en el momento del incendio. Una embarcación varada inadecuadamente puede ser una prueba de abandono, negligencia o robo.

30.9.2 En el Agua. Como en tierra, el investigador debería determinar si la embarcación que está en el agua fue dañada en su ubicación actual o reubicada después del incendio. Si se determina que el incendio se produjo en otro sitio, ese sitio debería ser examinado, si es posible. Debería determinarse si estaba conectada la energía de muelle en el momento del incendio. Los medios de conexión a una energía externa deberían ser identificados y anotados. La documentación debería incluir otros posibles fuentes de ignición y combustibles en la inmediata proximidad de la embarcación en el momento del incendio. Debería determinarse si la embarcación estaba amarrada, anclada o navegando. Puede ser necesario, si es factible, llevar a cabo un examen subacuático para búsqueda de posibles pruebas en el lugar del incendio.

30.9.2.1 Amarrada. Debería examinarse el punto en el que la embarcación estaba amarrada para buscar posibles fuentes de ignición y combustibles que normalmente no se consideren parte de la embarcación. El examen debería incluir el tipo o estilo de estructura (rampa, muelle, rompeolas, etc.) al que la embarcación está amarrada. (*Ver Figura 30.9.2.1.*) El investigador debería tener en cuenta y documentar los materiales de construcción y el tipo de estructura ya que estos materiales podrían afectar a la intensidad y propagación del incendio. Además, el investigador debería tener en cuenta la posibilidad de que el incendio se haya propagado desde otra embarcación u otra fuente exterior (fuego de exposición).



FIGURA 30.9.2.1 Incendio Genérico de una Embarcación.

30.9.2.2 Anclado y Navegando. El investigador debería determinar si el incendio se produjo mientras la embarcación estaba anclada, a la deriva o navegando, ya que cada situación puede proporcionar una única o diferentes fuentes de ignición. Como ejemplo, mientras está anclada, los generadores, aparatos de cocina, etc. Pueden estar funcionando lo que generalmente no sucedería navegando.

30.9.2.3 Bajo el Agua. Las investigaciones submarinas deben ser realizadas únicamente por personal cualificado. Cuando un barco se hunde como resultado de un incendio, en caso de ser



FIGURA 30.9.2.3(a) Recuperación de una Embarcación Hundida.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

posible, se debe realizar una investigación submarina del barco y del área circundante. El objetivo principal de este tipo de investigaciones es documentar la posición y condiciones del barco antes de intentar reflotar el barco. El reflotamiento puede dar como resultado el desplazamiento o pérdida de evidencias. *[Ver Figura 30.9.2.3(a) y Figura 30.9.2.3(b).]* Durante el reflotamiento del barco también se pueden producir daños en la integridad estructural de los restos.

30.9.3 Identificación de la Embarcación. Las embarcaciones, al igual que los vehículos, tienen una identificación única, que puede variar dependiendo del fabricante y de las regulaciones locales.

30.9.3.1 Número de Identificación del Casco (HIN). A cada embarcación producida o importada en los Estados Unidos se le requiere tener un HIN, marcado en un lugar principal y uno secundario. El lugar principal varía, dependiendo del año de fabricación, pero generalmente si sitúa en la parte posterior (bao de popa). (*Ver Figura 30.9.3.1.*) Como consecuencia de un incendio el HIN principal puede no estar disponible y por tanto la información puede obtenerse de HIN secundario (duplicado). La posición de HIN secundario puede ser obtenida del fabricante, ya que no está normalizada. En el caso de intrabordas o I/Os, el HIN puede ser determinado contactando con el fabricante e indicándole los números de identificación del motor. El código de identificación del fabricante es las tres primeras letras del HIN. A los botes de artesanía se les requiere igualmente tener unos números HINH que se les asignan por el estado durante el proceso de registro, como se requiere en 33CFR181.23, "Hull identification numbers required."

30.9.3.2 Números de Registro. La configuración y localización de registro de embarcaciones son obligatorias según 33CFR173, Subparte B. Generalmente, el número de registro aparecerá cerca de la proa de la embarcación. Pude obtenerse información sobre el propietario a través de la autoridad reguladora local, basada en la información de registro.

30.9.3.3 Números de Identificación de U. S. Coast Guard. Algunas embarcaciones no muestran números de registro. Sin embargo, se les puede haber asignado números en la documentación



FIGURA 30.9.2.3(b) Recuperación de un Barco Hundido.



FIGURA 30.9.3.1 Número de Identificación en la Proa (HIN)

de U. S. Coast Guard que se requiere que están marcados permanentemente en el interior de la embarcación. Se requiere que la documentación permanezca en la embarcación.

30.9.3.4 Nombre de la embarcación y Puerto de Origen. Si la embarcación está documentada adecuadamente, el puerto de origen y el nombre cumplirán los requisitos documentales. Hace años, el puerto de origen era el lugar en el que la embarcación estaba normalmente amarrada. Actualmente, el puerto de origen puede ser elegido por el propietario de la embarcación. Cuando está registrada a nombre del estado la embarcación no precisa un puerto de origen.

30.9.3.5 Historial de la Embarcación. El historial general de la embarcación, por ejemplo edad, alteraciones, propietarios anteriores, reparaciones y registros de mantenimiento pueden proporcionar valiosa información al investigador.

30.9.3.6 Historial del Lugar del Incendio. Se recomienda que se intente desarrollar una reconstrucción de los acontecimientos que condujeron al incendio, así como de su progresión. Deberían ser entrevistados el propietario de la embarcación, pasajeros, espectadores, bomberos y personal de la policía. Esta información puede ser usada para ayudar en la investigación.

30.9.3.6.1 Acciones Previas al Incendio. La información relativa a la operación de la embarcación antes del incendio puede ser obtenida del propietario o patrón para determinar lo siguiente:

(1) Cuando se operó por última vez la embarcación y durante cuánto tiempo.
(2) Número total de horas del motor.
(3) Si los sistemas de la embarcación funcionaban normalmente (fallos eléctricos, pérdida de velocidad del motor, manejo anormal como gobierno, etc.).
(4) Cuando fue mantenida la embarcación por última vez, p.e. cambio de aceite, reparaciones.
(5) Cuando fue repostada la embarcación por última vez, incluyendo cantidad y tipo de combustible.
(6) Cuando y donde fue amarrada la embarcación por última vez.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

(7) Cuando fue vista la embarcación por última vez antes del incendio.
(8) Que equipo auxiliar se informó que estaba en la embarcación (p.e. radio de una sola banda [SSB], CB, GPS, VHF, profundímetro, buscador de pesca, radar).
(9) Elementos personales que había en la embarcación (p.e. ropa, herramientas, de recreo, equipo de pesca, esquíes).

30.9.3.6.2 Acciones Durante el Incendio. Si la embarcación estaba ocupada o navegando en el momento del incendio, las información siguiente puede ayudar en la investigación:

(1) Cuanto tiempo estuvo navegando la embarcación y a qué velocidad.
(2) La ruta.
(3) Condiciones de la mar y del tiempo.
(4) Cuando se notó por primera vez olor, hubo o llamas.
(5) Como reaccionó la embarcación al observarse el incendio por primera vez (p.e. fallos eléctricos, indicaciones erróneas de instrumentos, cambio de régimen del motor, etc.)
(6) Que acciones tomó el patrón (p.e., anclar, intentar extinguir el incendio con extintores portátiles o sistemas automáticos, desconectar la energía, si se avisó y cuando a los servicios públicos).
(7) Cuanto tiempo estuvo ardiendo antes de pedir auxilio y cuando llegó éste.
(8) Tiempo estimado de duración del incendio hasta su extinción y con qué medios.
(9) Otras observaciones.

30.9.3.6.3 Acciones Después del Incendio. La información sobre acciones o eventos posteriores al incendio puede ayudar al investigador. Puede incluir lo siguiente

(1) información relativa a operaciones de salvamento, si lo hubo (reflotado, remolque, etc.)
(2) Acciones de la Environmental Protection Agency (EPA) y otras agencia similares, si las hubo
(3) Acciones y localización de tripulantes y víctimas del incendio
(4) Acciones tomadas por personal de servicios públicos
(5) Investigaciones previas

30.9.4 Particularidades de la Embarcación. Una vez que se ha identificado la embarcación sujeta a investigación, deberían revisarse su funcionamiento mecánico, composición de materiales y reacción al fuego. Puede ayudar al investigador el examinar otro ejemplar de la embarcación, si lo hay, así como la información de venta y los manuales de mantenimiento. Puede obtenerse información relativa a causas de incendio en embarcaciones del fabricante, modelo y año a través de United States Coast Guard en www.uscgboating.org/recalls y de la Web site de Consumer Product Safety en www.cpsc.gov.

30.10 Examen de la Embarcación.

30.10.1 General. Como en los incendios de edificios, el primer paso es determinar un área de origen. La mayoría de las embarcaciones pueden ser divididas en cubierta/cabina y tres compartimentos grandes. (*Ver Figura 30.10.1.*) Son el compartimento motor/combustible (a veces el combustible está en un compartimento separado), compartimento de alojamiento y



FIGURA 30.10.1 Incendio en un embarcadero.

sentina. Su tamaño, construcción y carga de fuego pueden variar considerablemente.

30.10.1.1 Examen.

30.10.1.1.1 El examen del exterior de una embarcación puede revelar marcas de incendio significativas. Debería tenerse cuidado al interpretar marcas de incendio alrededor de venteos de compartimentos del motor y combustible, ya que los ventiladores pueden haber estado funcionando durante el incendio afectando a las marcas. *(Ver Figura 30.10.1.1.1)*

30.10.1.1.2 Un incendio en un compartimento de alojamiento frecuentemente causar fallos en la parte superior de la cabina desde dentro hacia fuera y puede dejar intactas otras áreas de la embarcación. Las cabinas son relativamente estancas cuando está cerradas las aberturas de ventilación y algunos incendios se autoextinguen. Las cabinas pueden tener equipo de cocina que puede inflamar otros combustibles. La disposición espacial de la cabina, debido a su forma, puede influenciar las características de propagación del incendio.



FIGURA 30.10.1.1.1 Barcos Quemados dentro de un Edificio de un Embarcadero

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

30.10.1.1.3 Los compartimentos de alojamiento son aquellos usados normalmente para dormir, estar, cocinar, almacenar, etc. Estas múltiples configuraciones dan lugar a diversas posibles fuentes de ignición y cargas de fuego. Ya que muchos de estos compartimentos tienen un espacio vertical limitado, cascos inclinados y compensaciones, las marcas normales estructurales en las que se apoya el investigador pueden no estar presentes.

30.10.1.1.4 Los incendios típicos en compartimentos de motor y combustible están relacionados con vapores de combustible y pueden consumir el compartimento, propagándose a la cabina y otras partes de la embarcación. Debería prestarse atención al carburador y a los sistemas de inyección de combustible en el motor, así como a los componentes del sistema de ignición, sistemas de alimentación de combustible tanques de combustible. El sistema de escape debería ser inspeccionado en busca de pruebas de fallo por calor (a menudo debido a la falta de agua), que puede conducir a una combustión de los componentes cercanos de la embarcación.

30.10.1.1.5 Las áreas de sentina tiene aire relativamente estancado y el agua que se acumula en ellas se bombea frecuentemente fuera de la embarcación mediante una bomba de sentina que incorpora un interruptor de flotador (normalmente protegido contra ignición). La sentina de cada compartimento está normalmente segregada de las de otros compartimentos, permitiendo que los gases más pesados que el aire se acumulen en la sentina. En la sentina se pueden acumular gasolina, diesel o aceite que flotarán encima del agua de sentina. Debido a la dificultad de limpieza de las sentinas, puede haber presentes restos de estos materiales en el momento del incendio. Una vez que se ha establecido el compartimento de origen, debería hacerse una inspección detallada.

30.10.2 Examen de los Sistemas de la Embarcación. Los sistemas individuales dentro de la embarcación deberían examinarse para determinar su función, si la hay, en la causa del incendio empleando el sistema de identificaciones y funciones descrito en la Sección 30.4.

30.10.2.1 El investigador debería inspeccionar el tanque de combustible en busca de fallos en los bordes o el fondo o penetraciones por corrosión que pudieran permitir la salida de combustible. Las condiciones de las mangueras de llenado y venteo de combustible deberían ser inspeccionadas en busca de deterioro, roces u otros daños. La toma a tierra desde tanque de combustible a la boca de llenado de cubierta debería ser localizada y verificarse su continuidad eléctrica.

30.10.2.1.1 Cuando los tanques de combustible se exponen al calor muestran generalmente una línea de demarcación que representa el nivel de combustible en el momento en que se extinguió el incendio. Los tanques de combustible de plástico pueden estar todavía intactos, indicando el nivel de combustible cuando el incendio se extinguió.

30.10.2.2 Interruptores, Pomos y Palancas. Durante la inspección del interior de una embarcación, debería anotarse la posición de los interruptores. (*Ver Figura 30.10.2.2.*) Debería intentarse determinar si las claraboyas y las escotillas estaban abiertas o cerradas antes del incendio. Debería anotarse las posición de interruptores de baterías, generador, transferencia de energía de muelle, etc. Los interruptores de ignición deberían ser examinados, si es posible, en busca de señales de llave, forzado o rotura del cierre. La mayoría de estos elementos están hechos de materiales fácilmente consumibles por incendio; sin embargo, pueden quedar suficientes restos como para ayudar en la investigación.



FIGURA 30.10.2.2 Situación de los interruptores.

30.11 Embarcaciones en Edificios.

30.11.1 Las embarcaciones en el interior de garajes y cobertizos para coches deberían ser examinadas para comprobar los combustibles en los edificios, especialmente cuando se busca el origen. La transferencia de calor de un incendio originado en el edificio puede incendiar la embarcación.

30.11.2 El almacenamiento de embarcaciones en edificios (incluyendo estantes secos) está sujeto a los estándares de la Sección 5.2 de NFPA 303, *Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards*.

30.11.3 Durante la determinación de la causa y origen, las embarcaciones amarradas y a flote en diques cubiertos deberían ser examinadas teniendo en cuenta la energía radiante reflejada por la capa caliente que se produce bajo el techo y el papel de otros comportamientos relevantes de la dinámica de incendio. Estos muelles usualmente son flotantes y debería también examinarse el servicio eléctrico desde y hacia el dique cuando se evalúa la causa.

30.12 Consideraciones Legales. Unas circunstancias únicas encontradas en una embarcación pueden dar lugar a que la investigación de incendio sea afectada por la ley del almirantazgo. La ley del almirantazgo es un área legal específica que requerirá asistencia legal especializada. Otras consideraciones legales durante la investigación de incendios en embarcaciones son similares a las de otras investigaciones y pueden incluir el derecho a investigar, el de entrada y la expoliación y preservación de pruebas. En el Capítulo 12 se puede encontrar un tratamiento completo sobre consideraciones legales.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Anexo A Material Explicativo

Este Anexo no forma parte de las recomendaciones de este documento de la NFPA, y se incluye únicamente a efectos informativos. Contiene material explicativo, numerado para corresponderse con los párrafos del texto aplicables.

A.3.2.1 Aprobado. La National Fire Protection Association no aprueba, inspecciona ni certifica instalaciones, procedimientos, equipos ni materiales ni aprueba o evalúa laboratorios de ensayos. Para determinar la aceptabilidad de instalaciones, procedimientos, equipos o materiales, la autoridad competente puede basarse en normas de aceptación de la NFPA u otras normas. En ausencia de ellas, dicha autoridad puede pedir pruebas de la buena instalación, procedimiento o uso. La autoridad competente puede consultar también las listas o prácticas de etiquetado de cualquier organismo que trate de la evaluación de productos y que esté en situación de determinar si se cumplen las normas en vigor en la fabricación de determinados productos.

A.3.2.2 Código. La decisión para designar un estándar como un "código" se basa en factores tales como el tamaño y alcance del documento, su uso previsto y la forma de adopción, y si contiene sustanciales provisiones administrativas y obligatorias.

A.3.2.3 Guía. Hay otros organismos que elaboran estándares y que definen la palabra *guía* de forma diferente.

A.3.2.4 Práctica Recomendada. Hay otros organismos que elaboran estándares y que definen la palabra práctica r*ecomendada* de forma diferente.

A.3.2.5 Estándar. Hay otros organismos que elaboran estándares y que definen la palabra *estándar* de forma diferente.

A.3.3.1 Temperatura absoluta. Las escalas Celsius y Fahrenheit son escalas relativas que utilizan "grados". Las escalas Kelvin y Rankine son escalas absolutas que no utilizan el término grado. El cero absoluto es la mínima temperatura posible, con 0 K igual a -273°C y 0 R igual a -460°F; 273 K corresponden a 0°Cy 460 R corresponden a 0°F.

A.3.3.23 Calcinación de Yeso. Estos cambios pueden incluir la liberación de líquidos depositados químicamente así como otros cambios químicos o físicos producidos sobre el material de yeso propiamente dicho

A.3.3.31 Combustible. Un material combustible es capaz de arder generalmente en condiciones normales de presión y temperatura, salvo que se indique algo diferentes; la combustión puede ocurrir en caso en los cuales el oxidante no sea el oxigeno del aire (p.e, cloro, fluor o productos químicos que contienen O en su composición).

A.3.3.32 Indicador de Gas Combustible. Algunas unidades pueden indicar el porcentaje del límite inferior de explosividad en una mezcla aire-gas.

A.3.3.51 Datos Empíricos. Puede encontrarse información adicional y orientación en ASTM E678–07, *Standard Practice for Evaluation of Scientific or Technical Data,* 2007.

A.3.3.65 Dinámica del fuego. Ver fuentes en la sección B.1.

A.3.3.71 Ciencia del fuego. Ver fuentes en la sección B.2.

A.3.3.89 Incendios generalizado en un recinto. La situación de "Flashover" no es un prerrequisito para que se dé un Incendio Generalizado. Las combustiones con llamas sólo pueden darse en lugares en los que se encuentra un nivel de oxígeno suficiente

A.3.3.95 Calor. El calor se mide en julios, calorías o unidades térmicas británicas (Btu's). El calor no se mide en grados Centígrados o Farenheit, la unidad julio es la preferida. Un julio/segundo es un vatio (*ver 3.3.191.*)

A.3.3.98 Calor de Ignición. La energía calorífica surge de varios modos y normalmente de un objeto o fuente específica. Por lo tanto, el calor de ignición se divide en dos partes: (a) equipo involucrado en la ignición y (b) forma del calor de ignición.

A.3.3.99 Velocidad de Liberación de Calor (HRR). La velocidad de liberación de calor de un combustible está relacionada con su química, forma física, y disponibilidad de oxidante, y suele expresarse como Btu/s o kilovatios (kW).

A.3.3.106 Temperatura de Ignición. Los datos suministrados se obtienen bajo condiciones de prueba específicas y puede que no reflejen una medida en la superficie de la substancia. Se conoce como temperatura de ignición pilotada a la ignición por la aplicación de una llama piloto sobre la superficie calentada. La ignición sin una fuente de energía pilotada también ha sido denominada temperatura de autoignición, temperatura propia de ignición, o temperatura de ignición espontánea. La temperatura de ignición determinada en las pruebas estándar suele ser menor que la temperatura de ignición en una situación de incendio real.

A.3.3.121 Material No combustible. Los materiales que han pasado la prueba realizada de acuerdo con ASTM E 136, Método de ensayo para el comportamiento de materiales en horno de tubo vertical a 750ªC, pueden considerarse como materiales no combustiblea.

A.3.3.127 Sobrecarga. Una avería, como un cortocircuito o fallo de conexión a tierra, no es una sobrecarga (*ver también 3.3.125.*)

A.3.3.130 Plástico. Los plásticos suelen estar hechos de resinas, polímeros, derivados de la celulosa, caseínas, y proteínas. Los tipos principales son termoestables y termoplásticos.

A.3.3.168 Calentamiento Espontáneo. Proceso resultante de la oxidación, normalmente con la ayuda de la acción bacteriana donde hay involucrados productos agrícolas.

A.3.3.172 Temperatura. La menor temperatura posible es el cero absoluto en la escala de temperaturas Kelvin (-273 grados en la escala Celsius). En el cero absoluto de temperatura, un cuerpo no pude liberar energía alguna.

A.3.3.174 Expansión Térmica. La cantidad de este incremento por grado de temperatura, denominado coeficiente de expansión térmica, es diferente para sustancias diferentes.

A.4.1 Para más información, ver las siguientes publicaciones:

Cooke, R. A., and R. H. Ide. 1985. Principles of Fire Investigation. Gloucestershire, UK: Institution of Fire Engineers, pp. 135–137.

DeHaan, J. D. 1997. *Kirk's Fire Investigation*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Brady/Prentice-Hall, Inc.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Kennedy, J., and P. Kennedy. 1985. *Fires and Explosions — Determining Cause and Origin. Chicago*, IL: Investigations Institute.

A.4.3.4 Pueden encontrarse pautas adicionales en ASTM E 678, Standard Practice for Evaluation of Technical Data.

A.4.3.5 El método inductivo es el proceso de razonamiento mediante el cual, una persona, partiendo de una experiencia particular procede a una generalización. Esta persona puede comenzar con "Todas las manzanas que he comido estaban dulces." De esta premisa, él o ella inducen que las manzanas son dulces. Pero la próxima manzana puede no ser dulce. El método inductivo nos conduce a probabilidades, no a certezas. Esta es la base del sentido común bajo el cual las personas actúan. También se utiliza en la investigación científica. Los científicos utilizan ambos métodos, inductivo y deductivo. En la deducción, los científicos parten de generalizaciones. De ellas deducen aserciones particulares. Deben comprobar sus aserciones mediante experimentos, de esta forma confirman, revisan, o rechazan sus generalizaciones originales. Usando solo la deducción, las personas ignorarían la experiencia. Usando solo la inducción, ignorarían la relación entre los hechos. Combinando estos métodos, la ciencia unifica la teoría y la práctica.

A.4.3.6 ASTM E678, *Standard Practice for Evaluation of Scientific or Technical Data,* and E620, *Standard Practice for Reporting Opinions of Technical Experts*, proporciona una guía metodología adicional para el invstigador, basada en la lógica y el razonamiento, para crear, criticar, evaluar, apoyar o eliminar hipótesis. Para cumplir con los criterios de transparencia, se deberá especificar la fuente usada, las bases científicas y técnicas, y las relaciones entre cada hipótesis y los criterios para entender los datos circunstanciales, además de reseñar los méritos científicos y técnicos resultantes de la confrontación de hipótesis apoyadas o descartadas por los datos disponibles. Las opiniones o conclusiones deberán incluir siempre todos los datos relevantes conocidos relacionados con el incidente, y deberán ser consistentes con principios científicos y lógicos aceptados.

A.4.3.6.1 Vaughn, Lewis, *The Power of Critical Thinking, Effective Reasoning About Extraordinary Claims,* 2nd ed. Oxford University Press, New York/Oxford, 2008; Damer, Edward, T. *Attacking Faulty Reasoning. A Practical Guide to Fallacy-Free Thinking*, 4th ed., Wadsworth Thomson Learning, Belmont, CA, 2001.

Kahane, Howard and Cavender, Nancy, *Logic and Contemporary Rhetoric, The Use of Reason in Everyday Life*, 9th ed. Wadsworth-Thomson Learning, Belmont, CA, 2002.

A.4.3.9 Para una discusión de ejemplos concretos de sesgo en la confirmación y su potencial para provocar interpretaciones erróneas de los datos, consulte Wason, P. C.(1960)

A.5.1.1 Ya que las materias del Capítulo 5 son por naturaleza inductivas, las referencias de este capítulo son básicamente libros de texto y manuales. Solo se proporcionan referencias principales cuando la materia aún no ha sido recogida en literatura de textos y manuales o cuando es muy específica de investigación de incendios (no de suficiente interés para la comunidad de la ciencia del fuego en general).

Los libros de texto de ciencia del fuego siguientes incluyen la mayoría de los temas del Capítulo 5.

Drysdale, D. (1999), *An Introduction to Fire Dynamics*, Second Edition, John Wiley and Sons, Chichester, England.

Friedman, R. (1998), P*rinciples of Fire Protection Chemistry and Physics,* Third Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Quintiere, J. (1998), *Principles of Fire Behavior,* Delmar Publishers, Albany, NY.

Karlsson, B., Quintiere, J. (2000), *Enclosure Fire Dynamics*, CRC Press, Boca Raton, FL.

Quintiere, J. (2006), *Fundamentals of Fire Phenomena*, John Wiley and Sons, Chichester, England.

A.5.2 La siguiente lista es de referencias sobre química del fuego:

Drysdale, D. (2003), "Chemistry and Physics of Fire," NFPA *Fire Protection Handbook*, 19th ed., Section 2.3.

Friedman, R. (1998), *Principles of Fire Protection Chemistry and Physics*, Third Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Grand, A., Wilkie, C (2000), *Fire Retardancy of Polymeric Materials*, Marcel Dekker, New York.

Fire, F. (1991), *Combustibility of Plastics*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Troitzsch, J. (2004), *Plastics Flammability Handbook*, Hanser Publishers, Munich.

Cullis, C., Hirschler, M. (1981), *The Combustion of Organic Polymers,* Clarendon Press, Oxford.

Aseeva, R., Zaikov, G. (1981), *Combustion of Polymer Materials,* Hanser Publishers, Munich.

Beyler, C. and Hirshcler M. (2002), "Thermal Decomposition of Polymers," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering,* Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Beyler, C. (2002), "Flammability Limits of Premixed and Diffusion Flames," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Simmons, R. (1995), "Fire Chemistry," *Combustion Fundamentals of Fire*, Ed. G. Cox, Academic Press, London.

A.5.2.3.4 Para más información sobre difusión de llamas, consúltense las siguientes referencias:

Beyler, C. (2002), "Flammability Limits of Premixed and Diffusion Flames," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering,* Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Babrauskas, V., (2003), Chapter 4 – Gases, *Ignition Handbook*, Fire Science Publishers, Issaquah, WA.

A.5.3 La siguiente lista es de referencias sobre productos de combustión:

Mulholland, G. (2002), "Smoke Production and Properties," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Tewarson, A. (2002), "Generation of Heat and Chemical Compounds in Fires," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

A.5.4 Para más información sobre flujo de fluidos, ver lo que sigue:

Zukoski, E (1995), "Properties of Fire Plumes," *Combustion Fundamentals of Fire*, Ed. G. Cox, Academic Press, London.

Kandola, B.(2002), "Introduction to Mechanics of Fluids," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Heskestad, G. (2002), "Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Alpert, R. (2002), "Ceiling Jet Flows," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Emmons, H. (2002), "Vent Flows," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

A.5.5 Para más información sobre transferencia de calor, ver lo que sigue:

Rockett, J., Milke, J. (2002), "Conduction of Heat in Solids," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Atreya, A. (2002), "Convection Heat Transfer," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Tien, C., Lee, K., Stretton, A. (2002), "Radiation Heat Transfer," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

A.5.5.2.2 Para más información sobre propiedades de la propagación de la llama, ver lo que sigue:

Quintiere, J., Harkleroad, M. (1985), "New Concepts for Measuring Flame Spread Properties," *Fire Safety Science and Engineering*, STP 882, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.

A.5.5.5 Para más información sobre termometría en la investigación de incendios, ver Kennedy, P., "Thermometry in Fire Investigation and Analysis - Understanding the Practical Use of Basic Thermometry in Fire and Explosion Investigations and Analyses."

A.5.5.5.3.4 A la hora de usar escalas de temperatura empírica, en lugar de escalas de temperatura absoluta, para calcular la transferencia de calor en una radiación térmica, puede dar como resultado una respuesta incorrecta. En las ecuaciones de radiación el componente de temperatura se eleva a la cuarta potencia [T^4]. Cualquier error será ampliado de manera significativa a la cuarta potencia. Esto no se cumple en las diferencias de temperatura asociadas con el concepto de flujo radiante neto, cómo opuesto al flujo neto incidente.

Otro ejemplo de la necesidad de contar con un conocimiento básico de termometría es la necesidad de comprender que 100 grados Fahrenheit no implican "dos veces mas caliente" que 50 grados Fahrenheit (en una escala relativa). Para poder conocer la relación existente entre la temperatura y el "calor" del material, y establecerla con precisión, se deberán realizar conversiones a una de las escalas termodinámicas. La relación real entre 100 grados Fahrenheit y 50 grados Fahrenheit es la ratio entre sus diferentes temperaturas absolutas, de 560 R a 510 R o 1.1, no 2.0, por lo que 100 grados Fahrenheit sólo es un 10% "más caliente" que 50 grados Fahrenheit.

A.5.6 Para más información sobre carga de fuego, conjuntos de fuego y propiedades de la llama, ver lo que sigue:

Babrauskas, V., Grayson, S. (1992), eds., *Heat Release in Fires*, Elsevier Applied Science, London.

Kransny, J., Parker, W., Babrauskas, V.(2001), *Fire Behavior of Upholstered Furniture and Mattresses*, Noyes Publications, Park Ridge, NJ.

Zukoski, E (1995), "Properties of Fire Plumes," *Combustion Fundamentals of Fire*, Ed. G. Cox, Academic Press, London.

Heskestad, G. (2002), "Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Babrauskas, V. (2002), "Heat Release Rates," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Gottuk, D., White, D. (2002), "Liquid Fuel Fires," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Lattimer, B. (2002), "Heat Fluxes from Fires to Surfaces," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Beyler, C. (2002), "Fire Hazard Calculations for Large, Open Hydrocarbon Fires," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

A.5.6.3.2 Para más información, ver Mealy, C.L., "A Study of Unventilated Fire Scenarios for the Advancement of Forensic Investigations of Arson Crimes."

Drysdale, D., *An Introduction to Fire Dynamics*.

Utiskul, Y., "An Application of Mass Loss Rate Model with Fuel Response Effects in Fully-Developed Compartment Fires."

Parkes, A., "The Impact of Location and Ventilation on Pool Fire in a Compartment."

A.5.6.3.3.1 Mealy, C., "Fire Dynamics and Forensic Analysis of Liquid Fuel Fires."

A.5.6.3.3.2 Mealy, C., "A Study of the Parameters Influencing Liquid Fuel Burning Rates."

Putorti, A., "Flammable and Combustible Liquid Spill Burn Patterns."

A.5.6.3.3.3 Mealy, C., "Fire Dynamics and Forensic Analysis of Liquid Fuel Fires."

Olenick, S., "Burning Rate of Liquid Fuel on Carpet (Porous Media)."

A.5.6.4.6 Para obtener información adicional, consulte las siguientes referencias:

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

(1) Beyler, C. L., "Plumes and Ceiling Jets," *Fire Safety Journal*, 1986.

(2) Hasemi, Y., and Tokunaga, T., "Some Experimental Aspects of Turbulent Diffusion Flames and Buoyant Plumes from Fire Sources Against a Wall and in a Corner of Walls," *Combustion Science and Technology*, 40, pp. 1–17, 1984.

(3) Mizuno, T., and Kawagoe, K., "Burning Rate of Upholstered Chairs in the Center, Alongside a Wall and in a Corner of a Compartment," *Fire Safety Science, Proceedings of the First International Symposium*, pp. 849–857, 1985.

(4) Zukoski, E. E., "Properties of Fire Plumes," *Combustion Fundamentals of Fire*, Cox, Ed. G., Academic Press, London, 1995.

(5) Karlsson, B., and Quintiere, J. G., "Fire Plumes and Flame Height," *Enclosure Fire Dynamics*, CRC Press, New York, 2000.

(6) Mowrer, F. W., and Williamson, R. B., "Estimating Room Temperatures from Fires Along Walls and in Corners," *Fire Technology*, Vol. 23, No. 2, pp. 133–145, 1987.

(7) Back, J., Beyler, C., DiNenno, P., "Wall Incident Heat Flux Distributions Resulting from Adjacent Fire," Proceedings of the Fourth International Symposium on Fire Safety Science, International Association of Fire Safety Science, 1994.

(8) Heskestad, G., "Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment", Section 2, Chapter 1, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 3rd ed., Ed. DiNenno, P.J.,Society of Fire Protection Engineers, National Fire Protection Association, Quincy MA, 2002.

A.5.6.4.7 Para más información sobre longitudes de llama bajo techos, ver Babrauskas, V., Flame Lengths Under Ceilings, *Fire and Materials* 4, 119–126 (1980).

A.5.6.6.2 La Figura 5.6.6.2(c) proviene de Beyler,C. (2002), SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering,* Ed. P. DiNenno et al, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

A.5.7 Se dispone de información sobre la amplia variedad de medios de ignición, como se ve en lo que sigue:

Babrauskas, V. (2003), *Ignition Handbook*, Fire Science Publishers, Issaquah, WA.

Bowes, P. (1984), *Self-heating: evaluating and controlling the hazards*, Building Research Establishment, Her Majesty's Stationery Office.

Beyler, C. (2002), "Flammability Limits of Premixed and Diffusion Flames," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Gray, B. (2002), "Spontaneous Combustion and Self-Heating," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Kanury, A. (2002), "Ignition of Liquid Fuels," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Kanury, A. (2002), "Flaming Ignition of Solid Fuels," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

A.5.7.4.1.3.9 Para más información, ver lo que sigue:

Babrauskas, V. (2003), *Ignition Handbook*, Fire Science Publishers, Issaquah, WA.

Babrauskas, V., Gray, B. F., and Janssens, M. L., Prudent Practices for the Design and Installation of Heat-Producing Devices near Wood Materials, *Fire and Materials*, 31, pp. 125–135.

Beyler, C., Gratkowski, M., Sikorsky, J., ISFI 2006

Babrauskas, V., "Ignition of Wood, A Review of the State of the Art," Journal of Fire Protection Engineering, 12(3), 2002, pp. 163–189.

Cuzzillo, B., Pagni, P., "The Myth of Pyrophoric Carbon," *Fire Safety Science, Proceedings of the Sixth International Symposium*, International Association for Fire Safety Science, 2003.

A.5.7.4.1.3.10 Para más información, ver lo que sigue:

Wolters, F., Pagni, P., Frost, T., Cuzzillo, B., "Size Constraints on Self Ignition of Charcoal Briquets," *Fire Safety Science, Proceedings of the Sixth International Symposium*, International Association for Fire Safety Science, 2003.

A.5.7.4.1.3.11 Para más información, ver lo que sigue:

Babrauskas, V., *Ignition Handbook*, Fire Science Publishers/Society of Fire Protection Engineers, Issaquah, WA (2003)

A.5.7.4.1.4 Para más información, ver lo que sigue:

Fire Protection Handbook, 19th edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2003.

A.5.7.4.1.7.2 Para más información, ver lo que sigue:

Babrauskas, V., and Krasny, J. F., "Upholstered Furniture Transition from Smoldering to Flaming," *Journal of Forensic Sciences* 42, 1029–1031 (1997).

A.5.8 Para más información, ver lo que sigue:

Quintiere, J. (2002), " Surface Flame Spread," SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Gottuk, D., White, D. (2002), "Liquid Fuel Fires," SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Ed. P. DiNenno, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Fernandex-Pello, C. (1995), "The Solid Phase," Combustion Fundamentals of Fire, Ed. G. Cox, Academic Press, London.

A.5.8.1.3.1 Para más información, ver lo que sigue:

Drysdale, D. Fire Dynamics, ISFI 2006 *Proceedings, International Symposium on Fire investigation Science and Technology*, National Association of Fire Investigators, Sarasota, FL, 2006.

Drysdale D. "Learning from experience - Fire Investigation in Great Britain," Fire Engineers and Fire Prevention magazines, Institution of Fire Engineers, November 2000.

Atkinson, G., Drysdale, D. D., Wu, Y., "Fire driven flow in an inclined trench." *Fire Safety Journal. 25*, pp. 141–158, (1995).

P. Woodburn and D. D. Drysdale, Fires in inclined trenches, Part I: The dependence of the critical angle on the trench and burner geometry, *Fire Safety Journal 31*, pp. 143–164 (1998).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

P. Woodburn and D. D. Drysdale, "Fires in inclined trenches , Part II: Time dependent flow.

A.5.8.3.4 Para más información, ver lo que sigue:

Atreya, A. (1984), Fire Growth on Horizontal Surfaces of Wood," *Combustion Science and Technology*, 39, pp. 163–194.

A.5.8.3.5 Para más información, ver lo que sigue:

Orloff, L., deRis, J., Markstein, G. (1974), "Upward Turbulent Fire Spread and Burning of Fuel Surface," *Fifteenth Symposium (International) on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, pp. 183–192.

Wu, P., Orloff, L., Tewarson, A. (1996), "Assessment of Material Flammability with the FG propagation model and Laboratory Test Methods," *13th Joint Panel Meeting of the UJNR Panel on Fire Research and Safety*, Gaithersburg, MD.

McGrattan, K., Hamins, A. and Stroup, D. (1998). Sprinkler, Smoke & Heat Vent, Draft Curtain Interaction — Large Scale Experiments and Model Development. Technical Report NISTIR 6196-1, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD.

Saito, K., Quintiere, J. G., Williams, F. A. (1986), "Upward Turbulent Flame Spread," *Fire Safety Science. Proceedings. 1st International Symposium*, International Association for Fire Safety Science, Hemisphere Publishing Corp., New York, C. E. Grant, P. J. Pagni, eds., pp. 75–86.

Grant, G., Drysdale, D. (1995), "Numerical Modeling of Early Flame Spread in Warehouse Fires, *Fire Safety Journal*, 24(3), pp. 247–278.

A.5.9 Para más información, ver lo que sigue:

Thomas, P. (1995), "The Growth of Fire-Ignition to Full Involvement," *Combustion Fundamentals of Fire*, Ed. G. Cox, Academic Press, London.

A.5.10.4.5 Para más información, ver lo que sigue:

Babrauskas, V., "Upholstered Furniture Room Fires—Measurements, Comparison with Furniture Calorimeter Data, and Flashover Predictions," *Journal Fire Sciences 2,* 5–19 (1984).

Babrauskas, V., Peacock, R. D., and Reneke, P. A., "Defining Flashover for Fire Hazard Calculations. Part II." *Fire Safety Journal* 38, 613–622 (2003).

A.5.10.6.2 Mowrer, F., Williamson, B. (1987), "Estimating Room Temperatures from Fires along Walls and in Corners," *Fire Technology*, 23(2), pp. 133–145.

A.6.2.2.2 Para más información, consultar la publicaciones siguientes:

Babrauskas, V. "Temperatures in Flames and Fires," Fire Science and Technology, Inc., Issaquah, WA, 2006.

McCaffrey, B. J., *Purely Buoyant Diffusion Flames: Some Experimental Results* (NBSIR 79[not]1910). [U.S.] Natl. Bur. Stand., Gaithersburg, MD (1979).

Audoin, L., Kolb., G., Torero, J. L., and Most., J. M., "Average Centerline Temperatures of a Buoyant Pool Fire Obtained by Image Processing of Video Recordings," *Fire Safety Journal 24*, 107–130 (1995).

Cox, G., and Chitty, R., "A Study of the Deterministic Properties of Unbounded Fire Plumes," *Combustion and Flame 39*, 191–209 (1980).

Smith, D. A., and Cox, G., "Major Chemical Species in Turbulent Diffusion Flames," *Combustion and Flame 91*, 226–238 (1992).

Quintiere, J. G., Principles of *Fire Behavior*, Delmar Publishers, Albany, NY, 1998, pp. 48–49.

A.6.2.4.4 Para más información, ver las siguientes referencias:

Babrauskas, V., "Wood Char Depth: Interpretation in Fire Investigations," *Proceedings of ISFI 2004, International Symposium on Fire Investigation*, Fire Service College, Morton in Marsh, England, (June 2004).

Babrauskas, V., *Charring Rate of Wood as a Tool for Fire Investigations*, Interflam 2004, Interscience Communications, London (July 2004).

Friguin, Kathinka. "Material Properties and External Factors Influencing the Charring of Solid Wood and Glue-Laminated Timber."

A.6.2.5 Ver Buenger, B. 2003, *The Impact of Wildland and Prescribed Fire on Archaeological Resources*, thesis, University of Kansas.

A.6.2.5.1.1 Para más información, ver las siguientes referencias:

Sanderson, J. L, "Tests Add Further Doubt to Concrete Spalling Theories", FireFindings, Fall. 1995 volume 3.

Khoury, G. A., "Effect of Fire on Concrete and Concrete Structures", Progress in Structural Engineering Materials 2:229–447 (Cite in Forensic Fire Scene Reconstruction).

Canfield, D., "Causes of Spalling of Concrete at Elevated Temperatures", Fire and Arson Investigator 34, June 1984.

Schroeder, R. A, (Post Fire Analysis Of Construction Materials", Dissertation, Graduate Division, University of California, Berkeley, Spring 1999.

Midkiff, C. R., "Spalling of Concrete as an Indicator of Arson", Fire and Arson Investigator, 41, December 1990.

Beland, B., "Spalling of Concrete", Fire and Arson Investigator, 44 September 1993.

A.6.2.5.1.2 Para más información, ver las siguientes referencias:

Sanderson, J. L, "Tests Add Further Doubt to Concrete Spalling Theories," *Fire Findings*, Fall 1995, volume 3.

Smith, F. P., "Concrete Spalling: Controlled Fire Tests and Review," *Journal of Forensic Science 31*, 1991.

Midkiff, C. R., "Spalling of Concrete as an Indicator of Arson," *Fire and Arson Investigator 41*, December 1990.

A.6.2.5.1.3 Ver Khoury, G. A., "Effect of Fire on Concrete and Concrete Structures," *Progress in Structural Engineering Materials* 2, pp. 229–447.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Para más información, ver las siguientes referencias:

Smith, F. P., "Concrete Spalling: Controlled Fire Tests and Review," *Journal of Forensic Science 31*, 1991.

Schroeder, R. and Williamson, R. "Application of Materials Science to Fire Investigation," *Fire and Materials*, 2001, Interscience, London, UK.

See Bostrom, L., "Methodology for Measurement of Spalling of Concrete," *Fire and Materials*, 2005 Conference, Interscience, London, UK.

See Smith, F. P., "Concrete Spalling: Controlled Fire Tests and Review," *Journal of Forensic Science 31*, 1991.

A.6.2.6 Para más información, ver las siguientes referencias:

NFPA *Fire Protection Handbook*, 19th edition, A. E. Cote, ed., National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2003.

DeHann, J. D. *Kirk's Fire Investigation*, 5th edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2002.

Gray, H. B., et al. *Braving the Elements*. University Science Books, Sausalito, CA 1995.

A.6.2.6.4 Para más información sobre determinación metalúrgica de acero fundido, ver Lentini, J. J., D. M. Smith, and R. W. Henderson. "Baseline Characteristics of Residential Structures Which Have Burned to Completion: The Oakland Experience," *Fire Technology*, 28(3), 1992.

A.6.2.7 Para más información, ver las siguientes referencias:

Cooke, R. A. *Principles of Fire Investigation*, Gloucestershire, UK: The Institution of Fire Engineers, 1985, pp. 386–387.

Aston University. *Assessment of Fire Damaged Concrete Using Color Analysis*. Interflam '96, March 26–28. London: Interscience Communications Ltd.

A.6.2.8.6 Para más información, ver las siguientes referencias:

Brown, LeMay, Bursten, *Chemistry: The Central Science*, Sixth Ed, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.

Umland, J. B., and J. M. Bellama. *General Chemistry*, Second Edition, West Publishing Company, Saint Paul, MN, 1996.

A.6.2.8.6.1 Para más información, ver las siguientes referencias:

Beland, B., Roy, C., Tremblay, M. "Copper-Aluminum Interaction in Fire Environments," *Fire Technology*, Volume 19, No. 1, pp. 22–30, February 1983.

Beland, B. "Behaviour of Electrical Contacts Under Fire Conditions," F*ire and Arson Investigator*, Vol. 38, No. 1, September 1987.

Fire Findings. "Alloying Helps Explain How Some Materials Melt at Temps Lower Than Expected," *Fire Findings*, Vol. 4, No. 4, pp. 1–3, Fall 1996.

A.6.2.8.6.2 Ver A.6.2.8.6.1.

A.6.2.8.6.3 Ver A.6.2.8.6.1.

A.6.2.9 Para más información, ver las siguientes referencias:

Specification for the Design, Fabrication, and Erection of Structural Steel for Buildings. New York: American Institute of Steel Construction, 1978.

Manual of Steel Construction: Load and Resistance Factor Design. Third Ed. Chicago: American Institute of Steel Construction, 2001.

Dill, F. H. "Structural Steel after a Fire," Proceedings of the 1960 *National Engineering Conference*. Chicago: American Institute of Steel Construction.

Lie, T. T. *Fire and Buildings*. London: Applied Science, 1972.

Malhotra, H. L. *Design of Fire-resistant Structures*. New York: Chapman and Hall, 1982.

Hamarthy, T. Z. ASTM STP 422, Standard Test Method for *Specific Optical Density of Smoke Generated Solids*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1967.

Kirby, B. R. and Preston, R. R. *High Temperature Properties of Hot-Rolled Structural Steels for Use in Fire Engineering Design Studies*. London: British Steel Corp., 1988.

Larsson, T. and Pettersson, O. *Buckling of Fire-Exposed Steel Columns, Partially Restrained with Respect to Longitudinal expansión*. Lund, Sweden: Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Lund Institute of Technology, 1974.

Thomas, G. "Thermal Properties of Gypsum Plasterboard at High Temperatures." Wellington, New Zealand: Victoria University of Wellington. *Fire and Materials* 26(1), 37–45, January/February 2002.

A.6.2.10 Para más información, ver las siguientes referencias:

SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*. 3rd Ed, P. J. DiNenno, ed. Bethesda, MD: Society of Fire Protection Engineers, 2002.

Kramps, N. "Damage Control — Limiting Secondary Losses After Fire." *Fire Prevention*, Dec. 1987, pp. 26–29.

A.6.2.10.3 Para mas información sobre investigaciones de la acumulación de hollín causada por sonido en alarmas de incnedios, ver las siguientes referencias:

Worrell, C. L., Roby, R. J., Streit L., and Torero, J. L., "Enhanced Deposition, Acoustic Agglomeration, and Chladni Figures in Smoke Detectors," Fire Technology, 37, 343-362, (USA: Kluwer Academic Publishing, 2001).

Worrell, C.L., Lynch, J.A., Jommas, G., Roby, R.J., Streit, L., and Torero, J.L., "Enhanced Soot Deposition, Acoustic Agglomeration, and Chladni Figures in Smoke Detectors," Fire Technology, 39, 309-346, 2003.

Kennedy, Patrick M., Kennedy, Kathryn C., and Gorbett, Gregory E., "A Fire Analysis Tool – Revisited: Acoustic Soot Agglomeration in Residential Smoke Alarms," InterFlam 2004 Proceedings, InterScience Communications, London, 2004.

Phelan, Patrick. An Investigation of Enhanced Soot Deposition on Smoke Alarm Horns. M. S. Thesis, Worcester Polytechnic Institute. 2004.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Mealy, C.L., and Gottuk, D.T., "Full-Scale Validation Tests of a Forensic Methodology to Determine Smoke Alarm Response," ISFI 2008 Proceedings, International Symposium on Fire Investigation Science and Technology, NAFI, Sarasota, FL, 2008.

Las fotos de las Figuras 6.2.10.3(a) a Figura 6.2.10.3(d) son de ensayos de laboratorio mencionados en Kennedy, P.M., Kennedy, K.C., and Gorbett, G.E., "A Fire Analysis Tool – Revisited: Acoustic Soot Agglomeration in Residential Smoke Alarms," InterFlam 2004 Proceedings, InterScience Communications, London, 2004.

A.6.2.11 Para más información, ver Carman, S.W., "'Clean Burn' Fire Patterns – A New Perspective For Interpretation."

A.6.2.12 Para más información, ver las siguientes referencias:

Chu Nguong, Ngu. "Calcination of Gypsum Plasterboard under Fire Exposure," *Fire Engineering Research Report* 04/6, May 2004.

Lawson, J. *An Evaluation of Fire Properties of Generic Gypsum Board Products*, (NBSIR 77-1265). Center for Fire Research, NIST, Washington DC, 1977.

McGraw, J and Mower, F. *Flammability of Painted Gypsum Wallboard Subjected to Fire Heat Fluxes*, Interflam 99 Proceedings, Interscience Communications Ltd. London, 1999.

Mower, F. *Calcination of Gypsum Wallboard in Fire*. Presentation at NFPA World Fire Safety Congress, Anaheim, CA May 2001.

Posey, J. E. and Posey, E. P. "Using Calcination of Gypsum Wallboard to Reveal Burn Patterns," *Fire and Arson Investigator* 33, March 1983, pp. 17–19.

Schroeder, R. and Williamson, R. "Application of Materials Science to Fire Investigation," *Fire and Materials* 2001, Interscience, London, UK.

A.6.2.12.1.3 Kennedy, P., Kennedy, K., Hopkins, R. *Depth of Calcination Measurement in Fire Origin Analysis*, Proceedings of the Fire and Materials Conference 2003, Interscience Communications, London, 2003.

A.6.2.13 Para más información, ver las siguientes referencias:

Babrauskas, V. *Glass Breakage in Fires*. Issaquah, WA: Fire Science and Technology Inc., 2005.

Keski-Rahkonen, O. "Breaking of Window Glass Close to Fire," *Fire and Materials*, 12(2), June 1988, pp. 61–69.

Lentini, J. "Behavior of Glass at Elevated Temperature," *Journal of Forensic Science*, Vol. 37, No. 5, Sept 1992, 1358–1362.

Lentini, J. J., Smith, D. M., Henderson, R. W. "Baseline Characteristics of Residential Structures Which Have Burned to Completion: The Oakland Experience," *Fire Technology*, NFPA, 1992: pp. 195–214.

Mowrer, F. P., *Window Breakage Induced By Exterior Fires.* NIST-GCR-98-751, Washington, DC: U.S. Dept. of Commerce, June, 1998.

Skelly, M. J., Roby, R. J., Beyler, C. L. "Experimental Investigation of Glass Breakage in Compartment Fires," *Journal of Fire Protection Engineering*, 3(1), March 1991: pp. 25–34.

A.6.2.14.1 For more information see the following references:

American Society for Metals, *Glossary of Metallurgical Terms and Engineering Tables*. Material Park, OH: ASM International, 1985.

Lentini, J., et al., "Baseline Characteristics of Residential Structures Which Have Burned to Completion: The Oakland Experience." *Fire Technology* 28, August 1992 pp. 195–214.

Tobin, W. and Monson, K. "Collapsed Springs in Arson Investigations: A Critical Metallurgical Evaluation," *Fire Technology* 25, November 1989, pp. 317–335.

A.6.2.17 Para más información, ver las siguientes referencias:

Bohnert, M., Rost, T. and Pollack, S. "The Degree of Destruction of Human Bodies in Relation to the Duration of the Fire," *Forensic Science International* 95, pp. 11–21, 1998.

Pope, E. J., O. C. Smith, and T. G. Huff, "Exploding Skulls and Other Myths About How the Human Body Burns," *Fire and Arson Investigator*, vol 54, #4, April 2004.

Pope, E. J., O. C. Smith. "Identification of Traumatic Injury in Burned Cranial Bone: An Experimental Approach," *Journal of Forensic Science*, May 2004, vol 49, #3.

Smith, O. C. and Pope, E. J. *Burning Extremities: Patterns of Arms, Legs, and Preexisting Trauma*. Presentation Lecture, American Academy of Forensic Sciences (AAFS) 55th Annual Meeting, Chicago, February 17–22, 2003.

SFPE. "Engineering Guide to Predicting 1st and 2nd Degree Skin Burns," Bethesda, MD: SFPE Task Group on Engineering Practices, Society of Fire Protection Engineers, 2000.

A.6.3.2.1 For more information, see Beyler, C., "Fire Plumes and Ceiling Jets", Fire Safety Journal, 11, 1986, pp. 53–75 and Lattimer, B. Y., "Heat Fluxes from Fires to Surfaces." The SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, 3rd ed., P. J. DiNenno, ed. NFPA, Quincy, MA, 2002.

A.6.3.2.2.3 Para más información, ver las las fuentes listadas en la Sección B.3.

A.6.3.2.2.3.3 Para más información, ver Carman, S.W., "Improving the Understanding of Post-flashover Fire Behavior."

A.6.3.3.2.2 Para más información sobre flujo radiante crítico de cubiertas de suelos, ver NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, Chapter 5, as well as the NFPA *Fire Protection Handbook*, 19th edition, Section 12, Chapter 3.

También ver Fang, J. B., and J. N. Breese, Fire Development in Basement Rooms. Gaithersburg, MD: NIST, 1980.

A.7.1 Para más información, ver las siguientes publicaciones:

Brannigan, F. L., Building Construction for the Fire Service, 3rd Ed., NFPA Journal, 1992.

NFPA 220, *Standard on Types of Building Construction*, 2006 edition.

A.7.5 Para más información, ver ASCE/SEI/SFPE 29-05, *Standard Calculation Method for Structural Fire Protection*.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

A.8.1 Los sistemas de protección activa contra incendios son aquellos que actúan de manera que resultan efectivos en un escenario de incendio. Esto incluye tanto los sistemas de detección y alarma, como los sistemas de supresión del fuego.

A.8.1.2 Para más información detallada, ver:

Fire Protection Handbook.

The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering.

National Fire Codes®.

A.8.2 Para más información, ver *NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code*.

A.8.2.1.2 Los requisitos para la instalación y el mantenimiento de sistemas de alarma contra incendios están especificados en *NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code*.

A.8.2.2 Los requisitos para la instalación y el mantenimiento de sistemas de alarma contra incendios están especificados en *NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code*.

A.8.2.2.6 Pueden encontrarse detalles adicionales sobre los tipos y usos de detectores de gas en Cholin, J.M., "Gas and Vapor Detection Systems and Monitors."

A.8.2.3 Para información más detallada, ver:

Bukowski, R., *Fire Alarm Signaling Systems*.

Moore, W., "Fire Alarm Systems," *Fire Protection Handbook*.

NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code.

A.8.2.3.2 Ver Moore, W., "Fire Alarm Systems," *Fire Protection Handbook,* para una discusión más detallada relacionada con la localización y espaciado de los dispositivos de alarma contra incendios.

A.8.2.4 Para más información, ver Olenick, S.N., "The Role of Smoke Detectors in Forensic Fire Investigation and Reconstruction."

A.8.2.4.5.1 Para más información, consultar las siguientes publicaciones:

Worrell, C.L., "Enhanced Deposition, Acoustic Agglomeration, and Chladni Figures in Smoke Detectors."

Worrell, C.L., "Effect of Smoke Source and Horn Configuration on Enhanced Deposition, Acoustic Agglomeration, and Chladni Figures in Smoke Detectors."

Phelan, P., An Investigation on Enhanced Soot Deposition on Smoke Alarm Horns.

Kennedy, K.C., "A Fire Analysis Tool – Revisited: Acoustic Soot Agglomeration in Residential Smoke Alarms."

Mealy, C.L., "Full-Scale Validation Tests of a Forensic Methodology to Determine Smoke Alarm Response."

A.8.2.4.5.2 Para obtener información adicional, ver:

Roby, R. J., "Smoke Detector Algorithm for Large Eddy Simulation Modeling."

Zhang, W., "Smoke Detector Activation Algorithm for Large Eddy Simulation Fire Modeling."

A.8.2.4.5.5 Las investigaciones han mostrado que el sonido emitido por las sirenas puede verse disminuido en gran medida cuando la temperatura de los gas que le rodea alcanzan aproximadamente entre 100°C ± 14°C; puede darse un fallo completo a temperaturas aproximadas de 119°C ± 17°C. Para más información, ver Olenick, S.N., "The Role of Smoke Detectors in Forensic Fire Investigation and Reconstruction."

A.8.2.4.5.6 Para más información, consultar las siguientes publicaciones:

Ashley, A., "Waking Effectiveness of Audible, Visual, and Vibratory Emergency Alarms Across Different Hearing Levels."

Bruck, D. "Non-Awakening in Children in Response to a Smoke Detector Alarm."

Bruck, D. "The Effect of Alcohol Upon Response to Fire Alarm Signals in Sleeping Young Adults."

Nober, E.H., Waking Effectiveness of Household Smoke and Fire Detection Devices.

A.8.2.4.5.7.1 Para más información, ver Proulx, G., "To Prevent 'Panic' in an Underground Emergency: Why Not Tell People the Truth?"

A.8.2.4.5.7.2 Para más información, ver Bryan, J.L., "Human Behavior in Fire," *Fire Protection Handbook*.

A.8.3.1 Para más información sobre los sistemas de agua nebulizada, ver:

Gagnon, R. M., *Design of Water-Based Fire Protection Systems*.

Bryan, J. L., *Automatic Sprinkler & Standpipe Systems*.

Fire Protection Handbook.

A.8.3.1.2.2.1 Para más información sobre sistemas de agua nebulizada ver NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*.

A.8.3.1.2.2.2 Para más información sobre sistemas de agua nebulizada ver NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*.

A.8.3.1.2.2.3 Para más información sobre sistemas de agua nebulizada ver NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*.

A.8.3.1.2.2.4 Para más información sobre sistemas de espuma de agua, ver NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*.

A.8.3.1.2.2.5 Para más información sobre sistemas de espuma de agua, ver NFPA 750, *Standard on Water Mist Fire Protection Systems*.

A.8.3.4.1.1 Para más información, ver:

NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*.

NFPA 13D, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes*.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NFPA 13R, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height*.

NFPA 14, *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*.

NFPA 15, *Standard for the Water Spray Fixed Systems for Fire Protection*.

NFPA 16, *Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems*.

International Code Council, *International Building Code*.

A.8.3.4.3.1 En la Figura A.8.3.4.3.1, se incluyen ejemplos de la densidad de agua requerida para los distintos riesgos (sobre áreas de diferentes tamaños)

A.8.3.4.3.4.10 Para más información, ver Custer, R., "Design of Detection Systems."

A.8.3.4.3.5 Para más información, ver:

SFPE, Engineering Guide: Guidelines for Substantiating a Fire Model for a Given Application.

Sheppard, D. T., "Sprinkler, Heat & Smoke Vent, Draft Curtain Project – Phase 1 Scoping Tests."

Putorti, A. D., "Determination of Water Spray Drop Size and Speed from a Standard Orifice, Pendant Spray Sprinkler."

Yu, H. Z., "Suppression of Rack-Storage Fires by Water."

Ren, N., "Quantifying the Initial Spray from Fire Sprinklers."

A.8.4.1 Para más información, ver:

NFPA 11, *Standard for Low Expansion Foam*.

NFPA 11A, *Standard for Medium and High Expansion Foam Systems*.

NFPA 12, *Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems*.

NFPA 12A, *Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems*.

NFPA 12B, *Standard on Halon 1211 Fire Extinguishing Systems*.

NFPA 17, *Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems*.

NFPA 17A, *Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems*.

NFPA 2001, *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems*.

A.8.4.4.1 Para más información, ver:

NFPA 11, *Standard for Low Expansion Foam*.

NFPA 11A, *Standard for Medium and High Expansion Foam Systems*.

NFPA 12, *Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems*.

NFPA 12A, *Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems*.

NFPA 12B, *Standard on Halon 1211 Fire Extinguishing Systems*.

NFPA 17, *Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems*.

NFPA 17A, *Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems*.

NFPA 2001, *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems*.

International Code Council, *International Building Code*.

A.8.4.4.2.9 Para más información, ver Custer, R., "Design of Detection Systems."

A.8.4.4.2.11 Para más información, ver:

SFPE, Engineering Guide: Guidelines for Substantiating a Fire Model for a Given Application.

A.9.1 Para más información, ver las siguientes publicaciones:

NFPA 70, *National Electrical Code*®, 2008 edition.

NFPA 77, *Recommended Practice on Static Electricity*, 2007 edition.

National Electrical Code Handbook, Quincy, MA: NFPA, 2008.

Beland, B. "Considerations on Arcing as a Fire Cause," *Fire Technology* 18, No. 2 (1982): 188–202.

Beland, B. "Electrical Damages — Cause or Consequence?" *Journal of Forensic Science* 29 (3) (July 1984): 747–761.

Beland, B. "Examination of Electrical Conductors Following Fire," *Fire Technology* 16, No. 4 (1980): 252–258.

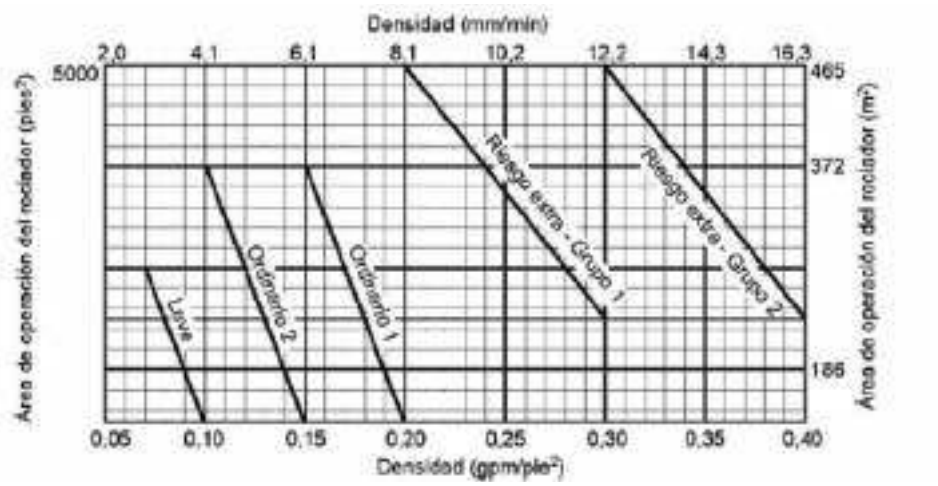


FIGURA A.8.3.4.3.1 Densidad/Área [NFPA 13: Figura 11.2.3.1.1]

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Beland, B., C. Roy, and M. Tremblay. "Copper-Aluminum Interactions in Fire Environments," *Fire Technology* 19, No. 1 (February 1983): 22–30.

Cahill, P. L., and J. H. Dailey. U.S. Department of Transportation. *Aircraft Electrical Wet-Wire Arc Tracking*, DOT/FAA/CT-88/4. Washington, DC: Federal Aviation Administration, August 1988.

Campbell, F. J. *Flashover Failures from Wet-Wire Arcing and Tracking.* NRL Memorandum Report 5508. Washington, DC: Naval Research Laboratory, December 17, 1984.

Campbell, J. A., National Advisory Committee for Aeronautics. *Appraisal of the Hazards of Friction-Spark Ignition of Aircraft Crash Fires,* Technical Note 4024. Cleveland, OH: Lewis Flight Propulsion Laboratory, May 1957.

Ettling, B. "Ignitibility of PVC Electrical Insulation by Arcing," *IAAI Oregon Chapter Newsletter* 1, No. 4 (March 1997).

Ettling, B. "The Overdriven Staple as a Fire Cause," *Fire and Arson Investigator,* March 1994.

Ettling, B. "Arc Marks and Gouges in Wires and Heating at Gouges," *Fire Technology* 17, No. 1 (1981): 61–68.

Ettling, B. "Glowing Connections," *Fire Technology* 18, No. 4 (1982): 344–349.

Bustin, W. M., and W. G. Duket. *Electrostatic Hazards in Petroleum Industry.* Research Studio Press, July 1983.

Mil-Std–202F, *Test Method for Electronic and Electrical Components.* "Method 301, Dielectric Withstand Voltage." U.S. Department of Defense Military Test Standard, 1998.

Mil-Std–202F, *Test Method for Electronic and Electrical Components.* "Method 302, Insulation Resistance."

API 2214, *Spark Ignition Properties of Hand Tools*, American Petroleum Institute, 1989.

API 2216, *Ignition Risk of Hydrocarbon Vapors by Hot Surfaces in the Open Air,* 2nd edition, American Petroleum Institute, 1991.

API RP 2003, *Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents*, American Petroleum Institute, 1991.

A.9.3.1 Para más información, ver NFPA 70, Código Nacional Eléctrico, *National Electrical Code®*, 2008 edition, o el NFPA Manual del código eléctrico nacional, National Electrical Code Handbook, 2008 edition.

A.9.7.4 Ver Figura 9.10.6.2.2 fotografía de un conductor de aluminio fundido solidificado.

A.9.9.4.5 Información adicional sobre remolque se encuentra en las siguientes publicaciones:

Campbell, F. J. *Flashover Failures from Wet-Wire Arcing and Tracking,* 1984, and in Cahill, P. L., and J. H. Dailey, Aircraft Electrical Wet-Wire Arc Tracking, Washington, DC: FAA, 1988.

Babrauskas, V. "Mechanisms and Modes for Ignition of Low-voltage, PVC- insulated Electrotechnical Products," *Fire and Materials* 30 (2006): pp. 150–174.

Babrauskas, V., *Ignition Handbook*, Fire Science Publishers/Society of Fire Protection Engineers, Issaquah WA, 2003.

A.9.10.2 Para más información, véase Beland, "Consideraciones sobre el arco como causa de incendio" (Considerations on Arcing as a Fire Cause), y Beland, "Daños eléctricos - ¿Causa o consecuencia?" (Electrical Damages — Cause or Consequence?".

A.9.10.3 Para más información, véase Beland, "Consideraciones sobre el arco como causa de incendio" (Considerations on Arcing as a Fire Cause), y Beland, "Daños eléctricos - ¿Causa o consecuencia?" (Electrical Damages — Cause or Consequence?"

A.9.10.3.5 Para más información, *ver Actas IEEE*, Conferencia sobre los Equipos de Potencia Industriales y Comerciales IEEE. IEEE Industrial and Commercial Power System Conference, Detroit, MI, 1971.

A.9.10.4 Para más información, véase Ettling, "Conexiones incandescentes", "Glowing Connections." *Fire Technology* 18(4) (1982): 344–349.

A.9.10.5 Para más información, véase Beland, "Examen de conductores eléctricos tras un incendio", "Examination of Electrical Conductors Following Fire." *Fire Technology* 16(4) (1980): 252–258.

A.9.10.6.3 Para más información, véase Beland et al., "Interacciones Cobre-Aluminio en situaciones de incendio", "Copper-Aluminum Interactions in Fire Environments." *Fire Technology* 19(1) (February 1983): 22–30.

A.9.10.6.4 Para más información, véase Ettling, "Marcas de arcos y muescas en cables y calentamiento en muescas", "Arc Marks and Gouges in Wires and Heating at Gouges." *Fire Technology* 17(1) (1981): 61–68.

A.9.11 Para más información sobre las características de perlas de un arco consultar las siguientes referencias:

Buc, E. C., Reiter, D., Battley, J., Sing, T. B., and Sing, T. M., "Method to Characterize Damage to Conductors from Fire Scenes," *Proc. Fire & Materials 2013 Conf.*, pp. 657–665, Interscience Communications Ltd, London (2013).

Carey, N. J., Developing a Reliable Systematic Analysis for Arc Fault Mapping (Ph.D. dissertation), Univ. Strathclyde, Strathclyde, United Kingdom (2009).

Delplace, M., and Vos, E., "Electric Short Circuits Help the Investigator Determine Where the Fire Started," *Fire Technology* 19, 185–191 (1983).

Ettling, B. V., "Electrical Wiring in Building Fires," *Fire Technology* 14, 317–325 (1978).

Lewis, K. H., and Templeton, B., "Morphological Variation in Copper Arcs during Post-Arc Fire Heating," *ISFI 2008—Proc. 3rd Intl. Symp. on Fire Investigation Science & Technology*, pp. 183–195, Natl. Assn. of Fire Investigators, Sarasota, FL (2008).

Murray, I., and Ajersch, F., "New Metallurgical Techniques Applied to Fire Investigation," *Fire & Materials 2009*, pp. 857–869, Interscience Communications Ltd., London (2009).

Twibell, J. D., "Electricity and Fire," *Fire Investigation*, pp. 61–104, N. N. Daeid, ed., CRC Press, Boca Raton, FL (2004).

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

A.9.11.7 Se pueden revisar los siguientes estudios para obtener más información sobre el mapeo de arcos:

C. Wood and A. Kimball, "A Preliminary Report of Full-Scale Arc Mapping Test Results," Proceedings of International Symposium of Fire Investigation Science and Technology (ISFI 2010), National Association of Fire Investigators (NAFI), Sarasota, FL, Held at the University of Maryland, 27–29 September, 2010.

Carey, Nicholas, Nic Daeid, Niamh, "The Metallic Damage to Electrical Conductors at Fire Scenes," Interflam '07, 2, 1151–1162, (2007).

Churchward, Daniel L., Cox, Ryan M., Reiter, David, "Arc Surveys as a Means to Determine Fire Origin in Residential Structures," International Symposium on Fire Investigation Proceedings, National Association of Fire Investigators, Sarasota, FL (2004).

West, L, Reiter, D.A., "Full-Scale Arc Mapping Tests," Fire and Materials Conference, pp. 325–339, (2005).

A.9.11.9 Para más información, véase Ettling, "Grapas en contacto con el conductor como causa del incendio" "The Overdriven Staple as a Fire Cause," Fire Arson Investigator, March 1994, and Ettling, B. "Inflamabilidad del aislamiento eléctrico de PVC por arco" "Ignitibility of PVC Electrical Insulation by Arcing," IAAI *Oregon Chapter Newsletter,* 1997.

A.9.12.2.2 Para más información sobre estática en líquidos inflamables, ver API RP 2003, Protección contra igniciones resultantes de corrientes estáticas, fugas de corriente y rayos; Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents, 1991.

A.9.12.2.4 Para más información sobre carga por transferencia, véase 5.6.10., edición 1996 de la NFPA 30 *Código de líquidos inflamables y combustibles* (*Flammable and Combustible Liquids Code)*; apéndice B de NFPA 385, *Estándar para vehículos cisterna de líquidos inflamables y combustibles (Standard for Tank Vehicles for Flammable and Combustible Liquids)*; API RP 1004 *Llenado inferior y recuperación de vapor en los tanques MC-306 de vehículos a motor (Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 Tank Motor Vehicles)*; y API RP 2013, *Limpieza de tanques móviles en servicios de líquidos combustibles o inflamables Cleaning Mobile Tanks in Flammable or Combustible Liquid Service*, 1991.

A.9.12.3 Para más información, ver NFPA 77, *Práctica recomendada sobre electricidad estática, Recommended Practice on Static Electricity*, 2007 edition.

A.9.12.4 Para más información, ver NFPA 77, *Práctica recomendada sobre electricidad estática, Recommended Practice on Static Electricity*, 2007 edition.

A.9.12.8 Para más información, ver NFPA *Manual de protección contra incendios, Fire Protection Handbook*, Section 3, Chapter 3, 18th edition.

A.10.1 Para más información ver las siguientes publicaciones:

Liquefied Petroleum Gases Handbook, 2nd (1989) edition.

National Fuel Gas Code Handbook, 4th (1999) edition.

American Gas Association. *Gas Engineers Handbook*. New York: Industrial Press, 1965.

O'Loughlin, J. R., and C. F. Yokomoto. "Computation of One-Dimensional Spread of Leaking Flammable Gas." *Fire Technology* 25, No. 4 (November 1989): 308–316.

Rabinkov, V. A. "The Distribution of Flammable Gas Concentrations in Rooms." *Fire Safety Journal* 13 (1988): 211–217.

NFPA 54, *National Fuel Gas Code*, 2006 edition.

NFPA 58, *Liquefied Petroleum Gas Code*, 2008 edition.

Tecnología de odorización de gases:

The Gas Odorization Manual, American Gas Association, 1996. Es una versión actualizada de la sección sobre odorización de gases en el *Gas Engineers Handbook*.

Wilson, G. G., and A. A. Attari, eds. *Odorization III*, Institute of Gas Technology, Chicago, IL (1993).

Jacobus, O. J., and J. S. Roberts. "What Constitutes Adequate Odorization of Fuel Gases?" IGT *Odorization Symposium* 1995, IGT, 1995.

Andreen, B. H., and R. L. Kroencke. "Stability of Mercaptans Under Gas Distribution System Conditions," *American Gas Journal* 48 May 1965.

Andreen, B. H., and R. L. Kroencke. "Stability of Mercaptans Under Gas Distribution System Conditions," *Proceedings of the American Gas Association*, 136, 1964.

Campbell, I. D., N. A. Chambers, and O. J. Jacobus. "The Chemical Oxidation of Ethyl Mercaptan in Steel Vessels," IGT *Odorization Symposium* 1994, IGT, 1994.

Campbell, I. D. "Factors Affecting Odorant Depletion in LPG," *Proceedings Symposium on LP-Gas Odorization*, 28, 1989.

Campbell, I. D. "Odorant Depletion in Portable Cylinders," *Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization*, 1990.

Holmes, S. A., P. B. Van Benthuysen, D. C. Lancaster, and M. A. Tiller. "Laboratory and Field Experience with Ethyl Mercaptan Odorant in Propane," *Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization*, 1990.

Kopidlansky, R. "Odorant Conditioning of New Distribution Systems," IGT *Odorization Symposium* IGT, 1995.

Sanders, R. "OSHA and DOT Odorization Regulations," IGT *Odorization Symposium*, IGT, 1995.

Johnson, J. L. "1965 Report on Project PB-48, Stability of Odorant Compounds," Proceedings of the 1966 AGA Distribution Conference, American Gas Association, 1966.

Johnson, S. J. "Ethyl Mercaptan Odorant Stability in Stored Liquid Propane," *Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization,* 1989.

McHenry, W. B., and H. M. Faulconer. "Summary Report on Odorant Investigations," *Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization*, 1, 1990.

Roberts, J. S., and D. W. Kelly, "Selection and Handling of Natural Gas Odorants." In Wilson and Attari, eds. *Odorization III*, 29, IGT, 1993. *Proceedings of the Symposium of LP-Gas Odorization,* 1989

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

and 1990. Copies may be available from the National Propane Gas Association or the Gas Processors Association.

Muestreo y pruebas mediante tubos sonda:

ASTM D 5305, *Standard Test for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor*, 1992.

ASTM D 1265, S*tandard Method for Sampling Liquefied Petroleum (LP) Gases*, 1982.

Absorción de odorizantes por el terreno:

Nomura, K., and R. Organ. "Reaction of LP-Gas Odorants and Soils," *Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization*, 76, 1990.

Parlman, R. M., and R. P. Williams. "Penetrabilities of Gas Odorant Compounds in Natural Soils," *Proceedings of the AGA Distribution Conference*, May 6, 1979.

Sullivan, F. "New Gas Odorants." In G. G. Wilson and A. A. Attari, eds., *Odorization III* 209, IGT, 1993.

Tarman, P. B., and H. R. Linden. "Soil Adsorption of Odorant Compounds," *IGT Research Bulletin* #33 July 1, 1961.

Williams, R. P. "Soil Penetrabilities of Natural Gas Odorants," *Pipeline and Gas Journal*, March 1976.

A.10.2 Puede encontrarse más información sobre las propiedades de combustibles gaseosos en NFPA *Manual de gases licuados del petróleo* (Liquefied Petroleum Gases Handbook), 1995, and the NFPA *Manual del código nacional de gases combustibles* (*National Fuel Gas Code Handbook*), 2003.

A.10.3.1 Para más información, ver Title 49, *Código de regulaciones federales*, Code of Federal Regulations, Part 178, "Specifications for Packagings."

A.10.4.1.1 Para más información, ver ASME *Código sobre calderas y aparatos a presión, Código sobre calderas y aparatos a presión, Boiler and Pressure Vessel Code*. New York, NY: American Society of Mechanical Engineers, 1995.

A.10.4.1.2 Para más información, ver ASME *Código sobre calderas y aparatos a presión, Boiler and Pressure Vessel Code*. New York, NY: American Society of Mechanical Engineers, 1995.

A.10.7.1.3 Para más información, ver U.S. Consumer Products Safety Commission Working Group on Gas Voluntary Standards, *Colocación de papel en los calentadores a gas de agua, para prevenir la ignición de vapores inflamables, Position Paper on Gas Water Heaters to Prevent Ignition of Flammable Vapors.*

A.10.8 Para más información, ver American Gas Association, *Manual de ingenieros del gas, Gas Engineers Handbook*. New York, NY: Industrial Press, 1965.

A.10.9.4.8 Para más información, ver Kennedy, P., and J. Kennedy, *Análisis e investigación de explosiones, Explosion Investigation and Analysis*. Chicago, IL: Investigations Institute, 1990.

A.10.9.5.3 Para más información, ver NFPA *Manual de gases licuados del petróleo, Liquefied Petroleum Gases Handbook*, and the NFPA *Manual del código nacional de gases combustibles, National Fuel Gas Code Handbook.*

A.10.9.9 Para más información, ver American Gas Association, *Manual de ingenieros del gas, Gas Engineers Handbook*. New York, NY: Industrial Press, 1965.

A.10.9.9.2 Ver fuentes listadas en la Sección B.6.

A.11.1 Para más información, ver las siguientes publicaciones:

Bryan, J. L. *An Examination and Analysis of the Dynamics of Human Behavior in MGM Grand Hotel Fire*. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 1983.

"Kentucky State Police Investigative Report to the Governor, Beverly Hills Supper Club Fire." Frankfurt: Kentucky State Police, 1977.

SFPE. "Behavioral Response to Fire and Smoke." In SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*, ed. P. DiNenno. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2002.

Bryan, J. L. "A Study of the Survivors' Reports on the Panic in the Fire at Arundel Park Hall, Brooklyn, Maryland, on January 29, 1956." Fire Protection Curriculum, University of Maryland, College Park, MD, 1957.

Latine, R., and J. M. Darley. *Journal of Personality Social Psychology* 10(215), 1968.

A.11.3.2.1 Ver Latine, R. and J. M. Darley, *Journal of Personality Social Psychology* 10 (215), 1968.

A.11.3.2.2 Ver Bryan, "Estudio de los informes de supervivientes al pánico en el incendio de Arundel Park Hall, Brooklyn, Maryland, el 29 de enero de 1956.", "A Study of the Survivor's Reports on the Panic in the Fire at Arundel Park Hall, Brooklyn, Maryland, on January 29, 1956." Fire Protection Curriculum, University of Maryland, College Park, MD, 1957.

A.11.3.3.4 Para más información, ver J. L. Bryan. NFPA Manual de protección contra incendios, *Fire Protection Handbook*, 19th ed., Section 8, Ch. 1, Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2003.

A.12.1 Aunque muchos de los conceptos y normas legales básicas son parecidas en Canadá, también hay importantes diferencias. El investigador debe ser cuidadoso en la aplicación de las normas legales esbozadas en este capítulo para investigaciones bajo control de las leyes canadienses. Véase Hewitt, "*Pleitos sobre pérdidas por incendios en Canadá: una guía practica*" (*Fire Loss Litigation in Canada: A Practical Guide*) para explicaciones sobre las reglas referidas a temas legales, procedimientos y pruebas, explicadas en este capítulo.

Para más información, ver las publicaciones siguientes:

Hewitt, T. D. *Fire Loss Litigation in Canada: A Practical Guide*. Toronto: Carswell, current edition.

Black, H. C., *Black's Law Dictionary*, 8th edition, West Pub. Co., 2004.

A.12.5.1 Las Normas 701, 702 y 703 de las Normas F*ederales del Procedimiento Civil. Federal Rules of Civil Procedure* están escritas a continuación:

Norma 701. Testimonio de Opinión por Testigos Profanos.

Si el testigo no está declarando como experto, su testimonio en forma de opinión o inferencia está limitado a aquellas opinio-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

nes o inferencias que (a) están basadas racionalmente en la percepción del testigo, (b) ayudan a una clara comprensión de su testimonio o a determinar un hecho en cuestión y no están basadas en un conocimiento científico, técnico o especializado.

Norma 702. Testimonio de Expertos.

Si el conocimiento científico, técnico o de otra especialización, ayuda al esfuerzo de hecho para entender la evidencia o a determinar un suceso en cuestión, puede testificar al respecto un testigo cualificado como experto por conocimiento, habilidad, experiencia, formación o educación, en la forma de una opinión o de otro modo, con tal de que (1) el testimonio esté suficientemente basado en hechos o datos fiables, (2) el testimonio sea producto de principios y métodos fiables, y (3) el testigo haya aplicado fidedignamente los principios y métodos respecto de los hechos del caso.

Norma 703. Bases del Testimonio de Opinión por Expertos

En cada caso en particular, los hechos o datos en los que un experto basa su opinión o inferencia, pueden ser aquellos por él percibidos como hechos conocidos en o antes de la vista o audiencia. Si las opiniones o inferencias presentadas por los expertos en el campo en particular del que se trata, son de un tipo razonablemente fiable en la materia, los hechos o datos se admiten como tales opiniones o inferencias y no se admiten como pruebas. Si los hechos o datos son por otra parte inadmisibles, no deberán ser revelados al jurado, por parte del proponente de la opinión o inferencia, salvo que su valor probatorio sustancialmente pese más que su efecto perjudicial. [*Normas Federales del Procedimiento Civil: 701–703*]

A.12.5.6.5 Para más información sobre las provisiones estatales o jurisdicción sobre la legislación de incendios provocados/inmunidad, ver Insurance Committee for Arson Control (ICAC) "State by State Summary of Arson Reporting/Immunity laws", y "Arson Reporting/Immunity Law Compendium", en la página web del ICAC en http://www.arsoncontrol.org/legal/tip.htm

A.13.1 Para más información en relación a las exigencias de seguridad o entrenamiento, véanse las regulaciones de seguridad y salud ocupacional locales, estatales o federales, y J. W. Munday, *Seguridad en los lugares del incendio e incidentes relacionados, Safety at Scenes of Fire and Related Incidents.*

Donahue, M. "Safety and Health Guidelines for Fire and Explosion Investigators," Stillwater, OK: Fire Protection Publications, International Fire Service Training Association, Oklahoma State University, 2002.

A.13.1.1 Publicacion numero PB-94-195047 del NTIS, Mayo 1994.

A.13.1.1.1 En A.13.1.1.1(1) a (3), se describen ejemplos de estos estudios.

(1) En 1998, el Departamento de Bomberos de Phoenix (Arizona) realizó un estudio de las características del aire, para evaluar la exposición de los bomberos durante las operaciones de revisión final. El estudio llegó a la conclusión de que en el aire estaban presentes numerosos contaminantes tóxicos en unos limites superiores a los permitidos para actividades de trabajo normales (PEL). Los investigadores encontraron que, sin el uso de protección respiratoria, los bomberos hubieran estado expuestos a productos irritantes, asfixiantes y cancerigenos

(2) En un estudio realizado por NFPA dió un promedio de 4.585 lesiones al año relacionadas con la inhalación de humo, la inhalación de gas, y dificultad respiratoria en los bomberos entre 1996 y 2006.

(3) En 2006, investigadores de la Facultad de medicina de la Universidad de Cincinnati, recopilaron datos de más de 32 estudios que investigaron la propensión de los bomberos a desarrollar cáncer y se encontró que los bomberos son mas propensos a desarrollar; cáncer de mieloma múltiple, linfoma no-Hodgkin, cancer de próstata y cáncer de testículo.

A.13.1.1.2 Para más información, ver Kinnes, G.M., NIOSH Health Hazard Evaluation Report 96-0171-2692.

Synder, Erin. NIOSH Health Hazard Evaluation Report 2004-0368-3030.

A.13.3.3.2 Para información adicional, ver lo siguiente:

"Who sets the rules for electrical testing and safety?" originally published by Fluke Corporation and cited from the Cole-Parmer Technical Library(http://www.coleparmer.com/techinfo/ pring.asp?htmlfile=fluke_electricalsafety.htm& = 293 accessed December 9, 2006.

Fire Fighter Fatality Investigation Report F99-28 — CDC/ NIOSH, accediendo a http://www.cdc.gov/niosh/fire/reports/ face9928.html on December 9, 2006.

NJ Face Investigation Report 04-NJ-059, dated October 4, 2005.

A.13.4.1 Figura A.13.4.1 es un formato para análisis de riesgos y amenazas.

A.13.4.2.1 OSHA Model Plans and Programs for the OSHA Bloodborne Pathogens and Hazard Communications Standards. OSHA Publication 3186-06N, (2003). También disponibel en formato PDF, 29 páginas. Proporciona un modelo de programa de comunicación de peligros con un formato facil de usar y de adaptar a las necesidades específicas de cada establecimiento.

A.13.6.1.3 Para obtener orientación específica en la descontaminación de engranajes, sa ha consultar NFPA 1851, *Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting*,

Para los incidentes en los que se ha confirmado la prrsencia de materiales peligrosos, se pueden obtner procedimientos de descontaminación en Suplemento NFPA 10 *Guidelines for Decontamination of Fire Fighters and Their Equipment Following Hazardous Materials Incidents*.

A.13.6.2 Normas Nacionales. Además de las leyes y regulaciones ocupacionales hay otra normas en relación con los diversos equipos de protección personal (EPP)para trabajos de extinción de incendios PPE. Esto aparece en NFPA 1971, *Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting*. Esta norma indica los requisitos mínimos para los siguientes componentes:

(1) Chaqueta
(2) Pantalones
(3) Casco con pantalla
(4) Guantes para bombero.
(5) Botas para bombero.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Además de las normas de NFPA, hay otras normas obligatorias respecto al uso de los EPP. Esta es la norma OSHA 29, CFR 1910.132 a 1910.139 que incluye los requrimiento de uso de los EPP. Además, la situación del escenario puede dictar el nivel de protección necesario.

Par información adicional acerca del uso de EPP, ver 29 CFR 1910.134 Subpart I, Personal Protective Equipment, 29 CFR 1926 Subpart E, Personal Protective Equipment, and NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program; Respiratory Protection for Fire and Emergency Services, 1st Edition*, IFSTA; NFPA 472, *Standard for Competence of Responders to Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction Incidents*; NFPA 1404, *Standard for Fire Service Respiratory Protection Training*; NFPA 1851, *Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting*; NFPA 1852, *Standard on Selection, Care, and Maintenance of Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)*; NFPA 1981, *Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) for Emergency Services*; NFPA 1992, *Standard on Liquid Splash-Protective Ensembles and Cloth-*

NAFI Formato para Evaluación de Peligros y Riesgos

Situación: Fecha: Evaluación realizada por:

Tarea: Control de la Seguridad General de la Escena

Tipo de Peligro	Riesgo	Metodología de Control		
A. Peligros Fisicos	H M L	Ingeniería	Administración	EPP
B. Peligros Estructurales				
C. Peligros Eléctricos				
D. Peligros Químicos				
E. Peligros Biológicos				
F. Peligros Mecánicos				

FIGURA A.13.4.1 Formato para evalución de riesgos y amenazas

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ing for Hazardous Materials Emergencies; NFPA 1994, *Standard on Protective Ensembles for First Responders to CBRN Terrorism Incidents; and Safety and Health Guidelines for the Fire and Explosion Investigator*, Donahue, IFSTA.

A.14.6.1.3 Los programas esponsorizados por NFPA para formación en investigación de incendios incluyen: El programa nacional de investigación de incendios, explosiones e incnedios provocados; El programa nacional avanzado de investigación de incendios, explosiones e incnedios provocados; El programa de entrenamiento para investigación de incendios en vehiculos; El seminario nacional de análisis de incendios en litigios; Seminario de 2 dias sobre NFPA 921; La conferencia internacional InterFlam de ingeniería de protección contra incendios; y el Symposium Internacional de ciencias y tecnologias de la investigación del fuego (ISFI).

A.15.1 U.S. Bureau of Mines, *Fire and Explosion Manual for Aircraft Accident Investigations*, AD-771191, August 1973.

U.S. Bureau of Mines, *Investigation of Fire and Explosion Accidents in the Chemical Mining and Fuel-Related Industries* — A Manual, Report 680, Kuchta, 1985.

Smith, D. W. "Firefighter's Role and Responsibility in Preserving the Fire Scene and Physical Evidence," *The Times,* NFPA Fire Service Section (3), September 1995, p. 6.

A.16.1 Para consultar formatos que puedan ser utilizados para registrar las fotografías tomadas y para esbozar el escenario, ver NFPA 906, *Guide for Fire Incident Field Notes*, Form 906.8 (Photograph) and Form 906.9 (Sketch). NFPA 170, *Standard for Fire Safety and Emergency Symbols*, proporciona símbolos útiles para representar el diagrama de la escena de un incendio o explosión. También puede encontrarse información útil en "Formats for Fire Hazard Inspecting, Surveying, and Mapping," en NFPA *Fire Protection Handbook*.

A.16.2.1.2 Para más información, visitar la página web del Scientific Working Group on Imaging Technology (SWGIT). SWGIT facilita la integración de tecnologías y sistemas de imagen dentro del sistema de justicia, proporcionando definiciones y recomendaciones para la captura, almacenamiento, procesado, análisis, transmisión, y presentación de imágenes. https://www.swgit.org

A.16.2.3.3.2 Para más información sobre la preservación de imágenes digitales, el investigador podría visitar la página web del Scientific Working Group on Imaging Technology, www.fdi.org/images.

A.16.2.8 Para obtener orientación en la preparación de una presentación LCD, visitar la página web de American Academy of Forensic Science (www.aafs.org), Meetings/Annual Meeting/LCD Guidelines.

A.16.3.2 La Figura A.16.3.2(a) hasta la Figura A.16.3.2(i) proporcionan ejemplos que pueden utilizarse en la recogida de datos.

A.16.4.4(D) Muchas referencias, como la NFPA 170, *Estándar para símbolos de seguridad contra incendios (Standard for Fire Safety Symbols)*, edición 2006, están disponibles y se pueden utilizar como ayuda.

A.16.4.6.4 Se puede obtener más informacion contactando con organizaciones específicas como la Construction Specifications Institute (CSI), 601 Madison St., Alexandria, VA 22314-1791.

A.16.5 Para más información ver Smith, Dennis W., "Must Fire Investigators Prepare a Written Investigation Report?" *NFPA Fire Journal,* May/June 2005, p. 65.

A.17.1 Para formularios pertinentes que se pueden utilizar para documentar las pruebas físicas, véase la Figura A.17.3.2 (a), la Figura A.17.3.2 (b), la Figura A.17.3.2 (c), y la Figura A. 17.3.2 (e).

ASTM E 860, *Standard Practice for Examining and Testing Items That Are or May Become Involved in Product Liability Litigation*, 1997.

ASTM E 1188, *Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator*, 1995.

ASTM E 1459, *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation,* 1992.

IAAI, *A Pocket Guide to Accelerant Evidence Collection. Massachusetts* Chapter, 1992.

IAAI Forensic Science Committee. "Position on Comparison Samples." *Fire and Arson Investigator* 41 (2) December 1990.

A.17.2.2 Para más información ver ASTM Standard E 860, *Standard Practice for Examining and Testing Items that are or May Become Involved in Litigation,* 1997; ASTM E 1188 *Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator*, 1995; ASTM E 1492, *Standard Practice for Receiving, Documenting, Storing, y Retrieving Evidence in a Forensic Science Laboratory*, 1992; y ASTM E 1459, *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation*, 1992.

A.17.3 Para más información, véase Smith, "Papel y responsabilidad de los bomberos en la conservación del lugar de los hechos y pruebas físicas" (Firefighters Role and Responsibility in Preserving the Fire Scene and Physical Evidence), " *The Times*, NFPA *Fire Service* 3, September 1995, p. 6.

A.17.4.2 Para más información, véase Massachusetts Chapter of International Association of Arson Investigators, *Guía de bolsillo para recogida de pruebas acelerantes* (*A Pocket Guide to Accelerant Evidence Collection*.), 2007.

A.17.5.1.2 Hay guías útiles para el investigador en ASTM E 1188, *Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator*, 1995; ASTM E 1492, *Standard Practice for Receiving, Documenting, Sorting, and Retrieving Evidence in a Forensic Science Laboratory,* 1992; y ASTM E 1459, *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation*, 1992.

A.17.5.4.6 Para más información, ver IAAI Comité Científico Forense "Actitud frente a las Muestras de Comparación," El Investigador de Incendios Provocados. *Fire and Arson Investigator*. Vol. 41, No. 2 (December 1990).

A.17.5.4.7 Ver IAAI Forensic Science Committee, "Position on The use of Accelerant Detection Canines," Fire and Arson Investigator, 45, No 1 (September 1994).

A.17.5.4.7.2 Para más información, véase Kurz et al., "Evaluación de perros para la detección de aceletantes en los lugares

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NOTAS DE CAMPO DE INCIDENTE EN INCENDIO

Agencia: _____ Expediente No: _____

TIPO DE ESTABLECIMIENTO

Dirección						
Descripción de Propiedad	Construcción	Residencial	Comercial	Vehículo	Campo abierto	Otros
Otra Información Relevante						

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

Información ambiental relevante	Visibilidad	Humedad Relativa	GPS	Elevación	Iluminación
	Temperatura	Dirección del viento	Velocidad del viento	Precipitaciones	

PROPIETARIO

Nombre			DOB
d/b/a (Si aplica)			
Dirección			
Teléfono	Particular	Trabajo	Móvil

USUARIO

Nombre			DOB
d/b/a (Si aplica)			
Dirección Habitual			
Dirección Temporal			
Teléfono	Particular	Trabajo	Móvil

DESCUBIERTO POR

Incidente descubierto por	Nombre		DOB
Dirección			
Teléfono	Particular	Trabajo	Móvil

© 2 1 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 1 of 2)

FIGURA A.16.3.2(a) Formato de Cuestionario para Recoger Datos sobre el Terreno de un Incidente de Incendio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NOTAS DE CAMPO DE INCIDENTE EN UN INCENDIO (continuación)

Expediente No:

REALIZADO POR

Incidente reportado por	Nombre		DOB
Dirección			
Teléfono	Particular	Trabajo	Móvil

INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

Fecha y hora de solicitud	Fecha:	Hora
Investigación solicitada por	Nombre de la agencia	Persona de contacto /Teléfono
Solicitud recibida por	Nombre de la agencia	Persona de contacto /Teléfono

INFORMACIÓN DE LA ESCENA

Información De llegada	Fecha		Hora		Comentarios	
Asegurado	Sí	No	Agencia aseguradora		Tipo de seguro	
Autoridad	Contemporaneous to exigency		Consentimiento		Garantía	
			Escrito	Verbal	Admin.	Crim. Otros
Información de salida	Fecha		Hora		Comentarios	

OTRAS AGENCIAS INVOLUCRADAS

	Nombre del dept o agencia	Incidente No.	Persona de contacto/Teléfono
Dep principal de incendios			
Dep secundario de incendios			
Aplicación penal			
Investigadores privados			

OTRAS OBSERVACIONES

©21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 2 de 2)

FIGURA A.16.3.2(a) ***Continuación.***

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NOTAS DE CAMPO CON VICTIMAS

Agencia: _____ Fecha del incidente: _____ Caso número: _____

DESCRIPCIÓN

Nombre _____ DOB: _____ Sexo/Raza: _____

Dirección _____ Teléfono _____

Otras identificaciones: _____

Descripción de ropas y joyas: _____

Ocupación _____ Lugar de trabajo _____

Estado civil _____

Médico de la víctima: _____ Dentista de la víctima: _____

Fumador: o Sí o No o Desconocido

TRATAMIENTO DE LA VÍCTIMA

Tratamientoen el lugar: o Sí o No Por: _____

Transportado por _____ Observaciones: _____

SEVERIDAD DE LAS LESIONES

o Menores o Moderadas o Severas o Fatal

Descripción de las lesiones: _____

PARIENTE MÁS PRÓXIMO

Nombre: _____ Dirección: _____ Teléfono: _____

Vínculo: _____ Avisado el ___ / ___ / _____ Por _____

INFORMACIÓN SOBRE EL FALLECIMIENTO

Donde se encontró la víctima: _____

Quién encontró a la víctima _____

Posición inicial de la víctima: _____

Apariencia de la víctima: _____

Cuerpo retirado por: _____ A: _____

Fotografiado "in situ": o Sí o No Sangre de referencia bajo/cerca de la víctima: o Sí o No

FORENSE

Agencia: _____

Fecha del examen: ___ / ___ / _____ Lugar: _____

Solicitud de autopsia: o Sí o No Autopsia realizada: o Sí o No Copia adjunta: o Sí o No

Rayos X completo: o Sí o No Otros rayos X: _____

Identificación hecha por: o Apariencia Física o Ficha dental o Huellas dactilares o Comparación heridas previas

o Otros: _____

Condición de la traquea: _____

Evidencias de heridas antes del incendio: o Sí o No Tipo/localización: _____

Muestras de sangre: o Sí o No Otras muestras tomadas: _____

Nivel de CO: _____ Alcohol en sangre: _____ Otros: _____

Causa de la muerte: _____

ESQUEMA COMPLETO DEL CUERPO AL REVERSO

© 21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 1 de 2)

FIGURA A.16.3.2(b) Formato de Cuestionario para Recoger Datos sobre Heridos sobre el Terreno.

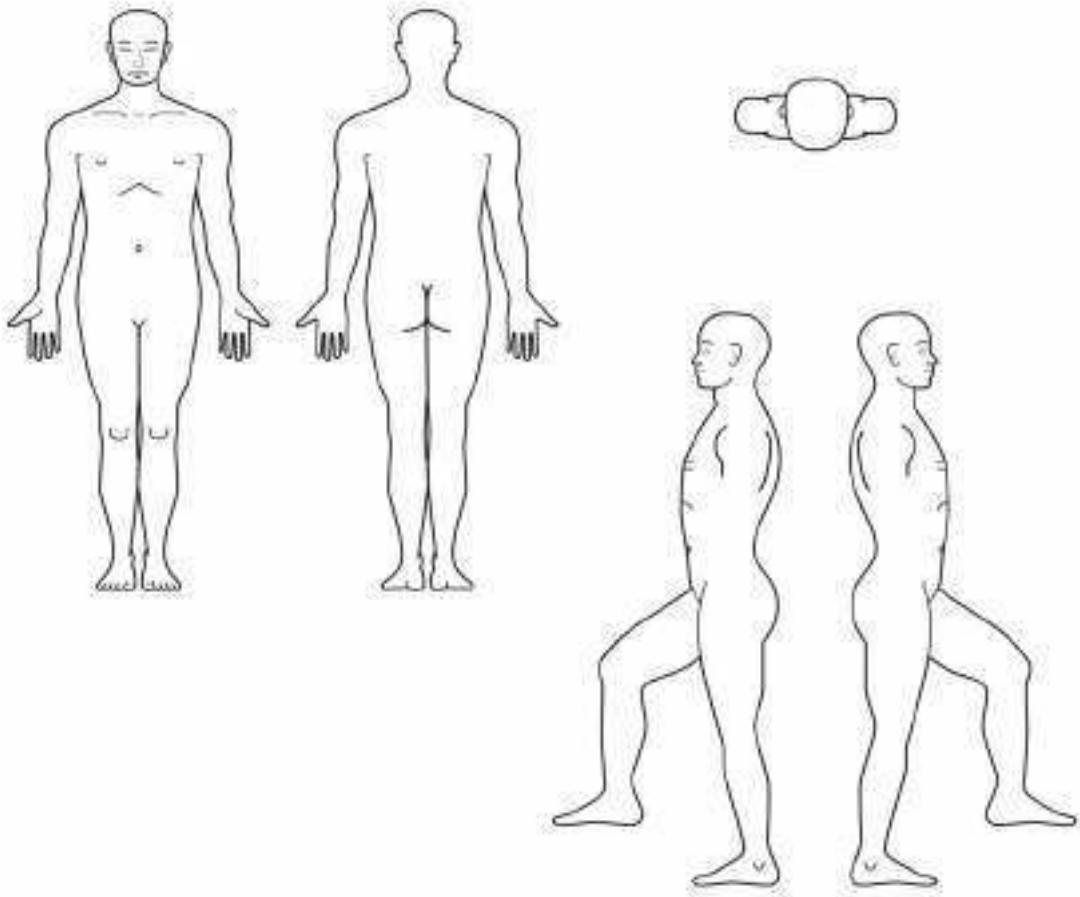
Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NOTAS DE CAMPO CON VÍCTIMAS (Continuación)

OBSERVACIONES

ESQUEMA DEL CUERPO

Indicr las zonas lesionadas: ○ Ninguna ○ Ampollas (marca roja) ○ Quemaduras (marca negra)



Hoja investigación incendio/Adjunta: _____ Iniciales _____
Esquema del cuerpo

© 21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 2 de 2)

FIGURA A.16.3.2(b) Continuación

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NOTAS INCENDIO EN LA NATURALEZA

Agencia: _____ Expediente N: _____

DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD

Daño por incendio:
o Menos de un acre _____ No. acres

Otras propiedades involucradas:

Seguridad:
o Abierto o Vallado o Puerta bloqueada

Comentarios:

FACTORES DE PROPAGACIÓN DEL INCENDIO

Tipo de incendio:
o Superficial o En copas

Factores:
o Viento o Terreno

Comentarios:

ZONA DE ORIGEN

PERSONAS EN LA ZONA

En el momento del incendio:
o Sí o No o Desconocido

Comentarios:

SECUENCIA

Calor de ignición:

Material incendiado:

Factores de ignición:

Caso de equipos involucrados: Fabricado Modelo: Número de serie

Comentarios:

© 21__ National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 1 de 1)

FIGURA A.16.3.2(c) Formato de Cuestionario para Recoger Datos sobre Incendios en la Naturaleza.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

FORMULARIO DE PRUEBAS

Case #: _____

Fecha del incidente ___/___/___ Lugar de almacenamiento: _____

Artículo No.	Descripción	Localización		
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado
_____	_____	_____	Destruido	Abandonado

Cómo se recibió la prueba? Fecha de recepción: ___/___/___ Fecha de almacenaje: ___/___/___

o Retirado de la escena por el investigador.

o Recibidopor parte del investigador por: _____
Nombre, Empresa, o Departamento

Recivido via: o UPS o FedEx o Airborne o US Mail o In person o Freight _____
Nombre de la empresa

Otros: _____
Describe

_____ _____
Recibido por Investigador

LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA RETIRADA

Propietario _____ Ciudad _____ CP _____ Teléfono _____

Empresa _____ Dirección 2 _____

Dirección 1 _____ Ciudad _____

Ciudad _____ Ciudad _____ CP _____ Teléfono _____

© 21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 1 de 2)

FIGURa A.16.3.2(d) Formato de Cuestionario para Recoger Datos sobre Pruebas.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

FORMULARIO DE PRUEBAS (Continuación)

EVALUACIÓN INTERNA

Investigador	Fecha entrada	Fecha Examen	Fecha salida

DESTRUCCIÓN DE PRUEBAS

Autorizado por Fecha

Autorización del investigador Fecha

Destruido por Fecha

CESIÓN DE PRUEBAS

Firma de la persona que recibe la prueba

Persona que recibe la prueba (Please Print) Fecha

Empresa

Dirección

Ciudad Estado CP

Autorizado por Fecha

Autorización del investigador Fecha

Cesión VIA

OBSERVACIONES

EVALUACIÓN POR OTROS

Nombre Fecha de examinación

Empresa

Dirección

Ciudad Estado CP Teléfono

Autorizado por

Autorización del investigador Fecha

Nombre Fecha de examinación

Empresa

Dirección

Ciudad Estado CP Teléfono

Autorizado por

Autorización del investigador Fecha

Nombre Fecha de examinación

Empresa

Dirección

Ciudad Estado CP Teléfono

Autorizado por

Autorización del investigador Fecha

© 21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 2 de 2)

FIGURa A.16.3.2(d) ***Continuación***

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NOTAS DE CAMPO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS

Trabajo # _____ Reclamación # _____
Asegurado _____
Dirección (Ciudad, estado) _____
Localización de la pérdida _____

Robado? ☐Si ☐No Recuperado por _____
Informe de la policía _____
de llaves _____ Sistema de alarma? ☐Si ☐No
Llaves escondidas? ☐Si ☐No Localización _____

Fecha de la pérdida _____
Fecha de la asignación _____
Fecha de la recepción _____
Fecha de la inspección _____
Localización de la inspección _____
en _____ en _____
Informe del incendio _____
Tipo de alarma _____

VEHÍCULO

Fabricación _____ Modelo _____ Año _____
VIN _____ Cuenta kilómetros _____

EXTERIOR

Ruedas	Tipo de llanta	Tipo de rueda	Profundidad recauchutado	Anclajes	Desaparecida
Izda Del.					
Izda Tras.					
Dcha Del.					
Dcha Tras.					
Repuesto					

Puertas	Cristal S/N	Ventanilla Arriba/Abajo	Des-Bloqueada	Abierta - Cerrada	Daños previos
Izda Del.					
Izda Tras.					
Dcha Del.					
Dcha Tras.					

Paneles de la carrocería	Construcción	Condición	Daños previos
Parachoques delantero			
Enrejillado			
Guardabarros Izda Del.			
Defensa Izda Tras.			
Parachoques trasero			
Defensa Dcha Tras.			
Guardabarros Dcha Del.			
Capó			
Techo			
Maletero			

Debajo del capó	Intacto	Desaparecido	Partes desaparecidas	Estado
Motor				
Batería				
Correas y manguitos				
Cableados				
Accesorios				

Líquidos	Nivel	Estado	Muestra tomada
Aceite			
Transmisión			
Radiador			
Servo dirección			
Frenos			
Embrague			

ATS 851B, 8/97 NFPA 921(p.1 de 2)

FIGURA A.16.3.2(e) Formato de Cuestionario para Inspección de Vehículos. (*Fuente: Applied Technical Services, Inc.*)

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

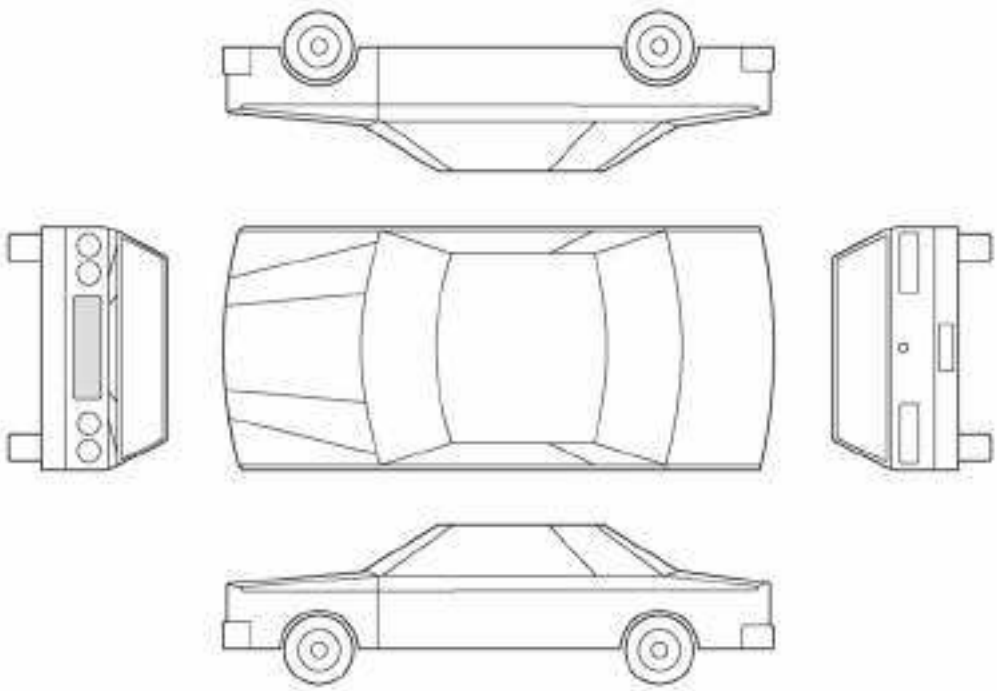
Trabajo # _____

INTERIOR	Intacto	Perdido	Partes perdidas	Estado
Luces instrumentos				
Guantera				
Columna dirección				
Arranque				
Asiento delantero				
Asiento trasero				
Bandeja trasera				
			Fabricante / Modelo	
Sistema música				
Altavoces				
Accesorios				
SUELO			Muestra tomada	
Izda Delantero				
Izda Trasero				
Dcha Delantero				
Dcha Trasero				

EFECTOS PERSONALES EN EL INTERIOR

PORTAEQUIPAJES O MALETERO

ELEMENTOS NO DE FÁBRICA NO DESCRITOS PREVIAMENTE



ATS 851B, 8/97

NFPA 921 (p.2 de 2)

FIGURA A.16.3.2(e) Continuación

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Rollo #: _____ Exposiciones _____

Caso #: Fecha:

Cámara/tipo: Tipo de película: Velocidad: ASA:

Número	Descripción	Localización
1)		
2)		
3)		
4)		
5)		
6)		
7)		
8)		
9)		
10)		
11)		
12)		
13)		
14)		
15)		
16)		
17)		
18)		
19)		
20)		
21)		
22)		
23)		
24)		
25)		
26)		
27)		
28)		
29)		
30)		
31)		
32)		
33)		
34)		
35)		
36)		

Fotos tomadas por: _____ Iniciales: _____

© 21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 1 de 1)

FIGURA A.16.3.2(f) Formato de Cuestionario para Album Fotográfico.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

DATOS PANEL ELÉCTRICO

Localización incendio:	Fecha:	Caso #:
Localización panel:	Tamaño principal:	Fusibles: ❑ Interruptores cortocircuitos ❑

IZQUIERDO

#	Amperio	Etiquetado	Estado
1	Ñ		Ñ
3	Ñ		Ñ
5	Ñ		Ñ
7	Ñ		Ñ
9	Ñ		Ñ
11	Ñ		Ñ
13	Ñ		Ñ
15	Ñ		Ñ
17	Ñ		Ñ
19	Ñ		Ñ
21	Ñ		Ñ
23	Ñ		Ñ
25	Ñ		Ñ
27	Ñ		Ñ
29	Ñ		Ñ

Notas

DERECHO

#	Amperio	Etiquetado	Estado
2	Ñ		Ñ
4	Ñ		Ñ
6	Ñ		Ñ
8	Ñ		Ñ
10	Ñ		Ñ
12	Ñ		Ñ
14	Ñ		Ñ
16	Ñ		Ñ
18	Ñ		Ñ
20	Ñ		Ñ
22	Ñ		Ñ
24	Ñ		Ñ
26	Ñ		Ñ
28	Ñ		Ñ
30	Ñ		Ñ

Notes:

Documentado por _____

© 2 1 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 1 de 1)

FIGURA A.16.3.2(g) Formato de Cuestionario para Datos sobre Panel Eléctrico.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

INCENDIO EN OBRA

Agencia _____ Número de caso _____

TIPO DE USO

Residencial	Unifamiliar	Varias familias	Comercial	Gubernamental
Iglesia	Docente	Otros		
Edad Estimada:	Altura (plantas):	Longitud:	Ancho	

ESTADO DE LA PROPIEDAD

Ocupado durante el incendio? o Sí o No	No ocupado durante el incendio? o Sí o No	Libre durante el incendio? o Sí o No
Nombre de la última persona en obra antes del incendio:	Hora y fecha:	Evacuado por medio de puertas/salidas:
Observaciones:		

Tipo Establecim	Sótano		Crawl space		Slab		Otro:		
Material	Mampostería		Hormigón:		Piedra:		Otro:		
Recubrimiento Exterior	Madera	Ladrillo/Piedra	Vinilo	Asfalto	Metal	Hormigón	Otro:		
Tejado	Asfáltico	Madera	Losa	Metálical	Otro				
Tipo de Construcción	Estructura de Madera	Balloon	De madera	Ordinario	Resistente al fuego	No-combustible	Otro:		

ALARMA/PROTECCIÓN/SEGURIDAD

Rociadores o Sí o No	Bocas Incendio o Sí o No	Cámaras de seguridad o Sí o No
Detectores o Yes o No	Cableado o Sí o No	Batería o Sí o No
Estaban las baterías en su lugar? o Yes o No	Localización(s):	
Llaves ocultas o Sí o No Donde:	Barrotes de seguridad: Ventanas? o Sí o No	Puertas?o Yes o No
Observaciones:		

© 21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 1 de 2)

FIGURA A.16.3.2(h) Formato de Cuestionario para Datos sobre Incendios de Edificios.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

INCENDIO EN EDIFICIO (Continuación)

CONDICIONESPUERTAS/VENTANAS

Puertas	Bloqueada	No bloqueada pero cerrada	Abierta	
	Entrada forzada? o Sí o No	Si conocido, quién la forzó?		
Ventanas	Bloqueada	No bloqueada pero cerrada	Abierta	Cerrada
	Rota por los primeros en actuar? o si o No	Observaciones:		

OBSERVACIONES DEPARTAMENTO DE BOMBEROS

Nombre del primero en llegar:	Departamento:
Observaciones generales:	
Obstáculos para la extinción?	Informe adjunto del primero? o Sí o No

SERVICIOS AUXILIARES

Electrico	Encendido Apagado Ninguno		Al aire Enterrado	
	Empresa	Contacto:	Teléfono:	
Gas/ Combustible	Encendido Apagado Ninguno		Natural PP Aceite	
	Empresa:	Contacto:	Teléfono:	
Agua	Empresa:	Contacto:	Teléfono:	
Teléfono	Empresa:	Contacto:	Teléfono:	
Otros	Empresa:	Contacto:	Teléfono:	

COMENTARIOS:

© 21 National Fire Protection Association NFPA 921 (p. 2 de 2)

FIGURA A.16.3.2(h) *Continuación*

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

FORMULARIO EJEMPLO PARA DATOS DE MODELADO DE INCENDIOS EN RECINTOS

Habitación número _____ Uso _____

Tamaño (usar planos si es posible) Pared/suelo/techo

Construcción

Longitud _____ _____

Ancho _____ _____

Altura _____ _____

Materiales de recubrimiento (que representan más del 10% del recubrimiento de la habitación)
(Incluir espesor, densidad, y otras características conocidas del material)

Material de la pared Porcentaje de paredes o área afectada

_____ _____

_____ _____

_____ _____

Material del techo

_____ _____

_____ _____

Suelo o material recubriendo el suelo

_____ _____

_____ _____

Puertas, Ventanas, y otras aperturas [Introducir todas las alturas como distancia al suelo. Si el umbral de la puerta está en el suelo, introducir cero (0)]

Aperturas	Al techo	Al umbral	Ancho	Cambios durante el incendio (¿Cómo?)[1]

© 2011 National Fire Protection Association

(Página 1 of 2)

FIGURA A.16.3.2(i) Formato de Cuestionario para Datos sobre Modelos de Incendio.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



DATOS PARA MODELADO DE INCENDIOS EN RECINTOS

Calefacción, Ventilación y aire acondicionado (HVAC). Incluir conductos de aire de estos sistemas

Dar las velocidades y posiciones de entrada y salida de aire en esta habitación. También los tamaños y tipos de conductos y difusores

Espesor de las paredes, ventanas cerradas, ajustes de las puertas, etc (a no ser que el ajuste esté muy mal, clasificarlo como estrecho, medio o perdido. Si es así, intentar dar el tamaño, número y ubicación de grietas, etc).

Puertas

Ventanas

Paredes interiores

Paredes exteriores

Desarrollo del incendio (lista de eventos significativos relacionados con el desarrollo del incendio)

Tiempo (fijo o relativo)	Evento
E.j. 1:10 am	Sofá afectado, llamas de 5 pies de alto
1:17 am	Combustión súbita generalizada de la habitación
1:19 am	Grandes llamas en el pasillo
1:23 am	Salida de humos en la ventana del tercer piso

Descripción elementos combustibles iniciales

Descripción	Tamaño	Material
E.j. Sofá	Grande	Poliuretano, con recubrimiento de algodón

Ignitor: e.g. cigarette

Confidence: probable

Supuesta fuente de ignición (listar fuentes de ignición conocidas con estimación de su probabilidad)

Fuente de ignición E.j. cigarrillo

Probabilidad Probable

© 21 National Fire Protection Association (Página 2 de 2)

FIGURA A.16.3.2(i) ***Continuación***

del incendio" (Evaluation of Canines for Accelerant Detection at Fire Scenes); DeHaan, "Equipos de perros detectores de acelerantes: validación y certificación" (Canine Accelerant Detection Teams: Validation and Certification); y Tindall and Lothridge, "Evaluación de 42 equipos de perros detectores de acelerantes" (An Evaluation of 42 Accelerant Detection Canine Teams).

A.17.5.4.7.4 Ver Lentini, J.J., J.A. Dolan, and C. Cherry. "The Petroleum-Laced Background." *Journal of Forensic Science* 45 (5) (2000): 968–989.

A.18.4.2 Para más información sobre análisis vectorial de calor y llamas, ver las referencias siguientes:

Shanley, J. H. Jr.; Alletto, W. C.; Corry, R.; Herndon, J.; Kennedy, P. M.; and Ward, J.; "Federal Emergency Management

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

USFA Fire Burn Pattern Tests." Report of the United States Fire Administration Program for the Study of Fire Patterns, FA 178; p. 221 July 1997.

Kennedy, J. and P. Kennedy. Fires and Explosions — Determining Cause and Origin. Chicago: Investigations Institute, 1985, pp. 442–444.

Shanley, J., and P. Kennedy. "Program for Study of Fire Patterns," Annual Conference on Fire Research (Gaithersburg, Maryland: National Institute of Standards and Technology (NIST), Building and Fire Research Laboratory (BFRL), 1992).

Kennedy, P. and J. Shanley, "Report on the USFA Program for the Study of Fire Pattern," Interflam '96 Proceedings (London: Interscience Communications, 1996), pp. 971–975.

Kennedy, P. "NFPA 921, 'Heat and Flame Vector Analysis,' and Current Fire Pattern Analysis Research," Interflam '99 Proceedings. London: Interscience Communications, 1999, pp. 1311–1316.

Icove, D. and J. DeHaan, *Forensic Fire Scene Reconstruction*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2004, pp. 102–105.

DeHaan, J. *Kirk's Fire Investigation*, 6th ed., Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2007, p. 238.

A.18.4.4.2 Para obtener información adicional sobre la medición de la profundidad de la calcinación, ver:

Mann, D.C., "Studies of the Dehydration/Calcination of Gypsum Wallboard."

Mealy, C.L., "A Forensic Investigation of Ignitable Liquid Fuel Fires in Buildings."

A.19.3.4 Ver ASTM G145-08, Standard Guide for Studying Fire Incidents in Oxygen Systems, y NFPA 430, Norma para almacenamiento de oxidants líquidos y sólidos .

A.19.6.4.1 Ejemplos de fuentes de referencia son:

(1) FIREDOC, biblioteca on-line mantenidad por el Laboratorio de Investigaciones del NIST (http://fris2.nist.gov/starweb/FireDoc/servlet.starweb?path=FireDoc/firedoc.web)

(2) The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, fourth edition, DiNenno, P.J. (ed.), 2008 (Publicado por la Asociación de ingeniero de protección contra incendios y NFPA).

(3) La página web de The International Association of Fire Safety Science (http://iafss.org/) incluye resumenes on line de los conferencias y notas sobre investigacion de incendios (Fire Research Notes) . Estas noitas incluyen los datos de los trabajos de investigación llevados a cabo por UK Fire Research Station (FRS) en el periodo entre 1952 a 1978 en todo lo relacionado con seguridad en incendios y explosiones.

A.19.6.5 Para más información ver lo siguientes: Smith, Dennis W., "The Pitfalls, Perils and Reasoning Fallacies of Determining the Fire Cause in the Absence of Proof: The Negative Corpus Methodology," ISFI Proceedings 2006, International Symposium on Fire Investigation Science and Technology, National Association of Fire Investigators, Sarasota, FL, 2006, pp. 313-325; and, The National Fire Investigator, Spring 2007, NAFI, p.4-11.

A.19.6.5.2 Para más información ver los siguiente: Smith, Dennis W., "The Pitfalls, Perils and Reasoning Fallacies of Determining the Fire Cause in the Absence of Proof: The Negative Corpus Methodology," ISFI Proceedings 2006, International Symposium on Fire Investigation Science and Technology, National Association of Fire Investigators, Sarasota, FL, 2006, pp. 313-325; and, The National Fire Investigator, Spring 2007, NAFI, p.4-11.

A.21.1 Para más información, ver lo siguiente:

ANSI Z535.4, *Product Safety Signs and Labels*, 1998.

ANSI Z535.5, *Accident Prevention Tags*, 1998.

UL 969, *Standard for Marking and Labeling Systems*, 1995, revised 2008.

FMC Corporation, *FMC Product Safety Sign and Label System Manual.*

A.22.1 Para más información, ver lo siguiente:

A.22.1 Para más información, ver las siguientes entradas:

Kimamoto, H.,*Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*.

Para ejemplos de estudios que incorporen tablas de tiempo, desarrollo de datos via pruebas de incendio y modelos de fuego a escalas completa y de muestra, ver:

Grosshandler, W.L., "Report of the Technical Investigation of The Station Nightclub Fire."

Madrzykowski, D., "Cook County Administration Building Fire, NIST SP-1021, "Heat Release Rate Experiments and FDS Simulations."

Métodos de prueba de Incendios:

NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*.

ASTM D56, *Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester*.

ASTM D92, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup*.

ASTM D93, *Standard Test Method for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*.

ASTM D1230, *Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles*.

ASTM D1310, *Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus*.

ASTM D1929, *Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics*.

ASTM D2859, *Standard Test Method for Flammability of Finished Textile Floor Covering Materials*.

ASTM D3065, *Standard Test Methods for Flammability of Aerosol Products*.

ASTM D3828, *Standard Test Methods for Flash Point by Small Scale Closed Tester*.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ASTM D4809, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)*.

ASTM D5305, *Standard Test Method for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor*.

ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*.

ASTM E108, *Standard Test Method for Fire Tests of Roof Coverings*.

ASTM E119, *Standard Methods of Fire Tests of Building Construction and Materials*.

ASTM E603, *Standard Guide for Room Fire Experiments*.

ASTM E648, *Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*.

ASTM E659, *Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals*.

ASTM E681, *Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals*.

ASTM E800, *Standard Guide for Measurement of Gases Present or Generated During Fires*.

ASTM E906/E906M, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products*.

ASTM E1226, *Test Method for Pressure and Rate of Pressure Rise for Combustible Dusts*.

ASTM E1352, *Standard Test Method for Cigarette Ignition Resistance of Mock-up Upholstered Furniture Assemblies*.

ASTM E1353, *Standard Test Methods for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture*.

ASTM E1354, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption Calorimeter*.

ANSI/UL 263, *Standard for Safety Fire Tests of Building Construction and Materials*.

A.22.3.1 Para más información sobre árboles de fallo, véase NFPA *Manual de protección contra incendios (Fire Protection Handbook),* 18ª edición, páginas 37-41; NFPA 550, *Guía para el árbol de conceptos de seguridad contra incendios (Guide to the Fire Safety Concepts Tree)*, App. C; y Kimamoto and Henley, Valoración y gestión de la probabilidad del riesgo para ingenieros y científicos (*Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*), Capítulo. 4.

A.22.4.1.6 Para un ejemplo de un documento V&V relativo a un modelo de incendio, ver *Engineering Guide—Evaluation of the Computer Fire Model DETACT-QS, Society of Fire Protection Engineering, Bethesda*, MD, 2002.

A.22.4.7 Para más información sobre el análisis de las vías evacuación, véase Sección B.7.

A.22.4.8 Hay exposiciones más extensas sobre módelos y análisis de dinámica del fuego en NFPA *Manual de protección contra el* fuego (*Fire Protection Handbook*), y en el SFPE *Manual de ingeniería de protección contra incendios (SFPE Handbook of Fire Protection Engineering).*

A.22.4.8.3.1 Para más información, ver:

Iqbal, Naeem, "Fire Dynamics Tools (FDTs): Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) Fire Protection Inspection Program, Final Report."

Fire Dynamics Tools is currently maintained, and has undergone a V & V process as documented in Verification and Validation of NUREG 1824, *Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications*.

Esta publicación está siendo actualizada y ha pasado un proceso V&V Validación y verificación) tal y como se indica en Verification and Validation of NUREG 1824, *Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications*.

A.22.5.2 La figura A.15.3.2. (i) muestra ejemplos sobre los formularios que se pueden utilizar para la recogida de datos para el modelado de fuegos en habitaciones.

A.23.1 Las referencias de la Sección B.8. son valiosas al considerar información técnica adicional sobre explosiones que afectan a edificios o recipientes. Para más información vero lo siguiente:

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, 2007.

Baker, W. E. *Explosion Hazards and Evaluations.* Amsterdam–New York: Elsevier Publishers, 1983.

Baker, W. E., and M. J. Tang. *Gas, Dust, and Hybrid Explosions*. Amsterdam–New York: Elsevier Publishers, 1991.

Bartknecht, W. *Dust Explosions*. Berlin–New York: Springer-Verlag, 1989.

Bartknecht, W. *Explosions — Course Prevention Protection*. New York: Springer-Verlag, 1980.

Best, R., y W. L. Walls. "Hot Water Heater BLEVE in School Kills Seven." *Fire Journal* 76, No. 5 (September 1982): pp. 20–24 and 104–105.

Bodurtha, F. T. *Industrial Explosion Prevention and Protection.* New York: McGraw Hill, 1980.

Cashdollar, K., y M. Hertzberg. *Explosibility and Ignitibility of Plastic Abrasive Media.* Internal Report No. 4657, June 1987.

Center for Chemical Process Safety. *Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions*, Flash Fires and BLEVEs. Washington, DC: American Institute of Chemical Engineers, 1994.

Chemical Propulsion Information Agency. *Hazards of Chemical Reactants and Propellants*, CPIA 394, September 1984.

Eckhoff, R. K. *Dust Explosions in the Process Industries*. Butterworth–Heineman, 1997.

Fleischmann, C. M., P. J. Pagni, y R. B. Williamson, "Exploratory Backdraft Experiments," *Fire Technology* 29(4), 1993.

Fleischmann, C. M., P. J. Pagni,, y R. B. Williamson. "Quantitative Backdraft Experiments," *4th International Symposium on Fire Safety Science*, International Association for Fire Safety Science, 1994.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Gottuk, D. T., M. J. Peatross, J. P. Farley, y F. W. Williams, "The Development and Mitigation of Backdraft: A Real-Scale Shipboard Study," *Fire Safety Journal*, 33(4), November 1999.

Gottuk, D. T., F. W. Williams, y J. P. Farley. "The Development and Mitigation of Backdrafts: A Full-Scale Experimental Study," *Fire Safety Science—Proceedings of the Fifth International Symposium*, International Association of Fire Safety Science, 1997.

Gugan, K. *Unconfined Vapor Cloud Explosions*. Houston, TX: Gulf Publishing, 1978.

Harris, R. J. *The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants*. London and New York: E&FN Spoon, Ltd., 1983.

Hertzberg, M., and K. Cashdollar. "Domains of Flammability and Thermal Ignitibility for Pulverized Coals and Other Dusts; Particle Size Dependence and Microscopic Residue Analyses." *19th Symposium on Combustion*. Combustion Institute, 1982, pp. 1169–80.

Institute of Makers of Explosives. *Glossary of Commercial Explosives Industry Terms*. Washington, DC: Safety Library Publications, No. 12, 1985.

Kennedy, P., and J. Kennedy. *Explosion Investigation and Analysis*. Chicago, IL: Investigations Institute, 1990.

National Fire Academy, Open Learning Fire Service Program. *Fire Dynamics Course Guide/Reader, Unit 4 — Explosions*. Emmitsburg, MD: National Emergency Training Center.

Nettleton, M. A. *Gaseous Detonations; Their Nature, Causes and Control*. New York: Routledge, Chapman and Hall, 1987.

NFPA 68, *Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting*, 2008 edition.

NFPA 69, S*tandard on Explosion Prevention Systems*, 2008 edition.

NFPA 654, *Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids*, 2006 edition.

Prugh, R. W. "Quantitative Evaluation of 'BLEVE' Hazards," *Journal of Fire Protection Engineering* 3(1) (March 1981).

Stull, D. R. "Fundamentals of Fire and Explosion,"AICHE Monograph Series 73(10), 1977.

Title 49, Code of Federal Regulations, Part 178, "Specification for Packagings," U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

U.S. Army Technical Manual, TM 5-1300, revisión1, "Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions," Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

USBM. F*ire and Explosion Manual for Aircraft Accident Investigations*. Washington, DC: U.S. Bureau of Mines, 1973.

USBM. *Investigation of Fire and Explosion Accidents in the Chemical Mining and Fuel-Related Industries — A Manual*. Washington, DC: U.S. Bureau of Mines, 1985.

USBM. *Pressure Development in Laboratory Dust Explosions*. Washington, DC: U.S. Bureau of Mines.

USBM. *Preventing Ignition of Dust Dispersion by Inerting*, Report of Investigations 6543. Washington, DC: U.S. Bureau of Mines, 1964, p. 12.

Walls, W. J. "Just What Is a BLEVE?" *Fire Journal* 72(6) (November 1978): 46–47.

Yallop, J. *Explosion Investigation*. Harrogate, UK: Forensic Science Society Press, 1980.

Zabetakis, M. G. *Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapors*, Bulletin 627, 1965.

Zalosh, R. "Explosion Protection," *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Quincy, MA: Society of Fire Protection Engineers, 1995, Section 2, Chapter 5.

A.23.2 Para más información, véase el NFPA *Manual de protección contra el fuego (Fire Protection Handbook)*, 19ª edición, Sección 1, Capítulo 6.

A.23.2.2 Para más información sobre BLEVEs, véase Walls, "¿Exactamente qué es una BLEVE?" (Just What Is a BLEVE?), y Best and Walls "BLEVEs en calentadores de agua caliente en escuelas de niños de siete años" (Hot Water Heater BLEVE in School Kills Seven), *Fire Journal* 76(5) (September 1982): 20–24 and 104–105.

A.23.2.3 Para más información, véase el NFPA *Manual de protección contra el fuego (Fire Protection Handbook*), 19ª edición, Sección 1, Capítulo 6.

A.23.3.2 Para más información, véase Kennedy, P., and J. Kennedy. *Explosion Investigation and Analysis*. Chicago, IL: Investigations Institute, 1990.

A.23.4.3.2 Para mas información acerca de bols de fuego ver: Lees' Loss Prevention in the Process Industries, 16.15 Fireballs, Babrauskas, Vytenis, Ignition Handbook, p.524-527.

A.23.5.3 Para mas información ver las publicaciones siguientes:

Bartknecht, W. Explosions — Course Prevention Protection. New York, NY: Springer-Verlag, 1980.

NFPA 68, Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting, 2008 edition.

Zalosh, R. "Explosion Protection," The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Quincy, MA NFPA, 1995.

A.23.5.4 Para mas información ver NFPA 68, Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting, 2007 edition.

A.23.7.3 Se puede encontrar más información en Yallop, *Investigación de explosiones (Explosion Investigation*). Harrogate, UK: Forensic Science Society Press, 1980.

A.23.8.1 *Para más información, véase NFPA 77, Práctica recomendada sobre electricidad estática, Recommended Practice on Static Electricity*, edición 2007.

A.23.8.2.1 Las siguientes referencias dan información adicional sobre velocidades de llama:

Harris, *La investigación y el control de las explosiones de gas en edificios y plantas térmicas (The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants)*,1983.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

NFPA NFPA 68, *Guía para el venteo de deflagraciones (Guide for Venting of Deflagrations*), 2007 edition.

A.23.8.2.1.4 A la velocidad de combustión laminar se la ha llamado a veces en la literatura previa, velocidad fundamental de llama velocidad laminar de la llama. Este documento se refiere específicamente a estas propiedades en los términos que se comentan en los apartados 21.8.2.1.4 a 21.8.2.1.6.

A.23.8.2.2 Para más información, véanse las siguientes publicaciones:

Kennedy, J., and P. Kennedy. *Fires and Explosions — Determining Cause and Origin*. Chicago, IL: Investigations Institute, 1985.

O'Loughlin, J. R., and C. F. Yokomoto, "Computation of One-Dimensional Spread of Leaking Flammable Gas." *Fire Technology* 25(4) (November 1989): 308–16.

Rabinkov, V. A. "The Distribution of Flammable Gas Concentrations in Rooms," *Fire Safety Journal* 13 (1988): 211–17.

A.23.8.2.2.5 Harris (1983) pp. 18-25.

A.23.8.2.2.6 Kennedy, P., and J. Kennedy. Explosion Investigation and Analysis. Chicago, IL: Investigations Institute, 1990. pp. 74-81.

A.23.8.4 Para más información, ver Harris, R. J. *The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants*. London and New York: E & FN Spoon, Ltd., 1983.

A.23.9.1.1 NFPA 68, *Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting*, suministra una compleeta introducción sobre los fundamentos de las explosiones de polvo.

A.23.9.2 Para más información, ver las siguientes publicaciones:

Hertzberg, M. and K. Cashdollar, "Domains of Flammability and Thermal Ignitibility for Pulverized Coals and Other Dusts: Particle Size Dependence and Microscopic Residue Analyses," *19th Symposium on Combustion*. Pittsburgh, PA: Combustion Institute, 1982, pp. 1169–80.

Hertzberg, M., and K. Cashdollar. *Explosibility and Ignitibility of Plastic Abrasive Media*. Washington, DC: U.S. Bureau of Mines, Internal Report No. 4657, June 1987.

A.23.9.3 Los valores publicados deben ser usados con precaución en la medida en que la literatura contiene valores que presentan una baja fiabilidad debido a los errores de medición. Los valores de Concentración Mínima Explosiva (CME) medidos por medio del uso generalizado del Aparato Hartmann son demasiado bajas en un factor de dos. Los valores CME para las mezclas de polvo y aire en recipientes de 20-L de volumen o mayores, puede ser medida usando *ASTM E1515,* Standard Test Method for Minimum Explosible Concentration of Combustible Dusts. (See Babrauskas' Ignition Handbook.)

A.23.9.5 Para más información, ver USBM, Preventing Ignition of Dust Dispersion by Inerting, Washington, DC: U.S. Bureau of Mines, Report of Investigations 6543. 1964, p, 12.

A.23.10 Para más información, ver lo siguiente:

Gottuk, D. T., M. J. Peatross, J. P. Farley, y F. W. Williams, "The Development and Mitigation of Backdraft: A Real-Scale Shipboard Study," *Fire Safety Journal,* 33 (4) (November 1999): 261–282.

Gottuk, D. T., F. W. Williams, and J.P. Farley. "The Development and Mitigation of Backdrafts: A Full-scale Experimental Study," *Fire Safety Science — Proceedings of the Fifth International Symposium,* International Association of Fire Safety Science, 1997, pp. 935–946.

Fleischmann, C. M., P. J. Pagni, y R. B. Williamson, "Exploratory Backdraft Experiments," *Fire Technology* 29(4) (1993), 298–316.

Fleischmann, C. M., P. J. Pagni, y R. B. Williamson, "Quantitative Backdraft Experiments," *4th International Symposium on Fire Safety Science, International Association for Fire Safety Science*, 1994, pp. 337–348.

A.23.12 Para más información, ver Institute of Makers of Explosives, *Glossary of Commercial Explosives Industry Terms*. Washington, DC: Safety Library Publications No. 12, 1985.

A.23.18.4 Para explosivos en fase condensadas, una metodología como la presentada en U.S. *Army Technical Manual*, TM5-1300, "Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions" (U.S. GPO, Washington, DC), puede ser usada para estimar la cantidad y configuración de explosivos necesaria para causar los daños.

Los efectos grandes de campo vienen asociados con los daños por explosión que resultan del frente aéreo de explosión y fragmentos volantes. Se puede deducir la energía equivalente de TNT del sistema explosivo por el peso del proyectil, distancia y daño resultante. Se pueden encontrar más detalles en National Fire Academy, *Fire Dynamics Course Guide/Reader, Unit 4 — Explosions*. Emmitsburg, MD: National Emergency Training Center.

A.24.1 Para más información, ver lo siguiente:

Carman, S. *High Temperature Accelerants, A Study of HTA Fires Reported in the United States and Canada Between January* 1981 and August 1991, Sacramento, CA: U.S. Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, October 1994.

DeHaan, J. "Canine Accelerant Detection Teams: Validation and Certification," *CAC News*, California Association of Criminalists, July 1994.

Douglas, J. E., A. W. Burgess, A. G. Burgess, y R. K. Ressler. *Crime Classification Manual*. New York: Lexington Books, 1992.

Icove, D. J. *Incendiary Fire Analysis and Investigation*. Open Learning Fire Science Program Course. Lexington, MA: Ginn Custom Publishing, 1983.

Icove, D. J., V. B. Wherry, and J. D. Schroeder. *Combatting Arson for Profit.* Columbus, OH: Battelle Press, 1980.

Kurz, M., et al. "Evaluation of Canines for Accelerant Detection at Fire Scenes," *Journal of Forensic Sciences* 39(6) (November 1994): 1528–36.

Sapp, A. D., T. G. Huff, G. P. Gary, y D. J. Icove. "A Motive-Based Offender Analysis of Serial Arsonist," Department of Justice/Federal Bureau of Investigation/Federal Emergency Management Agency.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tindall, R., y K. Lothridge. "An Evaluation of 42 Accelerant Detection Canine Teams." *Journal of Forensic Sciences* 40(4) (July 1995): 561–64.

Douglas, J. E., A. W. Burgess, A. G. Burgess, y R. K. Kessler. *Crime Classification Manual.* New York, NY: Lexington Books, 1997.

Restatement of the Law, Second Torts, 402A, American Law Institute, Philadelphia, PA.

Model Penal Code, Section 220.1(1), American Law Institute, Philadelphia, PA.

A.24.2.4 Ver Carman, "Acelerantes de alta temperatura, estudio de los informes de incendio por estos acelerantes en los Estados Unidos y Canadá entre enero de 1981 y agosto de 1991" (*High Temperature Accelerants, A Study of HTA Fires Reported in the United States and Canada Between January 1981 and August 1991*). Sacramento, CA: U.S. Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, October 1994.

A.24.4.2.1 Para más información, ver Icove, Investigación y análisis de fuegos provocados (*Incendiary Fire Analysis and Investigation*). Open Learning Fire Service Program Course. Lexington, MA: Ginn Custom Publishing, 1983.

A.24.4.9 Ver Douglas et al., *Crime Classification Manual*, New York, NY: Lexington Books, 1992, p. 165.

A.24.4.9.3 Ver Sapp et al., *A Motive-Based Offender Analysis of Serial Arsonist*, Department of Justice pp. 4 and 71.

A continuación están las clasificaciones numéricas de los incendiatios, utilizados por el Manual de clasificación del crimen (*Crime Classification Manual*).

(1) Vandalismo (200)
  (a) Daños intencionados y maliciosos (201)
  (b) Presión / aceptación del grupo o camaradas (202)
  (c) Y otros – no clasificados (209)

(2) Excitación (210)
  (a) Busca aterrorizar (211)
  (b) Busca atención (212)
  (c) Reconocimiento (213)
  (d) Perversión o recompensa sexual (214)

(3) Venganza (220)
  (a) Desquite personal (221)
  (b) Desquite social (222)
  (c) Desquite contra las instituciones (223)
  (d) Desquite en grupo (224)
  (e) Intimidación (225)
  (f) Otro (229)

(4) Ocultación del crimen (230)
  (a) Asesinato (231)
  (b) Suicidio (232)
  (c) Destrozos y asalto o robo con allanamiento de morada (233)
  (d) Malversación (234)
  (e) Hurto (235)
  (f) Destrucción de registros o documentos (236) y otros (239)

(5) Beneficio (240)
  (a) Incendios fraudulentos (241)
    i. Fraude para cobrar el seguro (241.01)
    ii. Fraude para liquidar una propiedad (241.02)
    iii. Fraude para disolver un negocio (241.03)
    iv. Fraude para ocultar una pérdida o liquidar las existencias (241.04)
  (b) Empleo (242)
  (c) Evacuación de propiedades y parcelas (243)
  (d) Competencia (244)
  (e) Otro (249)

(6) Extremistas (250)
  (a) Terrorismo (251)
  (b) Disturbios civiles / alborotos (253)

Las clasificaciones numéricas, que aparecen en los paréntesis dstrás de las clasificaciones y subclasificaciones, se corresponden con las clasificaciones del *Crime Classification Manual*.

A.24.4.9.3.3 Ver DeHaan, *Kirk's Fire Investigation*, p. 400.

A.24.4.9.3.4 Ver Sapp et al., *A Motive-Based Offender Analysis of Serial Arsonist*, pp. 7–8, 28, 31, 38, 41. Ver también DeHaan, *Kirk's Fire Investigation*, page 402.

A.24.4.9.3.5 Ver DeHaan, *Kirk's Fire Investigation*, p. 402.

A.24.4.9.3.6 Ver DeHaan, *Kirk's Fire Investigation*, pp. 396–398.

A.24.4.9.3.7 Ver DeHaan, *Kirk's Fire Investigation*, p. 403.

A.25.2 Birky, M., B. Halpin, Y. Caplan, R. Fisher, J. McAllister, and A. Dixon. Fire Fatality Study, Fire and Materials 3, 1979, 211-217.

Lundquist, P., L. Rammer, and B. Sorbo. Role of Hydrogen Cyanide and Carbon Monoxide in Fire Casualties: A Prospective Study, Forensic Sci. Int. 43, 1989, 9-14.

Purser, D.A. Interactions among carbon monoxide, hydrogen cyanide, low oxygen hypoxia, carbon dioxide and inhaled irritant gases, In Carbon Monoxide Toxicity, 1st ed. CRC Press Ltd., Boca Raton, Florida, 2000, pp. 157-191.

Purser, D.A. and W.D. Woolley. Biological effects of combustion atmospheres, J. Fire Sci. 1, 1982, 118-144.

Purser, D.A. Behavioral impairment in smoke environments. Toxicology. 115, 1996, 25-40.

A.25.2.1 DeHaan, J. "The Dynamics of Flash Fires Involving Flammable Hydrocarbon Liquids." American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 7(1), 1996, 24-31.

Gann, R.J., V. Babrauskas, and R.D. Peacock. "Fire Conditions for Smoke Toxicity Measurements." Fire and Materials, 18(3), May/June 1994.

Gottuk, D.T., and B.Y. Lattimer. "Effect of Combustion Conditions on Species Production," Section 2/Chapter 5, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

Hall, J.R., and B. Harwood. "Smoke or Burns- Which Is Deadlier?" NFPA Journal, January/February 1995.

Hirschler, M.M., S.M. Debanne, J.B. Larsen, and G.L. Nelson, eds. Carbon Monoxide and Human Lethaility: Fire and Non-Fire Studies. New York: Elsevier Applied Science, 1993.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Nelson, G.L. "Carbon Monoxide and Fire Toxicity: A Review and Analysis of Recent Work," Fire Tech., 34(1), 1998.

Penney, D.G., Carbon Monoxide Poisoning, CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, 2008.

Purser, D.A. "Toxicity Assessment of Combustion Products," Section 2, Chapter 6, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

Tewarson, A. "Generation of Heat and Chemical Compounds," Section 3/Chapter 4, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

World Health Organization, Environmental Health Criteria 213: Carbon Monoxide, 2nd Edition, 1999.

A.25.2.1.1 World Health Organization, Environmental Health Criteria 213: Carbon Monoxide, 2nd Edition, 1999.

A.25.2.1.3 Kunsman, G. and B. Levine. Carbon Monoxide/ Cyanide. In Principles of Forensic Toxicology, 2nd ed., AACC Press, Washington, D.C., 2006, 359-372.

A.25.2.1.4 Carney, A., E. Anderson. The System Approach to Brain Blood Flow. Advances in Neurology, 30, 1981, 1-30.

Radford, E., T. Drizd. Blood Carbon Monoxide Levels in Persons 3-74 Years of Age: United States, 1976-80. National Center for Health Statistics: Advanced Data, United States Department of Health and Human Services, Number 76, March 17, 1982.

Raud, J., M. Mathieu-Nolf, N. Hampson, S. Thom. Carbon Monoxide poisoning- a public health perspective. Toxicology, 145, 2000, 1-14.

Stewart, R.D. The effect of carbon monoxide on humans. Ann. Rev. Pharm. 15, 1975,409-422.

Stewart, R.D., E.D. Baretta, L.R. Platte et al. Carboxyhemoglobin levels in American blood donors. J.Am.Med.Asso.229, 1974, 1187-1195.

World Health Organization, Environmental Health Criteria 213: Carbon Monoxide, 2nd Edition, 1999.

Zwart, A., E.J. Van Kampen. Dyshaemoglobin, especially carboxyhaemoglobin, levels in hospitalized patients, Clin. Chem., 31, 1985, 945.

A.25.2.1.5 Bruce, M.and E. Bruce. Analysis of factors that influence rates of carbon monoxide uptake, distribution, and washout from blood and extravascular tissues using a multicompartment model, J Appl Physiol 100, 2006, 1171-1180.

Penney, D.G., Carbon Monoxide Poisoning, CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, 2008.

Peterson, J. and R. Stewart. Absorption and Elimination of Carbon Monoxide by Inactive Young Men. Arch Environ Health. 21, 1970, 165-171.

Shimazu, T. Half-life of Blood Carboxyhemoglobin. Chest. 119, 2001, 661-663.

Stewart, R.D. The effect of carbon monoxide on humans. Ann. Rev. Pharm. 15, 1975,409-422.

Weaver, L., S. Howe, R. Hopkins, K. Chan. Carboxyhemoglobin Half-life in Carbon Monoxde-Poisoned Patients Treated With 100% Oxygen at Atmospheric Pressure. Chest. 117, 2000, 801-808.

World Health Organization, Environmental Health Criteria 213: Carbon Monoxide, 2nd Edition, 1999.

A.25.2.1.6 Penney, D.G., Carbon Monoxide Poisoning, CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, 2008.

A.25.2.1.7 Birky, M., B. Halpin, Y. Caplan, R. Fisher, J. McAllister, and A. Dixon. Fire Fatality Study, Fire and Materials 3, 1979, 211-217.

A.25.2.2 Altman, R.E., The Microdetermination of Cyanide in Fire Fatalities. University of Maryland, Baltimore. Doctor of Philosophy, 1976.

Ballantyne, B. and H. Salem. Experimental, Clinical, Occupational Toxicology, and Forensic Aspects of Hydrogen Cyanide with Particular Reference to Vapor Exposure. In Inhalation Toxicology, 2nd ed. CRC, Taylor and Francis, Boca Raton, FL, 2006, pp. 717-802.

Baud, F.J., P. Barriot, V. Toffis, B. Riou, E. Vicaut, Y. Lecarpentier, R. Bourdon, A. Astier, and C. Bismuth. Elevated blood cyanide concentrations in victims of smoke inhalation. New Engl. J. Med. 325, 1991, 1761-1766.

Canfield, D., A. Chaturvedi, and K. Dubowski. Interpretation of Carboxyhemoglobin and Cyanide Concentrations in Relation to Aviation Accidents. Civil Aerospace Medical Institute, Federal Aviation Administration, Final Report, May 2005.

Chaturvedi, A., B. Endecott, R. Ritter, D. Sanders. Variations in Time-to-Incapacitation and Blood Cyanide Values for Rats Exposed to Two Hydrogen Cyanide Gas Concentrations. Office of Aviation Medicine, Washington, D.C., 1993.

DeRosa, M. and C. Litton, "Hydrogen Cyanide and Smoke Particle Charatersitics During Combustion of Polyurethane Foams and Other Nitrogen-Containing Materials", U.S. Bureau of Mines, 1991.

Esposito, F.M.. Blood and air concentrations of benzene, carbon monoxide and hydrogen cyanide following inhalation of these gases or thermal decomposition products of polymers releasing these toxicants, Ph.D. dissertation submitted to Graduate School of Pubic Health, University of Pittsburgh, September 1987.

Esposito, F. and Y. Alarie. Inhalation Toxicity of Carbon Monoxide and Hydrogen Cyanide Gases Released During the Thermal Decomposition of Polymers. J. Fire Sci. 6, 1988,195-242.

Ferrari, L., M. Arado, L. Giannuzzi, G. Mastrantonio, and M. Guatelli. Hydrogen Cyanide and carbon monoxide in blood of convicted dead in a polyurethane combustion: a proposition for the data analysis, Forensic Sci. Int. 121, 2001,140-143.

Levin, B., M. Paabo, M.L. Fultz, and C. Bailey. Generation of Hydrogen Cyanide from Flexible Polyurethane Foam Decomposed under Different Combustion Conditions. Fire and Materials 9, 1985, 125-134.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Okae, M., K. Yamamoto, Y. Yamamoto, and Y. Fukui. Cyanide, Carboxyhemoglobin and Blood Acid-Base State in Animals Exposed to Combustion Products of Various Combinations of Acrylic Fiber and Gauze. Forensic Sci. Int. 42. 1989, 33-41.

Purser, D.A., P. Grimshaw and K.R. Berrill. Intoxication by cyanide in fires: a study in monkeys using polyacrylonitrile. Arch. Environ. Hlth. 39, 1984, 394-400.

Simeonova, F. and L. Fishbein. Hydrogen Cyanide and Cyanides: Human Health Aspects. Concise International Chemical Assessment Document 61, World Health Organization, first draft, Geneva 2004.

United States Department of Health and Human Services, A Toxicological Profile for Cyanide, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 2004.

A.25.2.2.1 Birky, M., M. Paabo, J. Brown. Correlation of Autopsy Data and Materials Involved in the Tennessee Jail Fire. Fire Safety Journal. 2, 1979/80, 17-22.

Gill, J., L. Goldfeder, M. Stajic. The Happy Land Homicides: 87 Deaths Due to Smoke Inhalation. J. Forensic Sci. 48, 2003, 161-163.

Levin, B.C., P.R. Rechani, J.L. Gurman, F. Landron, H.M. Clark, M.F. Yoklavich, J.R. Rodriguez, L. Droz, F. Mattos de Cabrera, and S. Kaye. Analysis of carboxyhemoglobin and cyanide in blood from victims of the Dupont Plaza Hotel fire in Puerto Rico. J. Forensic Sci. 35, 1990, 151-168.

Nelson, G.. Carbon Monoxide and Fire Toxicity: A Review and Analysis of Recent Work. Fire Tech. 34, 1998, 39-58.

A.25.2.2.4 Anderson, C.J., and W.A. Harland. Fire deaths in the Glasgow area: III , The role of hydrogen cyanide Med. Sci. Law 22, 1982, 35-39.

Ballantyne, B., J. Bright, and P. Williams. An experimental assessment of decreases in measurable cyanide levels in biological fluids. J. Forensic Sci. Soc. 13, 1973, 111-117.

Ballantyne, B., J. Bright, and P. Williams. The post-mortem rate of transformation of cyanide. Forensic Sci. 3, 1974, 71-76.

Ballantyne, B. Changes in blood cyanide as a function of storage time and temperature. J. Forensic Sci. Soc.16, 1976, 305-310.

Ballantyne, B. In vitro production of cyanide in normal human blood and the influence of thiocyanate and storage temperature. Clin. Toxicol. 11, 1977, 173-193.

Ballantyne, B. Artifacts in the definition of toxicity by cyanides and cyanogens. Fund. Appl. Toxicol 3, 1983, 400-408.

Ballantyne, B. and T. Marrs. Clinical and Experimental Toxicology of Cyanides. Wright, Bristol, U.K., 1987.

Bright, J.E., R.H. Inns, N.J. Tuckwell, and T.C.Marrs. The effect of storage upon cyanide in blood samples. Hum. Exp. Toxicol. 9, 1990, 125-129.

Chikasue, F., M. Yashiki, T. Kojima, T. Miyazaki. Cyanide distribution in five fatal cyanide poisonings and the effect of storage conditions on cyanide concentrations in tissues. Forensic Sci. Int. 38, 1988, 173-183.

Clark, C.J., D. Campbell, and W.H. Reid. Blood carboxyhaemoglobin and cyanide levels in fire survivors". Lancet 20, 1981, 1332-1336.

Curry, A.S.. Cyanide poisoning. Acta Pharmacolgica et Toxicologica cta. 20, 1963, 291-294.

Curry, A.S., D.E. Price, and E.R.Rutter. The production of cyanide in post mortem material. Acta Pharmacolgica et Toxicologica 25, 1967, 339-344.

Egekeze, J.O., and F.W. Oehme. Direct potentiometric method for the determination of cyanide in biological materials. J. Anal. Toxicol. 3, 1979, 119-124.

Karhunen, P.J., I. Lukkari, and E. Vuori. High cyanide level in a homicide victim burned after death: Evidence of post-mortem diffusion. Forensic Sci. Int. 49, 1991, 179-183.

Lokan, R.J., R.A. James, and R.B. Dymock. Apparent post-mortem production of high levels of cyanide in blood. J. Forensic Sci. Soc. 27, 1987, 253-259.

McAllister, J.L., Roby, R., Levine, B., Purser, D., "Stability of Cyanide in Cadavers and in Postmortem Stored Tissue Specimens, a Review", Journal of Analytical Toxicology, Volume 32, Number 8, p. 612-620, October, 2008.

Moriya, F. and Y. Hashimoto. Potential for error when assessing blood cyanide concentrations in fire victims. J. Forensic Sci. 46, 2001, 1421-1425.

Narayanaswami, K., S. Jand, and R.S. Kotangale. Changes in cyanide as a function of storage time in autopsy material by UV Spectrometry. Ind. J. Med. Res. 73, 1981, 291-295.

Seto, Y. Stability and spontaneous production of blood cyanide during heating. J. Forensic Sci. 41, 1996, 465-468.

Vesey, C.J. and J. Wilson.. Red cell cyanide. J. Pharm. Pharmacol. 30, 1978, 20-26.

A.25.2.2.5 Purser, D.A. "Toxicity Assessment of Combustion Products," Section 2, Chapter 6, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

A.25.2.2.6 Kimmerle, M.G. Aspects and Methodology for the Evaluation of Toxicological Parameters During Fire Exposure. Combustion Toxicol. 1, 1974, 4-51.

Purser, D.A. "Toxicity Assessment of Combustion Products," Section 2, Chapter 6, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

A.25.2.4.1 Purser, D.A. "Toxicity Assessment of Combustion Products," Section 2, Chapter 6, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

A.25.2.5 Purser, D.A. "Toxicity Assessment of Combustion Products," Section 2, Chapter 6, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

A.25.2.5.1 Bull, J. P., and J. C. Lawrence. "Thermal Condi-

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

tions to Produce Skin Burns," Fire and Materials 3(2) (June 1979): 100–05.

Derksen, W. L., T.I. Monohan, and G.P. deLhery, "The Temperature Associated with Radiant Energy Skin Burns," Temperature — Its Measurement and Control in Science and Industry, 3(3), pp. 171–75, 1963.

Society of Fire Protection Engineers, "Engineering Guide: Predicting 1st and 2nd Degree Skin Burns from Thermal Radiation," Society of Fire Protection Engineers, 2000.

Stoll, A., and L.C. Green, "Relationship between Pain and Tissue Damage due to Thermal Radiation," Journal of Applied Physiology 14, pp. 373–383, 1959.

Stoll, A. M., and M.A. Chianta, "Method and rating system for evaluation of thermal protection," Aerospace Medicine 40, pp. 1232–1238, 1969.

A.25.2.6 Moritz, A.R., F.C. Henriques, F.R. Dutra, and J.R. Weisiger, Studies of thermal injury. IV. Exploration of casualty-producing attributes of conflagrations. The local and systemic effects of generalized cutaneous exposure to excessive circumambient (air) and circumradiant heat of varying duration and intensity, Arch. Pathol., 43, 1947, 466.

Zikria, BA, W.Q. Sturner, N.K. Astarjian, C.L. Fox, Jr, J.M. Ferrer, Jr. Respiratory tract damage in burns: pathophysiology and therapy. Ann N Y Acad Sci. 150(3), 1968, 618–626.

A.25.3 DeHaan, J. D., S.J. Campbell, and S. Nurbaksh, "Combustion of Animal Fat and Its Implications for the Consumption of Human Bodies in Fires," Science and Justice 39 (1), 1999, 27–38.

DeHaan, J.D. and S. Nurbaksh "Sustained Combustion of an Animal Carcass and Its Implications for the Consumption of Human Bodies in Fires," J Forensic Sci, 46(5), 2001, 1076-1081.

DeHaan, J.D., D.J. Brien, R. Large. Volatile Compounds from the Combustion of Human and Animal Tissue. Science and Justice 44 (4):223-236, 2004.

DeHaan, J.D. and E. Pope. Combustion Properties of Human and Large Animal Remains. InterFlam 2007 Conference, 11th Proceeding, Volume 2, September 3-5, 2007, London, England.

Pope, Pope, O.C. Smith, T. Huff, Exploding skulls and other myths about how the human body burns, Fire and Arson Investigator 55(4). 2004, 23-28.

Pope, E., The Effects of Fire on Human Remains: Characteristic of Taphonomy and Trauma. University of Arkansas. Doctor of Philosophy, 2007.

A.25.5.8.2 Beasley, V., Veterinary Toxicology. Online reference for veterinary toxicology. www.ivis.org/advances/Beasley/cpt18a/IVIS.pdf. International Veterinary Information Service (IVIS), Ithaca, NY. (2004).

A.25.6.1 A veces se utilizan posters para recorder a las personas que la ley exige que se informe de las heridas por fuego. La Figura A.25.6.1. muestra un ejemplo.

A.25.8.1.1 Descripciones alternativas del nivel de las quemaduras en la pies son; superficial, parcia y en profundidad.

A.25.9 DiMaio, V. and D. DiMaio, Forensic Pathology, Second Edition, CRC Press, Boca Raton, 2001.

Levine, B. Principles of Forensic Toxicology, 2nd ed., AACC Press, Washington, D.C., 2006.

A.25.9.2.2 Ambach, E., W. Paarson, K. Zehethofer, and R. Scheithauer. Sixth International Symposium on Human Identification. Institute for Forensic Medicine, University of Innsbruck, Austria, 1995.

DiZinno, J., et al. "The Waco, Texa Incident: The Use of DNA Analysis to Identify Human Remains." Fifth International Symposium on Human Identification, 1994.

A.25.9.8 Spitz, W. U. Spitz and Fisher's Medicolegal Investigation of Death. 3rd ed. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1993.

A.25.9.9 Pope, E., The Effects of Fire on Human Remains: Characteristic of Taphonomy and Trauma. University of Arkansas. Doctor of Philosophy, 2007.

A.25.10.6 Copper, L.Y., Compartment Fire-Generated Environment and Smoke Filling., Section 3/Chapter 10, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

A.25.10.8 Copper, L.Y., Compartment Fire-Generated Environment and Smoke Filling., Section 3/Chapter 10, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

DeRosa, M and C. Litton, "Hydrogen Cyanide and Smoke Particle Characteristics, During Combustion of Polyurethane Foams and Other Nitrogen-Containing Materials", U.S. Bureau of Mines, 1991.

Gann, R., J. Averill, E. Johnsson, M. Nyden, and R. Peacock. Smoke Component Yields from Room-scale Fire Tests. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2003.

Gottuk, D. Generation of Carbon Monoxide in Compartment Fires. Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA, 1992.

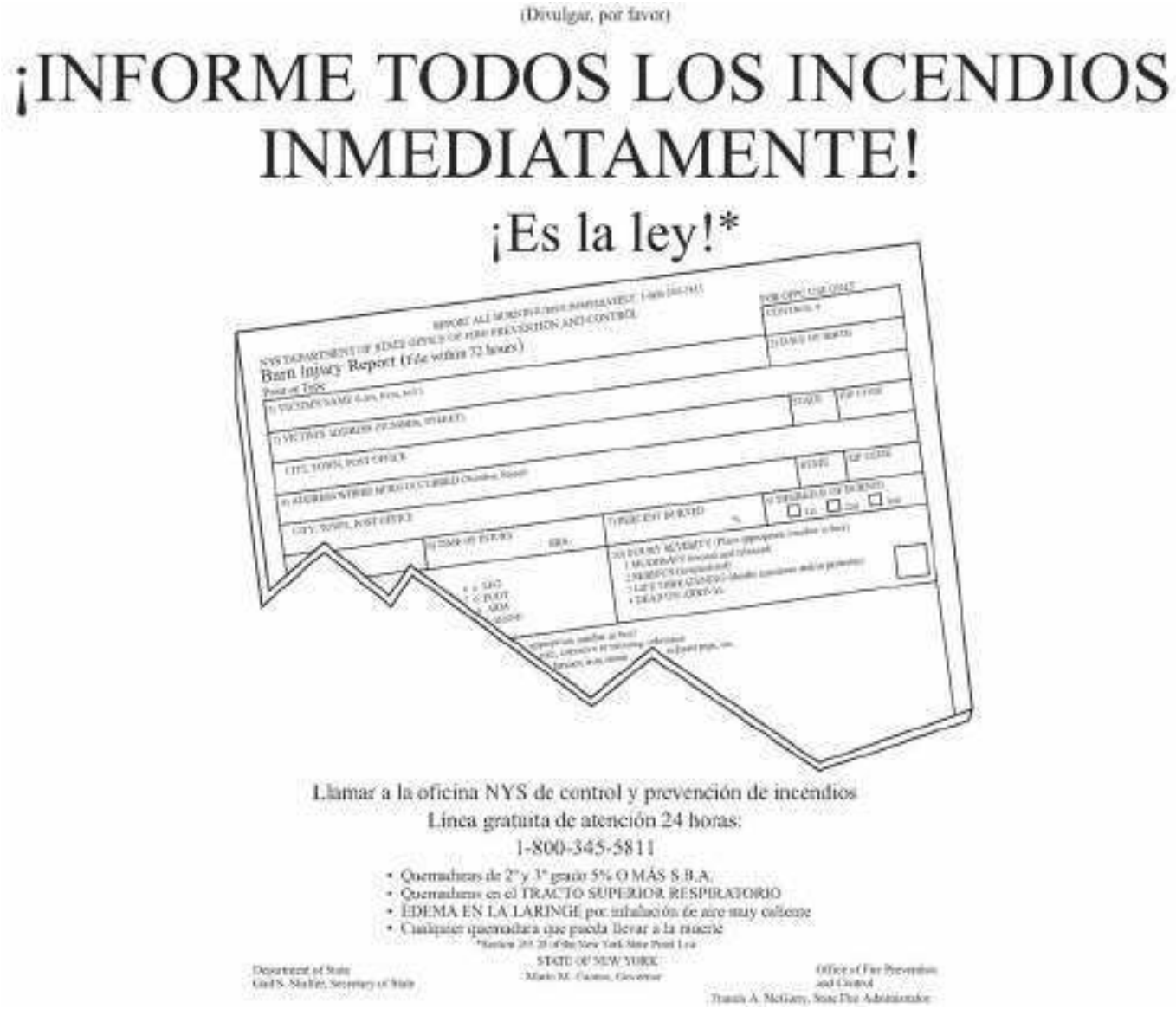
Lattimer, B.Y., U. Vandsburger, and R.J. Roby. Carbon Monoxide Levels in Structure Fires: Effects of Wood in the Upper Layer of a Post-Flashover Compartment Fire. Fire Tech. 34, 1998, 325-355.

Levin, B., M. Paabo, M.L. Fultz, and C. Bailey. Generation of Hydrogen Cyanide from Flexible Polyurethane Foam Decomposed under Different Combustion Conditions. Fire and Materials 9, 1985, 125-134.

Purser, D.A., J.A. Rowley, P.J. Fardell, and M. Bensilum. Fully enclosed design fires for hazard assessment in relation to yields of carbon monoxide and hydrogen cyanide. In The Proceedings of the Interflame '99 Conference. Interscience Communications Ltd., London, United Kingdom, 1999, pp. 1163-1169.

Purser, D.A. "Toxicity Assessment of Combustion Products," Section 2, Chapter 6, In The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition. Edited by P.J. DiNenno et al. Quincy, MA: NFPA, 2002.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.



***Sección 265.28 de la ley Penal del Estado de New York**

FIGURA A.25.6.1 Ejemplo de poster recordatorio de que la Ley exige que se informe de las heridas por fuego.

A.25.10.8.2.2 La autopsia realizada sobre una víctima de un incendio, arroja un dato del 70% en el nivel de COHb en la sangre. La víctima fue encontrada en la cama, y no existen evidencias que indiquen que la víctima se moviera de ese lugar durante el incendio. La habitación presenta un daño por fuego significativo así como la habitación adyacente. El nivel de daño presente en ambas habitaciones es consistente con las condiciones de "post flashover". Basándose en los datos recogidos, el investigador de incendios puede desarrollar la hipótesis de que el fuego se originó en la habitación adyacente. Da la impresión de que la víctima estaba durmiendo y el fuego no la despertó antes de morir. El RMV se estima en 8.5 L/min, basándonos en los valores RMV comunes de resistencia de los individuos (ver referencias). Basándonos en el desarrollo de una tabla de tiempo, la duración estimada de la exposición de la víctima al monóxido de carbono fue de 10 minutos. Usando la ecuación de Stewart, la concentración de CO requerida para conseguir los niveles de COHb de la víctima sería aproximadamente de 17,500 ppm.

$$\%COHb = (3.317 \times 10^{-5})(ppm\ CO)^{1.036}(RMV)(t)\ 70\% = (3.317 \times 10^{-5})(ppm\ CO)^{1.036}(8.5\ L/min)(10\ min)\ ppm\ CO = (70/(3.317 \times 10^{-5} * 8.5\ L/min * 10\ min))^{1/1.036}\ ppm\ CO \sim 17{,}500\ ppm$$

Las concentraciones de CO en el rango de los 17,500 ppm se producen comúnmente en fuegos infra ventilados o en fuegos en situación de "post flashover". Un fuego correctamente ventilado o un fuego latente no producen un nivel tan alto de

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

CO. Los descubrimientos toxicológicos pueden más adelante apoyar la hipótesis del investigador de incendios, basada en que el fuego se originó en la habitación adyacente. En caso de que el fuego se hubiese originado en la habitación de la víctima (asumiendo que no se trate de un fuego infra ventilado producido de manera local), la víctima debería haber sucumbido a las heridas térmicas antes de acumular el nivel de COHb en sangre presentado por la víctima. El fuego no habría producido unas concentraciones de CO tan altas hasta no haber alcanzado la condiciones de "post flahover", las cuales son térmicamente insostenibles.

A.25.10.8.2.3 Coburn, R.F., R.E. Forster, and P.B. Kane. Considerations of the Physiological Variables That Determine the Blood Carboxyhemoglobin Concentration in Man. J. Clin. Invest. 44, 1965, 1899-1910.

Handbook of respiration, Saunders, Philadelphia (1955)

Peterson, J. and R. Stewart. Predicting the Carboxyhemoglobin Levels Resulting from Carbon Monoxide Exposures. J. Appl. Physiol. 39, 1975, 633-638.

A.26.1 Para mas información ver: U.S. Consumer Products Safety Commission Working Group on Gas Voluntary Standards. *Position Paper on Gas Water Heaters to Prevent Ignition of Flammable Vapors*.

A.26.5.1.2 Para mas información sobre el efecto del fuego en el acero ver Lentini et al., "Baseline Characteristics of Residential Structures Which Have Burned to Completion: The Oakland Experience."

Para información sobre el comportamiento de las aleaciones de metales durante el fuego ver Beland B., "Electrical Damages—Cause or Consequence?", and Beland B. et al., "Copper-Aluminum Interactions in Fire Environments."

A.26.5.8.2 Para mas información ver NEMA anexo C, National Electrical Manufacturers Association, 1300 North 17th Street, Suite 1847, Rosslyn, VA 22209, September 10, 2000.

A.27.1 Para obtener información adicional, ver las siguientes entradas:

NFPA 385, *Standard for Tank Vehicles for Flammable and Combustible Liquids*.

API RP 1004, *Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 Tank Motor Vehicles*.

API RP 2013, *Cleaning Mobile Tanks in Flammable or Combustible Liquid Service*.

Green, T., "Automotive Fuel Line Siphoning."

Cole, L. *The Investigation of Motor Vehicle Fires: A Guide for Law Enforcement, Fire Department and Insurance Personnel*, 3rd ed. Lee Books.

Severy, D. M., "Automobile Collision Fires," SAE 741180.

NFPA 556, *Guide on Methods for Evaluating Fire Hazard to Occupants of Passenger Road Vehicles*.

A.27.3.1.1 Para mas información sobre ignición por superficies calientes, ver la siguiente publicación: Ebersole, R., Matusz, L., Modi, M. and Orlando, R., Hot Surface Ignition of Gasoline-Ethanol Fuel Mixtures, SAE publication 2009-01-0016.

A.27.4.2.5 Para información adicional ver:

Beyler, C. L., and Gratkowski, M. "Electrical Fires Caused By Arc Tracking In Low-Voltage (12-14V) Systems," U.S. Vehicle Fire Trends and Patterns, August 2005.

Stimitz, J. S., and R. V. Wagner. "*Two Test Methodologies for Evaluating the Resistance to Electrical Arcing Properties of Polymeric Materials for Use in Automotive 42 V Applications*" SAE 2004 World Congress & Exhibition, March 2004, Detroit, MI.

A.27.4.2.6 Para mas información ver Severy et al., "Automobile Collision Fires."

A.27.4.3.1 Para mas información ver Colwell, J. D. and Biswas, K. (2009) "Steady-State and Transient Motor Vehicle Exhaust System Temperatures", SAE Paper 2009-01-0013.

A.27.4.3.2 Para más información, ver:

LaPointe, N.R., *Autoignition of Gasoline on Hot Surfaces, Fire & Arson Investigator*.

A.27.5.1.2 Green, T. SAE 980 561, "Automotive Fuel Line Siphoning."

A.28.1 Para mas información ver las siguientes publicaciones:

Babrauskas, V. Ignition Handbook, Fire Science Publishers/Society of Fire Protection Engineers, 2003.

Ford, Richard.T. Investigation of Wildfires. Bend, OR: Maverick Publication, 1995.

NWCG, Glossary of Wildland Fire Terminology, National Wildfire Coordinating Group, 2007.

NWCG,Wildland Fire Origin and Cause Determination FI-210 Student Workbook, National Wildfire Coordinating Group, 2005.

NWCG Wildfire Origin & Cause Determination Handbook, National Wildfire Coordinating Group Handbook 1, 2005.

NWCG Intermediate Wildland Fire Behavior S-290 Student Workbook & CD-Rom, National Wildfire Coordinating Group, 2007.

NWCG Fireline Handbook, National Wildfire Coordinating Group Handbook 3, March 2004.

NWCG Fireline Handbook Appendix B Fire Behavior, National Wildfire Coordinating Group, April 2006.

Schroder, Mark J.; Charles C. Buck, Fire Weather, USDA Agriculture Handbook 360, May 1970.

A.28.2.1.2 Anderson, H. E., "Aids to Determining Fuel Models for Estimating Fire Behavior", Intermountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report INT-122, April 1982. Scott, Joe H; Burgan, Robert E., Standard Fire Behavior Fuel Models; A Comprehensive Set For Use With Rothermel's Surface Fire Spread Model. General Technical Report RMRS-GTR-153, 2005, USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

A.28.8.2.2 Countryman, C; "Ignition of Grass Fuels by Cigarettes", US Forest Service Fire Management Notes, Volume 44, No. 3, 1983.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

A.28.8.2.3 Steensland, P., "Long Term Thermal Residency in Woody Debris Piles", International Association of Arson Investigators, Denver, 2008.

A.30.1 For Nautical Terms see Chapman's *Piloting Seamanship and Small Boat Handling*.

A.30.4.1.2 See American Boat and Yacht Council (ABYC) H-24.14, Gasoline Fuel Systems, 2005.

A.30.4.1.3 Ver ABYC H33.14.

A.30.4.2.1 Ver NFPA 302, 2004 edition, and ABYC A-1; A-3, Galley Stoves, 2007; and A-26, *LPG and CNG Fueled Appliances*, 2006.

A.30.4.2.2 Ver ABYCA A-22 and NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*, 2004 edition.

A.30.4.2.3 Ver ABYC A-3, Galley Stoves, 2007; and NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*, 2004 edition.

A.30.4.7.2 Ver NFPA 302, *Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft*, 2004 edition; and ABYC H-2.

A.30.4.7.3 Para información adicional ver NFPA 302 y ABYC H-2. Para requisitos sobre ventilación de motores diesel ver ABYC H-32, *Ventilation of Boats Using Diesel Fuel*, 2007.

A.30.4.9.5.2 Para información adicional consultar ABYC H-30, *Standard and Technical Reports*, 2001.

Anexo B Bibliografía

Este anexo no es parte de las recomendaciones de este documento NFPA y se incluye únicamente a efectos informativos

B.1 Dinámica del Fuego. Para más información sobre ciencia del fuego, véase lo siguiente:

Drysdale, D. *Introducción a la dinámica del fuego, An Introduction to Fire Dynamics.* 2ª ed., capítulo 1, p. 1, mitad del tercer párrafo, 1999.

Friedman, R. *Principios de física y química de la protección contra el fuego, Principles of Fire Protection Chemistry and Physics*, 3ª edición, capítulo 6, p. 75, 1998.

B.2 Ciencia del Fuego. Para más información sobre ciencia del fuego, véase lo siguiente.

NFPA *Manual de protección contra incendios, Fire Protection Handbook,* 18ª ed., Sección 1, 1997.

Quintere, J. G. *Principios de comportamiento del fuego, Principles of Fire Behavior*. Delmar, 1997.

Drysdale, D. *Introducción a la dinámica del fuego, An Introduction to Fire Dynamics*. 2ª ed., 1999.

Friedman, R. P*rincipios de física y química de la protección contra el fuego, Principles of Fire Protection Chemistry and Physics*, 3ª ed., 1998.

B.3 Efectos de la Ventilación de la Sala en la Magnitud y Localización de la Marca. Véanse las siguientes fuentes.

Kennedy, P., y J. Shanley. "Informe del programa de la Administración Estadounidense contra el fuego (USFA) para el estudio de las marcas del fuego" (Report on the United States Fire Administration (USFA) Program for the Study of Fire Patterns). *Proceedings, InterFlam* 96, Interscience Ltd., London, 1966.

Shanley, J. "*Pruebas de marca de fuego de la USFA*" (*USFA Fire Burn Pattern Tests*), United States Fire Administration, Emmitsburg, MD, FA 178, 1997.

B.4 Calcinación. Véanse las siguientes fuentes.

Kennedy, P., y J. Shanley. "Informe del programa de la Administración Estadounidense contra el fuego (USFA) para el estudio de las marcas del fuego" (Report on the United States Fire Administration (USFA) Program for the Study of Fire Patterns). *Proceedings, InterFlam* 96, Interscience Ltd., London, 1966.

Lawson, J. R. "Evaluación de las propiedades contra incendios de los productos genéricos de tablero de yeso" (An Evaluation of Fire Properties of Generic Gypsum Board Products). NBSIR 771265, U. S. Department of Commerce, National Bureau of Standards, August, 1977.

Shanley, J. "*Pruebas de marca de fuego de la USFA*" *(USFA Fire Burn Pattern Tests*), United States Fire Administration, Emmitsburg, MD, FA 178, July 1997.

B.5 Geometría de las Marcas. Véanse las siguientes fuentes.

Putroti, Anthony, D. Jr. (NIST), "Estudio de marcas de fuego en habitaciones a escala real" (Full Scale Room Burn Pattern Study), NIJ *Report 601-97, Publication #169 281*, National Institute of Justice, National Criminal Justice Reference Service, Washington, DC, 1997.

Stanley, J.H. Jr.; Alletto, W.C.; Corry, R.; Herndon, J.; Kennedy, P.M.; Ward, J.; Federal Emergency Management USFA Fire Burn Pattern Tests. *Report of the United States Fire Administration Program for the Study of Fire Patterns*. FA 178; 221 p. July 1997.

B.6 Retirada del Odorante del Gas.

B.6.1 Véase lo siguiente para una exposición de la tecnología existente sobre la odorización del gas:

Manual de odorización del gas, The Gas Odorization Manual, American Gas Association, 1996. Es una versión actualizada de la sección odorización del gas en el Manual de Ingenieros del gas, *Gas Engineers Handbook*.

B.6.2 Para una comprensión mayor de los aspectos de la odorización del gas, véase lo siguiente:

Wilson, G. G., and A. A. Attari. eds. *Odorization III*, Institute of Gas Technology, Chicago, IL (1993).

B.6.3 Véase también lo siguiente.

Jacobus, O. J., y J. S. Roberts. "¿Qué es una odorización adecuada de gases combustibles?" (What Constitutes Adequate Odorization of Fuel Gases?) IGT *Odorization Symposium* 1995, IGT, 1995.

Andreen, B. H., y R. L. Kroencke. "Estabilidad de mercaptanos en situaciones de sistemas de distribución de gas" (Stability of Mercaptans Under Gas Distribution System Conditions.) *American Gas Journal* 48, Mayo 1965.

Andreen, B. H., y R. L. Kroencke. "Estabilidad de mercaptanos en situaciones de sistemas de distribución de gas" (Stability of Mercaptans Under Gas Distribution System Conditions). *Proc. Am. Gas Assoc*., 136, 1964.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Campbell, I. D., N. A. Chambers, y O. J. Jacobus. "La oxidación química del etil mercaptano en recipientes de acero" (The Chemical Oxidation of Ethyl Mercaptan in Steel Vessels). *IGT Odorization Symposium* 1994, IGT, 1994.

Campbell, I. D. "Factores que afectan a la reducción del odorante en los LPG" (Factors Affecting Odorant Depletion in LPG. *Proc. Symp*. on LP-Gas Odorization, 28, 1989.

Campbell, I. D. "Reducción del odorante en los cilindros portátiles" (Odorant Depletion in Portable Cylinders). *Proc. Symposium on LP-Gas Odorization*, 1990.

Holmes, S. A., P. B. Van Benthuysen, D. C. Lancaster, y M. A. Tiller. "Experiencias de campo y de laboratorio con el odorante etil mercaptano en el propano" (Laboratory and Field Experience with Ethyl Mercaptan Odorant in Propane). *Proc. Symposium on LP-Gas Odorization,* 1990.

Kopidlansky, R. "Acondicionamiento del odorante en sistemas nuevos de distribución" (Odorant Conditioning of New Distribution Systems). IGT *Odorization Symposium* 1995, IGT, 1995.

Sanders, R. "Regulaciones OSHA y DOT sobre odorización" (OSHA and DOT Odorization Regulations). *IGT Odorization Symposium* 1995, IGT, 1995.

Johnson, J. L. "Informe 1965 sobre el proyecto PB-48, Estabilidad de los componentes odorantes" (1965 Report on Project PB-48, Stability of Odorant Compounds). *Proc. 1966 AGA Distribution Conference*, American Gas Association, 1966.

Johnson, S. J. "Estabilidad del odorante Etil mercaptano en el propano líquido almacenado" (Ethyl Mercaptan Odorant Stability in Stored Liquid Propane). *Proc. Symposium on LP-Gas Odorization,* 1989.

McHenry, W. B., y H. M. Faulconer. "Informe resumen de las investigaciones de odorantes" (Summary Report on Odorant Investigations). *Proc. Symp. on LP-Gas Odorization*, 1, 1990.

Roberts, J. S., y D. W. Kelly, "Selección y manipulación de los odorantes del gas natural" (Selection and Handling of Natural Gas Odorants). In Wilson and Attari, eds. *Odorization III*, 29, IGT, 1993.

B.6.4 Sobre pruebas de tubos manchados para LPG y muestreo, ver lo siguiente:

"Prueba *estándar para la determinación del Etil Mercaptano en los vapores de LPG" (Standard Test for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor*). ASTM Method D 5305-92, ASTM.

"Prueba *estándar para muestreo de gases licuados del petróleo" (Standard Method for Sampling Liquefied Petroleum (LP) Gases*). ASTM D 1265-82, ASTM.

B.6.5 Para una compresión actual de la mayoría de los aspectos relacionados con la odorización del LPG, ver lo siguiente:

Proceedings of the Symposium of LP-Gas Odorization, 1989 and 1990. Hay copias disponibles en la National Propane Gas Association o en la Gas Processors Association.

B.6.6 Para análisis de la adsorción de odorantes en el suelo, véase lo siguiente:

Nomura, K., y R. Organ. "Reacción de los suelos y odorantes de los LPG" (Reaction of LP-Gas Odorants and Soils). *Proc. Symposium on LP-Gas Odorization*, 76, 1990.

Parlman, R. M., y R. P. Williams. "Penetrabilidad de los componentes odorantes del gas en los suelos naturales" (Penetrabilities of Gas Odorant Compounds in Natural Soils). *Proc. AGA Distribution Conference*, 5/6/79.

Sullivan, F. "Nuevos odorantes para el gas" (New Gas Odorants.) In Wilson and Attari, eds., *Odorization III*. 209, IGT, 1993.

Tarman, P. B., y H. R. Linden. "Adsorción del suelo de componentes odorantes" (Soil Adsorption of Odorant Compounds). *IGT Research Bulletin* #33, 7/1/61.

Williams, R. P. "Penetrabilidad de los odorantes del gas natural" (Soil Penetrabilities of Natural Gas Odorants). *Pipeline & Gas* J. Mar, 1976.

B.7 Análisis de las Vías de Evacuación. Véanse las siguientes fuentes:

Bryan, J. L. "*Examen y análisis de la dinámica del comportamiento humano en el incendio del MGM Gran Hotel" (An Examination and Analysis of the Dynamics of Human Behavior in MGM Grand Hotel Fire*), NFPA, Quincy, 1983.

"Informe de investigación de la policía del estado de Kentucky para el gobernador, incendio en el Beverly Hills Supper Club" (Kentucky State Police Investigative Report to the Governor, Beverly Hills Supper Club Fire). Kentucky State Police, Frankfurt, 1977.

P. DiNenno, Ed. *SPFE Manual de ingeniería de protección contra incendios (SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*), Sección 3, Capítulo 1, "Comportamiento de respuesta al incendio y el humo" (Behavioral Response to Fire and Smoke), 2ª ed., 1995.

B.8 Explosiones. Para más información sobre explosiones que afectan a edificios o recipientes, ver lo siguiente:

Baker, *Evaluaciones y peligros de explosión, Explosion Hazards and Evaluations*. New York, NY Elsevier Publischers, 1983.

Baker y Tang, Explosiones de gas, polvo e híbridas; *Gas, Dust, and Hybrid Explosions*. New York, NY: Elsevier Publischers, 1991.

Bartknecht, Explosiones de polvo, *Dust Explosions*. Berlin-New York: Springer-Verlag, 1989.

Bodurtha, Protección y prevención de explosiones industriales, *Industrial Explosion Prevention and Protection*. New York, NY: Mc Grawhill, 1980.

Center for Chemical Process Safety, Guías para evaluar las características de las explosiones de nubes de vapor, incendios por combustión súbita generalizada, y BLEVEs; *Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs*. Washington, DC: American Institute of Chemical Engineers, 1994.

Chemical Propulsion Information Agency, Peligros de propelentes y reactivos químicos, *Hazards of Chemical Reactants and Propellants*. CPIA 394, September 1984.

Eckhoff, Explosiones de polvo en los procesos industriales, *Dust Explosions in the Process Industries*. New York, NY: Butterworth-Heinemann.

Gugan, Explosiones de nubes de vapor no confinadas, *Unconfined Vapor Cloud Explosions*. Houston, TX: Gulf Publishing, 1978.

Harris, Investigación y control de explosiones de gas en edificios y plantas térmicas, *The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants*. London and New York: E & FN Spoon, Ltd., 1983.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Nettleton, Detonaciones gaseosas; su naturaleza, causas y control . *Gaseous Detonations; Their Nature, Causes and Control*. New York, NY: Routledge, Chapman and Hall, 1987.

NFPA 68, *Guía de venteo de deflagraciones, Guide for Venting of Deflagrations,* edición 2007.

NFPA 69, *Estándar sobre sistemas de prevención de explosiones, Standard on Explosion Prevention Systems,* edición 2008.

Prugh, "Evaluación cuantitativa de los peligros de la BLEVE" ("*Quantitative Evaluation of 'BLEVE' Hazards",* Journal of Fire Protecion Engineering 3(1), March 1981).

Stull, *Fundamentos de fuegos y explosiones, Fundamentals of Fire and Explosion*. AICHE Monograph Series No. 10, Vol. 73. New Yoirk, NY: American Institute of Chemical Engineers, 1977.

U. S. Army, "Estructuras resistentes a los efectos de explosiones accidentales" (Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions).

USBM, *Manual de fuego y explosión para investigación de accidentes aéreos, Fire and Explosion Manual for Aircraft Accident Investigations.* Washington, DC: U.S. Bureau of Mines, 1973.

USBM, *Investigación de accidentes de fuego y explosión en la minería química e industrias relacionadas con los combustibles – Manual (Investigation of Fire and Explosion Accidents in the Chemical Mining and Fuel-Related Industries — A Manual*). Washinton, DC: U.S. Bureau of Mines, 1985.

B.9 Identificación de las Víctimas. Para información sobre identificación de las víctimas, ver lo siguiente:

Ambach, E., W. Paarson, K. Zehethofer, y R. Scheithauer. Sexto simposio internacional sobre identificación humana, *Sixth International Symposium on Human Identification*. Institute for Forensic Medicine, University of Innsbruck, Austria, 1995.

DiZinno, J., et al. "El incidente de Waco, Texas: Utilización del análisis del ADN para identificar los restos humanos" (The Waco, Texas Incident: The Use of DNA Analysis to Identify Human Remains). Quinto simposio internacional sobre identificación humana, *Fifth International Symposium on Human Identification,* 1994.

B.10 Monóxido de Carbono. Para más información sobre el monóxido de carbono, ver lo siguiente:

Gottuk, D. T., y R. J. Roby. "Efecto de las situaciones de combustión en la producción de especies" (Effect of Combustion Conditions on Species Production), Sección 2/Capítulo 7, SFPE *Manual de ingeniería de protección contra incendios, Handbook of Fire Protection Engineering*, 2ª ed. Editado por P. J. DiNenno et al. NFPA, Quincy, MA, 1995.

Tewarson, A. "Generación de calor y componentes químicos" (Generation of Heat and Chemical Compounds), Sección 3, Ch. 4, SFPE *Manual de ingeniería de protección contra incendios, Handbook of Fire Protection Engineering,* 2ª ed. Editado por P. J. DiNenno et al. NFPA, Quincy, MA, 1995.

Purser, D. A. "Valoración de la toxicidad de productos de combustión" (Toxicity Assessment of Combustion Products), Sección 2, Ch. 8, SFPE *Manual de ingeniería de protección contra incendios, Handbook of Fire Protection Engineering,* 2ª ed. Editado por P. J. DiNenno et al. NFPA, Quincy, MA, 1995.

Nelson, G. L. "Toxicidad del fuego y el Monóxido de carbono: revisión y análisis de los trabajos más recientes" (Carbon Monoxide and Fire Toxicity: A Review and Analysis of Recent Work), *Fire Technology,* 34(1), 1998.

Hirschler, M. M., S. M. Debanne, J. B. Larsen, y G. L. Nelson, eds. Monóxido de carbono y mortalidad humana: estudios por incendio u otras situaciones (*Carbon Monoxide and Human Lethality: Fire and Non-Fire Studies*). New York: Elsevier Applied Science, 1993.

Hall, J. R., y B. Harwood. "El humo o las quemaduras - ¿Qué es más letal?" (Smoke or Burns — Which Is Deadlier?) *NFPA Journal, January*/February 1995.

Gann, R. J., V. Babrauskas, y R. D. Peacock. "Condiciones de incendio para medida de la toxicidad del humo" (Fire Conditions for Smoke Toxicity Measurements). Incendio y materiales, *Fire and Materials*, 18(3), May/June 1994.

DeHaan, J. "La dinámica de los incendios por combustión súbita generalizada que afectan a líquidos inflamables de hidrocarburos" (The Dynamics of Flash Fires Involving Flammable Hydrocarbon Liquids). Revista americana de medicina forense y patología, *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 7(1), 1996, 24-31.

DeHaan, J. D., Campbell, S. J., y Nurbaksh, S. "Combustión de la grasa animal y sus implicaciones para la destrucción de los cuerpos humanos en los incendios" (Combustion of Animal Fat and Its Implications for the Consumption of Human Bodies in Fires), *Ciencia y justicia, Science and Justice*, 39 (1), 1999, 27-38.

B.11 Incendios Forestales. Para información sobre incendios forestales, ver lo siguiente:

Ford, R. T. *Investigación de incendios Forestales, Investigation of Wildfires.* Bend, OR: Maverick Publication, 1995.

International Fire Service Training Association. *Fundamentos de lucha contra incendios en la naturaleza, Fundamentals of Wildland Firefighting*. 3rd ed. Stillwater, OK: IFSTA, 1998.

Teie, W.C. *Firefighters Handbook on Wildland Firefighting Strategy, Tactics & Safety.* Rescue, CA: Deer Valley Press, 3rd edition, 2005.

Uman, M.A. All About Lightning. NewYork, NY, Dover Publications, 1986.

Anexo C Publicaciones de Referencia

C.1 Publicaciones Referenciadas.

Fire Protection Handbook, 20th edition, A. E. Cote, editor, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2008.

NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2010.

Bukowski, R., Moore, W., *Fire Alarm Signaling Systems*, third edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2003.

Moore, W., "Fire Alarm Systems", Fire Protection Handbook, 20th edition, Page 14-3, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2008.

Olenick, S.N., Roby, R.J., Klassen, M.S., Zhang, W., Sutula, J.A., Worrell, C., Wu, D., D'Souza, V., Ashley, E., DuBois, J., Torero, J.L., & Streit, L.A., "The Role of Smoke Detectors in Forensic Fire Investigation and Reconstruction," presented to

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

the International Symposium on Fire Investigation Science and Technology (ISFI), June 26-28, 2006.

Bryan, J.L., "Human Behavior in Fire," Fire Protection Handbook, 20th edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, Section 4, Chapter 1, pg. 4-43, 2008.

Bryan, J. L., Automatic Sprinkler & Standpipe Systems, 4th edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2006.

Fire Protection Handbook, 20th edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2008.

NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2013.

NFPA 750, *Standard on Water Mist Fire Protection Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2010.

NFPA 13D, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2013.

NFPA 13R, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2013.

NFPA 14, *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2013.

NFPA 15, *Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2014.

NFPA 16, *Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2011.

Custer, R. Meacham, B. and Schifiliti, B., "Design of Detection Systems", *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering,* 4th edition, Page 4-9, NFPA, Quincy, MA, 2008.

NFPA 11, *Standard for Low Expansion Foam,* National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2010.

NFPA 11A, *Standard for Medium and High Expansion Foam Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2010.

NFPA 12, *Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2011.

NFPA 12A, *Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2009.

NFPA 12B, *Standard on Halon 1211 Fire Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 17, *Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2013.

NFPA 17A, *Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2013.

NFPA 2001, *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2012.

NFPA 11, *Standard for Low Expansion Foam,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 11A, *Standard for Medium and High Expansion Foam Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 12, *Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 12A, *Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 12B, *Standard on Halon 1211 Fire Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 17, *Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 17A, *Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

NFPA 2001, *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems,* National Fire Protection Association, Quincy, MA.

Custer, R. Meacham, B. and Schifiliti, B., "Design of Detection Systems", *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering,* 4th edition, Page 4-9, NFPA, Quincy, MA, 2008.

SFPE, Engineering Guide: Guidelines for Substantiating a Fire Model for a Given Application, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, MD, 2011.

NFPA 170, *Standard for Fire Safety and Emergency Symbols*, 2006 edition.

NFPA Fire Protection Handbook, 19th edition, Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2003.

NFPA 906, *Guide for Fire Incident Field Notes*,

NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, 2011 edition.

NFPA 385, *Standard for Tank Vehicles for Flammable and Combustible Liquids*, 2007 edition.

NFPA 556, *Guide on Methods for Evaluating Fire Hazard to Occupants of Passenger Road Vehicles*, 2011 edition.

C.1.1 Otras Publicaciones. Babrauskas, V, "Wood Char Depth: Interpretation in Fire Investigations," Proceedings of ISFI2004 International Symposium on Fire Investigation, Fire Service College, Morton in Marsh England (June 2004).

Babrauskas, V, Charring Rate of Wood as a Tool for Fire Investigation, Interflam 2004, Interscience Communications, London (July 2004).

Bolstad-Johnson, Dawn M., et. al, Characterization of Firefighter Exposures During Fire Overhaul, Phoenix Fire Department / University of Arizona Prevention Center / Arizona State University, 1998.

Carman, S.W., " 'Clean Burn' Fire Patterns– A New Perspective For Interpretation", Proceedings of the 2010 Interflam Conference, Interscience Communications, London, page 1341. Also available at www.carmanfireinvestigations.com

Carman, S.W., "Improving the Understanding of Post-flashover Fire Behavior", Proceedings of the 3rd International

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Symposium on Fire Investigations Science and Technology (ISFI). Cincinnati, OH, May 19-21, 2008. Also available at www.carmanfireinvestigations.com.

Drysdale, D., An Introduction to Fire Dynamics.

Friguin, Kathinka. "Material Properties and External Factors Influencing the Charring of Solid Wood and Glue-Laminated Timber". Fire and Materials, 35, p. 303-327, 2011, DO1: 10.1002/fam/1055.

Grant, C., "Respiratory Exposure Study for Fire Fighters And Other Emergency Responders", The Fire Protection Research Foundation, National Fire Protection Association, Quincy, MA, December 2007.

LeMasters, G., Genaidy, A., Succop, P., et al, "Cancer Risk Among Firefighters: A Review and Meta-Analysis of 32 Studies", Journal of Occupational and Environmental Medicine, Volume 48, Number 11, November 2006, pp. 1189-1202.

Kennedy, P., "Thermometry in Fire Investigation and Analysis - Understanding the Practical Use of Basic Thermometry in Fire and Explosion Investigations and Analyses," *The NAFI National Fire Investigator*, NAFI, Sarasota, FL, March, 2011.

Kinnes, G., Hine, G., Health Hazard Evaluation Report 96-0171-2692, Bureau of Alcohol, Tobacco, and Firearms, Washington, D.C, May 1998.

Mealy, C.L., "A Study of Unventilated Fire Scenarios for the Advancement of Forensic Investigations of Arson Crimes.

Mealy, C., Benfer, M., and Gottuk, D., "Fire Dynamics and Forensic Analysis of Liquid Fuel Fires," National Institute of Justice Grant No. 2008-DN-BX-K168, February 18, 2011.

Mealy, C., Benfer, M., and Gottuk, D., "A Study of the Parameters Influencing Liquid Fuel Burning Rates," *Fire Safety Science – Proceedings of the 10th International Symposium*, International Association of Fire Safety Science, University of Maryland, College Park, MD, June 19–24, 2011.

Mealy, C., Benfer, M., and Gottuk, D., "Fire Dynamics and Forensic Analysis of Liquid Fuel Fires," National Institute of Justice Grant No. 2008-DN-BX-K168, February 18, 2011.

Olenick, S., Klassen, M., Roby, R., Ma, T., Torero, J., "Burning Rate of Liquid Fuel on Carpet (Porous Media)," Fire Technology, 40, 227-249, 2004.

Parkes, A., "The Impact of Location and Ventilation on Pool Fire in a Compartment."

Putorti, A., "Flammable and Combustible Liquid Spill Burn Patterns," National Institute of Justice, NIJ-604-00, 2001.

Snyder, E., Health Hazard Evaluation Report 2004-0368-3030, Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives, Austin, TX, January 2007.

Utiskul, Y., "An Application of Mass Loss Rate Model with Fuel Response Effects in Fully-Developed Compartment Fires."

The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 4th edition, P.J. DiNenno, editor, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, MD, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2008.

National Fire Codes®, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2012.

Cholin, J.M., "Gas and Vapor Detection Systems and Monitors", Fire Protection Handbook, 20th edition, Section 14, Chapter 8, 2008.

Worrell, C.L., Roby, R.J., Streit, L., and Torero, J.L., "Enhanced Deposition, Acoustic Agglomeration, and Chladni Figures in Smoke Detectors," *Fire Technology*, 37, 2001.

Worrell, C.L., Lynch, J.A., Jomaas, G., Roby, R.J., Streit, L., and Torero, J.L., "Effect of Smoke Source and Horn Configuration on Enhanced Deposition, Acoustic Agglomeration, and Chladni Figures in Smoke Detectors," *Fire Technology,* 39, 2003.

Phelan, P., An Investigation on Enhanced Soot Deposition on Smoke Alarm Horns, Master of Science Thesis, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA, 2005.

Kennedy, K.C., Gorbett, G.E., and Kennedy, P.M., "A Fire Analysis Tool – Revisited: Acoustic Soot Agglomeration in Residential Smoke Alarms," poster presentation, INTERFLAM, 2004.

Mealy, C.L., & Gottuk, D.T., "Full-Scale Validation Tests of a Forensic Methodology to Determine Smoke Alarm Response," *Fire Technology*, 47, 2011.

Roby, R. J., Olenick, S. M., Zhang, W., Carpenter, D. J., Klassen, M. S., and Torero, J. L., "Smoke Detector Algorithm for Large Eddy Simulation Modeling," NIST GCR 07-911, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, July, 2007.

Zhang, W., Olenick, S. M., Klassen, M. S., Carpenter, D. J., Roby, R. J., and Torero, J. L.,

"Smoke Detector Activation Algorithm for Large Eddy Simulation Fire Modeling," *Fire Safety Journal*, Vol. 43, No. 2, 96-107, February 2008.

Ashley, A., DuBois, J., Klassen, M., and Roby, R., "Waking Effectiveness of Audible, Visual, and Vibratory Emergency Alarms Across Different Hearing Levels," Proceedings of the Eighth International Symposium on Fire Safety Science, 2005.

Bruck, D. "Non-Awakening in Children in Response to a Smoke Detector Alarm," *Fire Safety Journal*, 32, 1999.

Bruck, D. "The Effect of Alcohol Upon Response to Fire Alarm Signals in Sleeping Young Adults," *Proceedings of the 3rd International Conference on Human Behavior in Fire,* 2004.

Nober, E.H., Pierce, H., and Well, A. Waking Effectiveness of Household Smoke and Fire Detection Devices, NBS-GCR-83-439, 1983.

Proulx, G. and Sime, J.D., "To Prevent 'Panic' in an Underground Emergency: Why Not Tell People the Truth?," Fire Safety Science – Proceedings of the Third International Symposium, pp. 843-852, 1991.

Gagnon, R. M., Design of Water-Based Fire Protection Systems, Delmar Publishing, New York, 1997.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

International Code Council, *International Building Code*.

SFPE, Engineering Guide: Guidelines for Substantiating a Fire Model for a Given Application, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, MD, 2011.

Sheppard, D. T. and Steppan, D. R., "Sprinkler, Heat & Smoke Vent, Draft Curtain Project – Phase 1 Scoping Tests," Technical report, Underwriters Laboratories, Northbrook, Illinois, May 1997.

Putorti, A. D., Belsinger, T. D., Twilley, W. H., "Determination of Water Spray Drop Size and Speed from a Standard Orifice, Pendant Spray Sprinkler," Report of Test. NIST FR 4003, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, May 27, 1999.

Yu, H. Z., Lee, J. L., Kung, H. C., "Suppression of Rack-Storage Fires by Water," *Fire Safety Science– Proceedings of the Fourth International Symposium*, pages 901-912, International Association for Fire Safety Science, 1994.

Ren, N., Blum, A., Zheng, Y.H., Do, C. and Marshall, A.W., "Quantifying the Initial Spray from Fire Sprinklers", *Fire Safety Science – Proceedings of the Ninth International Symposium*, International Association for Fire Safety Science, 2008.

International Code Council, *International Building Code*.

Insurance Committee for Arson Control (ICAC) "State by State Summary of Arson Reporting/Immunity laws" and the "Arson Reporting/Immunity Law Compendium located under the "legal" tab of the ICAC website at http://www.arsoncontrol.org/legal/tip.htm.

Kinnes, G.M. and G.A. Hine, NIOSH Health Hazard Evaluation Report 96-0171-2692, Bureau of Alcohol, Tobacco, and Firearms, Washington D.C. May 1998. Synder, Erin. NIOSH Health Hazard Evaluation Report 2004-0368-3030, Bureau of Alcohol Tobacco, Firearms and Explosives, Austin, Texas, January 2007.

Mann, D.C., Putaansuu, N.D., "Studies of the Dehydration/Calcination of Gypsum Wallboard," Fire & Arson Investigator, pp. 38 - 44, July 2010.

Mealy, C.L., Gottuk, D.T., "A Forensic Investigation of Ignitable Liquid Fuel Fires in Buildings," NIJ Grant No. 2009-DN-BX-K232, *in draft*, May 2012.

Kimamoto, H., and E. J. Henley. *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*. IEEE Press, 1996.

Grosshandler, W.L.; Bryner, N.P.; Madrzykowski, D.; and Kuntz, K., *"Report of the Technical Investigation of The Station Nightclub Fire"*, NIST NCSTAR 2: Vol. 1 & 2., National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD., June 2005.

Madrzykowski, D.; and Walton, W.D., "*Cook County Administration Building Fire, Chicago, IL, October 17, 2003: Heat Release Rate Experiments and FDS Simulations*", NIST SP -1021, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD., July 2004.

ASTM D56, *Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester*, 2002.

ASTM D92, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup*, 2002.

ASTM D93, *Standard Test Method for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*, 2002.

ASTM D1230, *Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles*, 2001.

ASTM D1310, *Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus*, 2001.

ASTM D1929, *Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics*, 2001.

ASTM D2859, *Standard Test Method for Flammability of Finished Textile Floor Covering Materials*, 1993.

ASTM D3065, *Standard Test Methods for Flammability of Aerosol Products*, 2001.

ASTM D3828, *Standard Test Methods for Flash Point by Small Scale Closed Tester*, 2002.

ASTM D4809, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)*, 2000.

ASTM D5305, *Standard Test Method for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor*, 1997.

ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*, 2003.

ASTM E108, *Standard Test Method for Fire Tests of Roof Coverings*, 2000.

ASTM E119, *Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials*, 2000.

ASTM E603, *Standard Guide for Room Fire Experiments*, 2001.

ASTM E648, *Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, 2000.

ASTM E659, *Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals*, 2000.

ASTM E681, *Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals*, 2001.

ASTM E800, *Standard Guide for Measurement of Gases Present or Generated During Fires*, 2001.

ASTM E906, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products*, 1999.

Kimamoto, H., and E. J. Henley. Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists. IEEE Press, 1996.

NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, 2011 edition.

ASTM D56, *Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester*, 2005 (2010).

ASTM D92, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester*, 2011.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ASTM D93, *Standard Test Method for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*, 2011.

ASTM D1230, *Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles*, 2010.

ASTM D1310, *Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus*, 2001 (2007).

ASTM D1929, *Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics*, 2011.

ASTM D2859, *Standard Test Method for Flammability of Finished Textile Floor Covering Materials*, 2006 (2011).

ASTM D3065, *Standard Test Methods for Flammability of Aerosol Products*, 2001 (2006).

ASTM D3828, *Standard Test Methods for Flash Point by Small Scale Closed Tester*, 2009.

ASTM D4809, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)*, 2009a 2000.

ASTM D5305, *Standard Test Method for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor*, 1997 (2007).

ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*, 2011b.

ASTM E108, *Standard Test Method for Fire Tests of Roof Coverings*, 2011.

ASTM E119, *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials*, 2011a.

ASTM E603, *Standard Guide for Room Fire Experiments*, 2007.

ASTM E648, *Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, 2010 e1.

ASTM E659, *Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals*, 1978 (2005).

ASTM E681, *Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals*, 2009.

ASTM E800, *Standard Guide for Measurement of Gases Present or Generated During Fires*, 2007.

ASTM E906/E906M, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products*, 2010.

ASTM E1226, *Test Method for Pressure and Rate of Pressure Rise for Combustible Dusts*, 2010.

ASTM E1352, *Standard Test Method for Cigarette Ignition Resistance of Mock-up Upholstered Furniture Assemblies*, 2008a.

ASTM E1353, *Standard Test Methods for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture*, 2008a e1.

ASTM E1354, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption Calorimeter*, 2011b.

ANSI/UL 263, *Standard for Safety Fire Tests of Building Construction and Materials*, 2003.

Kimamoto, H., and E. J. Henley. Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists. IEEE Press, 1996.

Grosshandler, W.L.; Bryner, N.P.; Madrzykowski, D.; and Kuntz, K., "Report of the Technical Investigation of The Station Nightclub Fire", NIST NCSTAR 2: Vol. 1 & 2., National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, June 2005.

Madrzykowski, D.; and Walton, W.D., "Cook County Administration Building Fire, Chicago, IL, October 17, 2003: Heat Release Rate Experiments and FDS Simulations", NIST SP -1021, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, July 2004.

ASTM D56, *Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester*, 2002.

ASTM D92, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup*, 2002.

ASTM D93, *Standard Test Method for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*, 2002.

ASTM D1230, *Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles*, 2001.

ASTM D1310, *Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus*, 2001.

ASTM D1929, *Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics*, 2001.

ASTM D2859, *Standard Test Method for Flammability of Finished Textile Floor Covering Materials*, 1993.

ASTM D3065, *Standard Test Methods for Flammability of Aerosol Products*, 2001.

ASTM D3828, *Standard Test Methods for Flash Point by Small Scale Closed Tester*, 2002.

ASTM D4809, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)*, 2000.

ASTM D5305, *Standard Test Method for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor*, 1997.

ASTM E84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*, 2003.

ASTM E108, *Standard Test Method for Fire Tests of Roof Coverings*, 2000.

ASTM E119, *Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials*, 2000.

ASTM E603, *Standard Guide for Room Fire Experiments*, 2001.

ASTM E648, *Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, 2000.

ASTM E659, *Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals*, 2000.

ASTM E681, *Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals*, 2001.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

ASTM E800, *Standard Guide for Measurement of Gases Present or Generated During Fires*, 2001.

ASTM E906, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products*, 1999.

ASTM E1226, *Test Method for Pressure and Rate of Pressure Rise for Combustible Dusts*, 2000.

ASTM E1352, *Standard Test Method for Cigarette Ignition Resistance of Mock-up Upholstered Furniture Assemblies*, 2002.

ASTM E1353, *Standard Test Methods for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture*, 2002.

ASTM E1354, *Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption Calorimeter*, 2003.

UL 263, *Standard for Safety Fire Tests of Building Construction and Materials*, 2011.

Iqbal, Naeem and Salley, Mark Henry, "Fire Dynamics Tools (FDT^{s}): Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) Fire Protection Inspection Program, Final Report," NUREG-1805, U.S. NRC, Washington D.C., 2004. Available at http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr1805/final-report/

Esta publicación está siendo actualizada y ha pasado un proceso V&V Validación y verificación) tal y como se indica en Verification and Validation of NUREG 1824, *Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications*. Disponible en http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr1824/

API RP 1004, *Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 Tank Motor Vehicles*, 1988.

API RP 2013, *Cleaning Mobile Tanks in Flammable or Combustible Liquid Service*, 1991.

Green, T. SAE Paper 980561, "Automotive Fuel Line Siphoning."

Cole, L. *The Investigation of Motor Vehicle Fires:AGuide for Law Enforcement, Fire Department and Insurance Personnel*, 3rd ed. Lee Books, 1992.

Severy, D. M., D. M. Blaisdell, and J. F. Kerkhoff. "Automobile Collision Fires," SAE 741180, 1974.

LaPointe, N.R., C.T. Adams, and J. Washington. *Autoignition of Gasoline on Hot Surfaces, Fire & Arson Investigator*, October 2005, 18-21.

C.2 Referencias Informativas. Los siguientes documentos o partes de los mismos se recogen aquí solo como fuentes adicionales. No están referenciados directamente en este documento.

ASTM S1-10, IEEE *Standard for Use of International System of Units (SI). The Modern Metric System*, 1991.

Putorti, A. J. Jr. (NIST), "Full Scale Room Burn Pattern Study," NIJ Report 601-97, Publication #169 281, National Institute of Justice, National Criminal Justice Reference Service, Washington, DC, 1997.

Smith, H. W., S*trategies of Social Research, The Methodological Imagination,* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1975, pp. 58, 61.

NFPA 550, *Guide to the Fire Safety Concepts Tree*, 2007 edition.

NFPA 1033, *Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator,* 2003 edition.

National Association of Fire Investigators, "The National Fire Investigator."

Kennedy, P., y J. Shanley. FA 178, "USFA Fire Burn Pattern Tests — Program for the Study of Fire Patterns," Emmitsburg, MD: U.S. Fire Administration, July 1997.

Ackland, P. J., y A. E. Willey. *Fire Investigation in Commercial Kitchen Systems,* Summerland, B.C.: Philip Ackland Holdings Ltd., 2005.

Anon. "Safety Data for Linseed Oil."

Applied Technical Services, Inc.

Babrauskas, V. "Estimating Room Flashover Potential," *Fire Technology* 16, No. 2 (May 1980): 94–103.

Babrauskas, V., "Pyrophoric Carbon. . . The Jury Is Still Out," *Fire and Arson Investigator*, Vol. 51, No. 2, 12–14 Jan. 2001.

Cuzzillo, B. R., P. J. Pagni, R. B. Williamson, y R. A. Schroeder, "The Verdict Is In: Pyrophoric Carbon Is Out," *Fire and Arson Investigator* 53(1), October 2002, pp. 19–21.

Donahue, *M.Safety and Health Guidelines for Fire and Explosion Investigators.* Stillwater, OK: Fire Protection Publications, 2002.

Ohlemiller, T. J. "Smoldering Combustion," *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Quincy, MA: Society of Fire Protection Engineers*, 1995, Section 2, Chapter 11.

Bennett, C. O., y J. E. Myers. *Momentum, Heat, and Mass Transfer,* 2nd edition, New York: McGraw-Hill Book Co., 1974.

Fang, J. B., y J. N. Breese. "Fire Development in Residential Basement Rooms." National Bureau of Standards, NBSIR 80-2120, Gaithersburg, MD, 1980.

Guide to Plastics. New York: McGraw-Hill, 1989.

Tan, S. H. "Flare System Design Simplified," *Hydrocarbon Processing*, 1967, pp. 172–176.

Flick, E. W. I*ndustrial Solvents Handbook*, 5th edition. Park Ridge, NJ: Noyes Data Corp., 1998.

C.3 Referencias para Partes de Secciones Informativas

NFPA 13**,** *Standard for the Installation of Sprinkler Systems***,** 2013 edition.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Apéndice D. Créditos fotográficos

Figura	Nombre
5.6.4.6.4(a)	Doug Carpenter
5.6.4.6.4(b)	Doug Carpenter
5.6.4.6.5	Doug Carpenter
6.2.3.2	Joe Sesniak
6.2.5.1	NFPA
6.2.6.1	Joe Sesniak
6.2.8.4(a)	Patrick Kennedy
6.2.8.4(b)	USFA
6.2.8.6.2	Patrick Kennedy
6.2.9.1	John A. Kennedy & Associates
6.2.10.3(a)	Patrick Kennedy
6.2.10.3(b)	Patrick Kennedy
6.2.10.3(c)	Patrick Kennedy
6.2.10.3(d)	Patrick Kennedy
6.2.11(a)	Ryan Cox
6.2.11(b)	Ryan Cox
6.2.12.1.1	Joe Sesniak
6.2.13.1.4	NFPA
6.2.15	Joe Sesniak
6.2.15.1	John A. Kennedy & Associates
6.3.2.1.3(b)	Joe Sesniak
6.3.2.3(a)	Ryan Cox
6.3.2.3(b)	Ryan Cox
6.3.2.3(c)	Joe Sesniak
6.3.2.5(a)	Ryan Cox
6.3.2.5(b)	Ron Hopkins
6.3.4.1(a)	U.S. Fire Administration
6.3.4.2(a)	John A. Kennedy & Associates
6.3.4.2(b)	John A. Kennedy & Associates
6.3.7.1(c)	Joe Sesniak
6.3.7.2(b)	John Lentini
6.3.7.2(c)	Ryan Cox
6.3.7.2(d)	Joe Sesniak
6.3.7.2.3	John A. Kennedy & Associates
6.3.7.4(b)	John A. Kennedy & Associates
6.3.7.5(b)	John A. Kennedy & Associates
6.3.7.5(c)	Joe Sesniak
6.3.7.8.3(d)	Ryan Cox
6.3.7.8.3(e)	Ryan Cox
6.3.7.8.3(f)	Ryan Cox
6.3.7.8.4(a)	NAFI
6.3.7.8.4(b)	Ron Hopkins
6.3.7.8.5(a)	Dan Churchward
6.3.7.8.5(b)	Dan Churchward
6.3.7.9(a)	NFPA

Apéndice D. Créditos fotográficos (Continúa)

Figura	Nombre
6.3.7.9(b)	Christopher L. Mealy, Dan T. Gottuk
6.3.7.10.1	Christopher L. Mealy, Dan T. Gottuk
6.3.7.11.2	Ryan Cox
6.3.7.11.2.2	Patrick Kennedy
9.9.4.5.1	Dan Churchward
8.10.4(a)	Dan Churchward
9.10.4(b)	Dan Churchward
9.10.4(c)	Dan Churchward
9.10.4(d)	Dan Churchward
9.10.5	Dan Churchward
9.10.5.1(a)	Joe Sesniak
9.10.6.4	Chris Bloom
10.9.2.1.1(a)	Patrick Kennedy
10.9.2.1.1(b)	Patrick Kennedy
10.9.6.1	Patrick Kennedy
10.9.7	Patrick Kennedy
10.9.8	Patrick Kennedy
10.9.9.1.1(a)	The U.S. Department of Transportation (DOT) Pipeline Hazardous Material Safety Administration (PHMSA), Office of Pipeline Safety (OPS)
10.9.9.1.1(b)	The U.S. Department of Transportation (DOT) Pipeline Hazardous Material Safety Administration (PHMSA), Office of Pipeline Safety (OPS)
13.1	Patrick Kennedy
13.2.3.5	Ron Hopkins
13.3.1	Patrick Kennedy
13.3.2.2	Michael Hopkins
13.3.5.2	John A. Kennedy & Associates
13.3.6	Ron Hopkins
13.4.2	Ron Hopkins
13.6.1	Ron Hopkins
16.2.4.2(1)	Ryan Cox
16.2.4.2(2)	Ryan Cox
16.2.4.3(3)	Ryan Cox
16.2.6.11	Joe Sesniak
17.6.2.1	Patrick Kennedy
17.10.1.4 (b)	Patrick Kennedy
17.10.1.4(c)	John A. Kennedy & Associates
18.4.3.2(a)	Patrick Kennedy
18.4.3.2(b)	Patrick Kennedy
18.4.4.2(a)	Patrick Kennedy
18.4.4.2(b)	Patrick Kennedy
18.4.5.4	Joe Sesniak

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Apéndice D. Créditos fotográficos (Continúa)

Figura	Nombre
18.4.2	Patrick Kennedy and Jim Shanley
22.4.9	SFPE Engineering Guide. Guidelines for Sustaining a Fire Model for a given Application. SFPE G.06 2011
22.4.9.3(a)	Verifying and Validating Current Fire Models for Use in Nuclear Power Plant Applications, NUREG 1824, Verifications and Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plants Applications, 2010
22.4.9.3(b)	Verifying and Validating Current Fire Models for Use in Nuclear Power Plant Applications, NUREG 1824, Verifications and Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plants Applications, 2010
23.2.2.1	Patrick Kennedy
23.2.2.3	Patrick Kennedy
23.2.3.1.3	Scott Davis
23.3.1	John A. Kennedy & Associates
23.3.2(a)	Mick Schulz
23.3.2(b)	John A. Kennedy & Associates
23.4.1.1	Scott Davis
23.4.1.4(a)	Harris (1983) pg. 3
23.4.1.4(b)	Harris, 1983
23.8	GEXCon – Gas Explosion Handbook, Figure 4.5
23.8.1	GEXCon – Gas Explosion Handbook, Figure 4.5
23.8.2.1.1	GEXCon – Gas Explosion Handbook, Figure 4.7
23.8.2.1.7	Van Wingerdan et al., 1991
23.8.2.2.5	Scott Davis
23.14.4.1.4	Patrick Kennedy
25.2.5.1	Stoll and Greene, 1959
26.2.2(a)	Jim Finneran
26.2.2(b)	Jim Finneran
26.2.2(c)	Jim Finneran
26.2.3(a)	Jim Finneran
26.2.3(b)	Jim Finneran
26.2.3(c)	Jim Finneran
26.4.4(a)	Jim Finneran
26.4.4(b)	Jim Finneran
26.4.4(c)	Jim Finneran
26.4.4(d)	Jim Finneran
26.4.4(e)	Jim Finneran
26.4.5(a)	Jim Finneran

Apéndice D. Créditos fotográficos (Continúa)

Figura	Nombre
26.4.5(b)	Jim Finneran
26.5.1.1.2	Joe Sesniak
26.5.1.2.1	Joe Sesniak
26.5.1.3	Joe Sesniak
26.5.2.4.1(a)	Jim Finneran
26.5.2.4.1(b)	Jim Finneran
26.5.3.4.1(c)	Jim Finneran
26.5.2.4.1(d)	Jim Finneran
27.8.1.1(c)	MorrFire Investigations
27.8.1.1(d)	MorrFire Investigations
27.8.1.1(e)	MorrFire Investigations
27.8.1.1(f)	MorrFire Investigations
27.8.1.1(g)	MorrFire Investigations
27.11.1(b)	Robby E. Landis
27.11.1(c)	Robby E. Landis
27.11.1.2.1(a)	Robby E. Landis
27.11.1.2.1(b)	Robby E. Landis
27.11.1.2.2(a)	Robby E. Landis
27.11.1.2.2(b)	Robby E. Landis
27.11.1.3(a)	Robby E. Landis
27.11.1.3(b)	Robby E. Landis
27.11.1.3(c)	Robby E. Landis
27.11.1.4(a)	Robby E. Landis
27.11.1.4(b)	Robby E. Landis
27.15.2.4.1(a)	T. W. Horton
27.15.4.1(b)	T. W. Horton
27.15.6.8(a)	T.W. Horton
27.15.6.8(b)	T.W. Horton
27.18.2.2	NFPA
28.6.12(b)	Jim Shanley
28.6.13(b)	Jim Shanley
28.6.4.1(c)	Jim Shanley
30.1(a)	Greg Davis
30.1(b)	Greg Davis
30.4.3	Greg Davis
30.7.2.1.1.1	Greg Davis
30.7.2.1.1.2	Greg Davis
30.8.3.3	Greg Davis
30.9.2.1	Greg Davis
30.9.2.3(a)	Greg Davis
30.9.2.3(b)	Greg Davis
30.9.3.1	Greg Davis
30.10.1	Greg Davis
30.10.1.1.1	Greg Davis
30.10.2.2	Greg Davis

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Índice

© 2013 National Fire Protecction Association, reservados todos los derechos.

El copyright de este índice es independiente y distinto del copyright del documento indexado. Las disposiciones de licencia previstas para el documento no son aplicables a este índice. Este índice no puede ser reproducido total o parcialmente por ningún medio sin el permiso escrito expreso de la National Fire Protecction Association.

-A-

Accidente
Definición 3.3.3
Acelerante
Definición 3.3.2
Acuerdo o Entendimiento
Definición 3.3.182
Administración ....Cap. 1
Ámbito de aplicación 1.1
Aplicación 1.3
Incertidumbre de las mediciones 1.5
Propósito 1.2
Unidades de Medida 1.4
Afección Total del Recinto
Definición 3.3.89, A3.3.89
Aireación
Definición 3.3.189
Ambiente
Definición 3.3.4
Amperio
Definición 3.3.6
Ampollas producidas por carbonizado
Definición 3.3.29
Análisis de Causas y Responsabilidad del Incidente ....Cap. 21
Causa de Daños a Personas y Pérdida de Vidas 21.4
Preparación para Emergencias 21.4.2
Propagación del Incendio y del Humo 21.4.1
Determinación de la responsabilidad 21.5
Definición de Responsabilidad 21.5.2
Evaluación Responsabilidad 21.5.3
Grados de Responsabilidad 21.5.4
Naturaleza de la Responsabilidad 21.5.1
General 21.1, A.21.1
La Causa de Daños a Propiedades Como Resultado del Incidente 21.3
Otros Daños Consecuenciales 21.3.3
Propagación del Incendio y del Humo 21.3.2
La causa del incendio o explosión 21.2
Clasificación de la Causa 21.2.1
Análisis de Fallos
Definición 3.3.59
Análisis de Fallos y Herramientas Analíticas ....Cap. 22
Análisis de Sistemas 22.3
Análisis de Modos de Fallos y Efectos (FMEA) 22.3.2
Árboles de Fallo 22.3.1, A.22.3.1
Cronologías 22.2
Cronologías Múltiples 22.2.5
Cronología a Escala 22.2.5.5
General 22.2.1
Hitos 22.2.4
Tiempo estimado 22.2.3
Tiempo Preciso 22.2.2
Datos Necesarios para la Realización de Pruebas y Modelos 22.6
Materiales y contenidos 22.6.1
Ventilación 22.6.2
Directrices para la Selección y el Uso de Modelos de incendio 22.4.9
Definición del Problema 22.4.9.1
Documentación 22.4.9.5
Efectos de la Incertidumbre y del Usuario 22.4.9.4
Selección de un Candidato a Modelo 22.4.9.2
Verificación y Validación del Modelo 22.4.9.3
Introducción ....22.1, A. 22.1
Modelado Matemático 22.4
Análisis de Dinámica del Incendio ....22.4.8, A. 22.4.8
Análisis de las Vías de Evacuación ....2.4.7, A. 22.4.7
Análisis de Transferencia de Calor 22.4.2
Análisis del Equilibrio Químico Termodinámico 22.4.5
Análisis Estructural 22.4.6
Análisis hidráulicos 22.4.4
Concentración de Gases Inflamables 22.4.3
General 22.4.1
Limitaciones del Modelado Matemático 22.4.1.3
Prueba de incendio 22.5
Limitaciones de la Prueba de Incendio 22.5.3
Métodos de Prueba de Incendio ....22.5.2, A. 22.5.2
Papel de la Prueba de Incendio 22.5.1
Aprobado
Definición 3.2.1, A.3.2.1
Arco
Definición 3.3.7
Arco eléctrico a través de un material carbonizado
Definición 3.3.10
Área de Origen
Definición 3.3.11
Arrastre
Definición 3.3.52
Combustión incandescente o sin llama
Definición 3.3.91
Auto ignición
Definición 3.3.14

-B-

Bibliografía ....Anexo B
BLEVE
Definición 3.3.19

-C-

Calcinación del yeso
Definición 3.23, A.3.3.23
Calentamiento espontáneo
Definición 3.3.168
Calor de ignición
Definición 3.3.98, A.3.3.98
Calor de Radiación
Definición 3.3.141
Calor
Definición 3.3.95, A.3.3.95
Caloría
Definición 3.3.24

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Capa de techo
Definición 3.3.27
Capa superior
Definición 3.3.183
Carbonizado
Definición 3.3.28
Carga de fuego
Definición 3.3.87
Fuego Incendiario
Definición 3.3.108
Causa de incendio
Definición 3.3.64
Causa Inmediata
Definición 3.3.137
Causa
Definición 3.3.25
Chispa
Definición 3.3.164
Chispa eléctrica
Definición 3.3.50
Chorro fluido de techo
Definición 3.3.26
Ciencia Básica del Fuego ....Cap. 5
Carga de Fuego, Grupos de Combustibles y Propiedades de las Llamas 5.6, A.5.6
Carga de fuego 5.6.1
Elementos Combustibles y Grupos de Combustibles 5.6.2
Estructura térmica de una llama 5.6.5
Zona de Llama Continua 5.6.5.1
Zona de llama intermitente 5.6.5.2
Zona de pluma 5.6.5.3
Flujos de calor de las llamas 5.6.6
Flujo de Calor de las Llamas a las Superficies de Contacto 5.6.6.1
Paredes 5.6.6.1.1
Techos 5.6.6.1.2
Flujos de Calor de las Llamas hacia Superficies Alejadas 5.6.6.2, A.5.6.6.2
Propiedades de las llamas 5.6.4
Altura de la llama 5.6.4.5
El color de las llamas 5.6.4.1
Ubicación del grupo de combustibles 5.6.4.6, A.5.6.4.6
Adhesión de la pluma y de la llama 5.6.4.6.2
Análisis del Efecto de las paredes 5.6.4.6.6
Aporte de aire 5.6.4.6.1
Efecto de las esquinas 5.6.4.6.5
Efecto de las paredes 5.6.4.6.4
Efecto del descenso del aporte de aire 5.6.4.6.3
Altura de la llama 5.6.4.6.3.2
Temperatura de la pluma de gases y de las capas Superiores 5.6.4.6.3.1
Fuegos en exteriores 5.6.4.6.7
Velocidad de Desprendimiento de Calor 5.6.3
Fuegos en espacios cerrados 5.6.3.2, A.5.6.3.2
Fuegos de combustibles líquidos 5.6.3.3
Fuegos de líquidos en recintos cerrados ..5.6.3.3.1 ,A.5.6.3.3.1
Fuegos de líquidos no delimitados 5.6.3.3.2, A.5.6.3.3.2
Fuegos no delimitados de líquidos sobre alfombras ....5.6.3.3.3, A. 5.6.3.3.3
Desarrollo del Incendio en un Recinto 5.10
Abertura de Ventilación 5.10.5
Combustión Súbita Generalizada (Flashover) 5.10.4
Abertura de Ventilación 5.10.4.4
Efectos del Recinto sobre el Desarrollo del Incendio 5.10.6
Situación del Incendio en un Recinto 5.10.6.2, A.5.10.6.2
Volumen y Altura de Techo del Recinto 5.10.6.1
Fenómenos del Incendio en un Recinto Cerrado 5.10.2
Capa de Humo 5.10.2.2
Flujos de Aire en el Recinto 5.10.3
Aberturas de Ventilación 5.10.3.5
Flujos por Aberturas Múltiples 5.10.3.4
Flujos por una Abertura única 5.10.3.3
General 5.10.1
Flujos de fluidos 5.4, A.5.4
Chorro fluido de techo 5.4.4
Flujos de convección 5.4.2
Flujos de ventilación 5.4.5
Generalidades 5.4.1
Penachos 5.4.3
Ignición 5.7, A.5.7
Generalidades 5.7.1
Ignición de gases inflamables 5.7.2
Ignición de líquidos 5.7.3
Punto de inflamación 5.7.3.1
Ignición de sólidos 5.7.4
Auto ignición de Sólidos con Llama 5.7.4.3
Ignición de Combustibles Sólidos por Llama Pilotada 5.7.4.2
Ignición Incandescente e Inicio de Combustión en Fase Sólida 5.7.4.1
Autocalentamiento y auto-ignición 5.7.4.1.2
Generalidades 5.7.4.1.1
Incendios de oxidantes 5.7.4.1.5
Materiales Comunes Sometidos a Autocalentamiento 5.7.4.1.4, A.5.7.4.1.4
Materiales pirofóricos 5.7.4.1.6
Mecanismo del Autocalentamiento a la Ignición 5.7.4.1.3
Briquetas de carbón Vegetal 5.7.4.1.3.10, A.5.7.4.1.3.10
Contaminantes 5.7.4.1.3.11, A.5.7.4.1.3.11
Ignición de la madera 5.7.4.1.3.9, A.5.7.4.1.3.9
Transición a la combustión con llama 5.7.4.1.7
Introducción 5.1
Generalidades 5.1.1, A.5.1.1
Tetraedro del Fuego 5.1.2
Agente oxidante 5.1.2.2
Calor 5.1.2.3
Combustible 5.1.2.1
Reacción Química en Cadena Autosostenida 5.1.2.4
La Química del Fuego 5.2, A.5.2
Cambios de Estado y Descomposición Térmica 5.2.2
Combustión 5.2.3
Combustibles gaseosos 5.2.3.2
Rango de Explosividad/ Inflamabilidad 5.2.3.2.1
Límite Inferior de Explosividad (Límite Inferior de Inflamabilidad) 5.2.3.2.2
Límite Superior de Explosividad (Límite Superior de Inflamabilidad) 5.2.3.2.3
Generalidades 5.2.1
Productos de la combustión 5.3, A.5.3
Propagación de la Llama 5.8, A.5.8
Generalidades 5.8.1
Propagación Concordante de la Llama 5.8.1.2
Propagación a contracorriente de la Llama 5.8.1.1
Propagación de Incendios en Superficies Inclinadas 5.8.1.3
Propagación de Incendios en Zanjas Inclinadas 5.8.1.3.1, A.5.8.1.3.1
Propagación de la Llama en Líquidos 5.8.2
Propagación de la llama 5.8.2.3
Propagación de la llama en fase líquida 5.8.2.2
Propagación de la llama en los sólidos 5.8.3
Influencia de la Fusión y el Goteo en la Propagación de la Llama 5.8.3.6
Influencia del calentamiento Externo en la Propagación de la Llama 5.8.3.7

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Propagación Concordante de la Llama en Combustibles de Gran Espesor 5.8.3.5, A.5.8.3.5
Propagación Concordante de la Llama en Combustibles de Poco espesor 5.8.3.3
Propagación de la Llama a Contracorriente en Combustibles de Gran Espesor 5.8.3.4, A.5.8.3.4
Propagación de la Llama a Contracorriente en Combustibles de Poco Espesor 5.8.3.2
Propagación del Incendio en un Recinto Cerrado 5.9, A.5.9
Propagación del Incendio 5.9.2
Propagación del Incendio por Ignición Remota 5.9.2.2
Propagación del Incendio por Impacto de las Llamas 5.9.2.1
Propagación del Incendio entre Recintos 5.11
Propagación del Incendio a Través de Aberturas 5.11.1
Propagación del Incendio a Través de Barreras 5.11.2
Transferencia de calor 5.5, A.5.5
Conducción 5.5.2
La inercia térmica 5.5.2.3
Convección 5.5.3
Generalidades 5.5.1
Radiación 5.5.4
Termometría .....5.5.5, A. 5.5.5
Escalas Empíricas de Temperatura 5.5.5.2
Fahrenheit 5.5.5.2.1
Grados Celsius (Grados Centígrados) 5.5.5.2.2
Escalas Termodinámicas de Temperatura (Absolutas) 5.5.5.3
Kelvin 5.5.5.3.1
Rankine 5.5.5.3.2
Trayectorias de Propagación del Humo en Edificios 5.12
Ciencia del Fuego
Definición 3.3.71, A.3.3.71
Clasificación de las causas de un fuego .....Cap. 20
Clasificación de la causa 20.1
Clasificación de Causas de los Fuegos Provocados 20.1.3
Clasificación de Causas en Fuegos Accidentales 20.1.1
Fuegos con Causa Indeterminada 20.1.4
Clasificación de Causas Naturales de un Incendio 20.1.2
Código
Definición 3.2.2, A.3.2.2
Columna térmica
Definición 3.3.173
Combustible
Definición 3.3.85,
Combustible difuso
Definición 3.3.46
Combustible Objetivo
Definición 3.3.171
Combustión
Definición 3.3.34
Quemadura limpia
Definición 3.3.30
Combustión súbita generalizada ("flashover")
Definición 3.3.83
Combustión Total
Definición 3.3.180
Comportamiento Humano Frente al Incendio .....Cap. 11
Consideraciones generales sobre la respuesta humana a los incendios 11.3
Características del Emplazamiento 11.3.3
Altura de la estructura 11.3.3.3
Localización de las salidas 11.3.3.1
Número de salidas 11.3.3.2
Sistemas de Alarma de Incendios 11.3.3.4, A.11.3.3.4
Sistemas de Extinción de Incendios 11.3.3.5
Características del incendio 11.3.4
Efectos de los Gases Tóxicos y de la Falta de Oxígeno 11.3.4.3
Presencia de humo 11.3.4.2
Presencia de Llamas 11.3.4.1
Grupos 11.3.2
Estructura del Grupo 11.3.2.2, A.11.3.2.2
Permanencia del grupo 11.3.2.3
Roles y normas 11.3.2.4
Tamaño del grupo 11.3.2.1, A.11.3.2.1
Individuo 11.3.1
Familiaridad con el emplazamiento 11.3.1.3
Limitaciones en la Comprensión Cognitiva 11.3.1.2
Limitaciones Físicas 11.3.1.1
Factores Humanos Relacionado con la Propagación del Incendio 11.7
Factores Relacionados con el Inicio de un Incendio 11.4
Factores Relacionados con el Inicio de un Incendio 11.4.1
Elementos clave de una advertencia adecuada 11.4.1.7
Cómo evitar el peligro 11.4.1.7.3
Consecuencias del peligro 11.4.1.7.4
Frase de Peligro 11.4.1.7.2
Palabra de alerta 11.4.1.7.1
Estándares en las etiquetas, instrucciones y Advertencias 11.4.1.8
Etiquetado de productos, instrucciones y advertencias 11.4.1.3
Mantenimiento y operaciones inadecuadas 11.4.1.1
Objetivo de las Advertencias 11.4.1.6
Objetivo de las Etiquetas 11.4.1.4
Objetivo de las instrucciones 11.4.1.5
Orden y limpieza 11.4.1.2
Otras consideraciones 11.4.3
Recordatorios 11.4.2
Violación de las normas y estándares de seguridad contra incendios 11.4.4
Historia de la investigación 11.2
Incendios provocados 11.6
Introducción 11.1, A.11.1
Niños e incendio 11.5
Adolescentes 11.5.3
Juveniles 11.5.2
Niños 11.5.1
Reconocimiento y Respuesta ante un Incendio 11.8
Acciones tomadas 11.8.3
Decisión de actuar (respuesta) 11.8.2
Factores de huida 11.8.4
Información obtenida de los supervivientes 11.8.5
Percepción del peligro (señales para los sentidos) 11.8.1
Condensado de humos
Definición 3.3.159
Conducción
Definición 3.3.37
Conexión a tierra
Definición 3.3.20, 3.3.92
Conservación
Definición 3.3.134
Consideraciones Legales ..... Cap. 12
Consideraciones constitucionales 12.2
Consideraciones Legales Durante la Investigación 12.3
Autoridad que dirige la investigación 12.3.1
Derecho de Entrada 12.3.2
El Interrogatorio de Sospechosos 12.3.4
Expoliación de Pruebas 12.3.5
Alteraciones y Traslado de Pruebas 12.3.5.6
Documentación Previa a Alteraciones 12.3.5.5
Documentación 12.3.5.2
Notificación a Partes Interesadas 12.3.5.4
Notificación Previa a Ensayo Destructivo por Personal de Organismos no Públicos 12.3.5.7

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Recursos contra la expoliación 12.3.5.3
Responsabilidad 12.3.5.1
Método de Entrada 12.3.3
Orden administrativa de investigación 12.3.3.3
Consentimiento 12.3.3.1
Orden judicial de investigación 12.3.3.4
Cuando las circunstancias lo exigen 12.3.3.2
Consideraciones Legales Previas al Juicio 12.4
Formas de descubrimiento 12.4.2
Declaraciones 12.4.2.3
Declaraciones sobre Descubrimientos 12.4.2.3.2
Procedimiento 12.4.2.3.1
Declaraciones Ante el Tribunal 12.4.2.3.3
Informes 12.4.2.4
Interrogatorios 12.4.2.2
Orden de presentación 12.4.2.1
Introducción 12.4.1
Mociones 12.4.3
Introducción 12.1, A.12.1
Juicios 12.5
Carga de prueba 12.5.5
Formas de examen 12.5.3
Examen cruzado 12.5.3.2
Examen directo 12.5.3.1
Formas de testimonio 12.5.4
Declaraciones 12.5.4.1
Deposiciones y Testimonio ante el Tribunal 12.5.4.3
Respuestas a interrogatorios 12.5.4.2
Normas de prueba 12.5.1, A.12.5.1
Proceso Criminal 12.5.6
Factores a tener en cuenta 12.5.6.3
Incendio 12.5.6.1, 12.5.6.1.2
Normas sobre Incendios Provocados 12.5.6.2
Normas sobre Informes de Incendios Provocados 12.5.6.5
Otros Actos Delictivos Relacionados con Incendio 12.5.6.4
Procesos Civiles 12.5.7
Códigos, Reglamentos y Normas 12.5.7.2
Negligencia 12.5.7.1
Ejemplo Hipotético de Elementos de Negligencia 12.5.7.1.2
Responsabilidad Civil del Producto 12.5.7.3
Responsabilidad 12.5.7.4
Tipos de pruebas 12.5.2
Prueba Testimoniales 12.5.2.3
Admisibilidad del Testimonio 12.5.2.3.3
Cualificaciones del Experto 12.5.2.3.5
Fiabilidad de opiniones 12.5.2.3.6
Relevancia 12.5.2.3.4
Testigo experto 12.5.2.3.2
Testigo presencial 12.5.2.3.1
Pruebas Demostrativas 12.5.2.1
Fotografías / Ilustraciones como Forma de Prueba ..12.5.2.1.1
Muestras 12.5.2.1.2
Pruebas documentales 12.5.2.2
Contratiro
Definición 3.3.16
Convección
Definición 3.3.38
Corriente
Definición 3.3.40
Corriente máxima
Definición 3.3.5
Corrimiento
Definición 3.3.39
Cortocircuito
Definición 3.3.156
Curva de Tiempos
Definición 3.3.179

-D-

Daño de Orden Elevado
Definición 3.3.101
Daños de orden bajo
Definición 3.3.119
Datos Empíricos
Definición 3.3.51
Deflagración
Definición 3.3.42
Densidad de vapor
Definición 3.3.185
Densidad
Definición 3.3.43
Detección
Definición 3.3.44
Detector de Gas Combustible
Definición 3.3.32, A.3.3.32
Determinación de las Causas del incendio ....Cap. 19
Analizar los datos 19.4
Análisis de la fuente de ignición 19.4.2
Análisis de los combustibles 19.4.1
Geometría y Orientación 19.4.1.1
Temperatura de ignición 19.4.1.2
Cantidad de combustible 19.4.1.3
Oxidante 19.4.3
Secuencia de la ignición 19.4.4
Comprobación de las hipótesis sobre la causa 19.6
Medios para la comprobación de las hipótesis 19.6.4
Árboles de Fallos 19.6.4.6
Experimentos físicos y ensayos 19.6.4.3
Líneas temporales 19.6.4.5
Literatura Científica 19.6.4.1, A.19.6.4.1
Los experimentos cognitivos 19.6.4.4
Principios Fundamentales de la Ciencia 19.6.4.2
Técnicas adicionales 19.6.4.7
Método Científico 19.6.1
Preguntas para comprobación de las hipótesis 19.6.3
Razonamiento deductivo 19.6.2
Desarrollo de hipótesis sobre las causas 19.5
Introducción 19.1
Combustible inicial 19.1.2
Factores causantes del incendio 19.1.1
Fuente de ignición 19.1.3
Oxidante 19.1.4
Secuencia de ignición 19.1.5
Método general 19.2
Examen de los datos 19.2.1
Foco y área de origen 19.2.3
Secuencia de las Actividades 19.2.2
Recogida de datos para determinar la causa 19.3
Datos para identificar la secuencia de ignición 19.3.5
Identificación de los combustibles en el área de origen 19.3.1
Identificación de elementos y actividades en el área de origen 19.3.3
Identificar el oxidante 19.3.4, A.19.3.4
Identificar la fuente y la forma en que se aportó energía de ignición 19.3.2
Selección de la hipótesis final 19.7
Causas indeterminadas 19.7.4
Datos inconsistentes 19.7.2
Dispositivos de seguridad y otras medidas 19.7.3
El establecimiento de la Causa 19.7.1
Determinación del Origen ....Cap. 18
Análisis de datos 18.4
Análisis de eventos secuenciales 18.4.6
Análisis de los Vectores de Calor y Llama 18.4.2, A18.4.2
Calor Fuente 18.4.2.2

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Vectores complementarios 18.4.2.1
Visualización de Herramientas Adicionales para Marcas ..18.4.2.3
Análisis de Marcas de Incendio 18.4.1
Considerar todas las Marcas 18.4.1.1
Generación de Marcas 18.4.1.3
Marcas de Movimiento e Intensidad 18.4.1.5
Secuencia de Marcas 18.4.1.2
Ventilación 18.4.1.4
Análisis de Profundidad de Carbonizado 18.4.3
Diagrama de Profundidad de Carbonización 18.4.3.1
Inspección de la Profundidad de Carbonización con Gases Combustibles 18.4.3.5
Madera Perdida 18.4.3.4
Medición de la Profundidad de la Carbonización 18.4.3.2
Dinámica de Incendio 18.4.7
Inspección de Arcos o Mapa de Arcos 18.4.5
Diagrama de Inspección de Arcos 18.4.5.2
Documentar puntos de Arcos 18.4.5.4
Inspección de Arcos a Mapas de Arcos 18.4.5.5
Limitaciones en el Análisis de arcos Eléctricos 18.4.5.7
Localización de puntos de Arco 18.4.5.3
Procedimiento sugerido 18.4.5.1
Recopilación de Pruebas de Inspección de Arcos 18.4.5.5
Utilización de la Inspección de Arcos 18.4.5.6
Inspección de la Profundidad de Carbonización 18.4.4
Diagrama de Profundidad de Calcinación 18.4.4.1
Medición de la Profundidad de Calcinación 18.4.4.2
Desarrollo de una hipótesis de origen 18.5
Hipótesis inicial 18.5.1
Modificación de la hipótesis inicial 18.5.2
Introducción 18.1
Metodología general 18.2
Análisis secuencial de marcas 18.2.3
Metodología recomendada 18.2.5
Procedimiento sistemático 18.2.4
Secuencia de las Actividades 18.2.2
Origen insuficientemente definido 18.8
Área grande adecuada para la Determinación 18.8.1
Área Origen según pruebas de testigos 18.8.3
Justificación de una gran área de origen 18.8.2
Prueba de las Hipótesis Origen 18.6
Medios de prueba de hipótesis 18.6.1
Técnicas y herramientas de análisis 18.6.2
Análisis de cronologías 18.6.2.1
Modelos de incendio 18.6.2.2
Pruebas Experimentales 18.6.2.3
Recopilación de datos para la determinación del origen 18.3
Actividades de recopilación de datos adicionales para determinación del Origen 18.3.3
Cámaras de seguridad 18.3.3.13
Cargas eléctricas 18.3.3.7
Condiciones antes del incendio 18.3.3.1
Condiciones Atmosféricas 18.3.3.5
Datos del Sistema de Protección Contra Incendios 18.3.3.12
Descripción de los Combustibles 18.3.3.2
Dimensiones del Edificio 18.3.3.3
Observaciones de testigos 18.3.3.15
Servicio y Ventilación del Edificio 18.3.3.4
Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC) 18.3.3.8
Sistemas de alarma de intrusión 18.3.3.14
Sistemas de combustible líquido 18.3.3.10
Sistemas de Gas Combustible 18.3.3.9
Sistemas de protección contra incendios 18.3.3.11
Sistemas eléctricos 18.3.3.6
Evaluación Inicial del Lugar 18.3.1
Alteraciones posteriores al incendio 18.3.1.7
Ámbito del examen 18.3.1.2
Áreas circundantes 18.3.1.4
Evaluación de la seguridad 18.3.1.1
Exterior del edificio 18.3.1.5
Interior del edificio 18.3.1.6
Orden del examen 18.3.1.3
Excavación y Reconstrucción 18.3.2
Ámbito de Excavación y Reconstrucción 18.3.2.1
Contenidos 18.3.2.8
Equipo Pesado 18.3.2.4
Evitar Contaminación 18.3.2.6
Evitar Expoliación 18.3.2.5
Excavación 18.3.2.3
Lavado de Suelos 18.3.2.7
Seguridad 18.3.2.2
Selección de la hipótesis final 18.7
Datos no consistentes 18.7.2
Definición del área de origen 18.7.1
Revisión del archivo del caso 18.7.3
Detonación
Definición 3.3.45
Dinámica de Fuego
Definición 3.3.65, A.3.3.65
Documentación de la Investigación .....Cap. 16
Fotografías 16.2
Actividades que se Sugiere Documentar 16.2.6
Durante el incendio 16.2.6.1
Fotografías aéreas 16.2.6.11
Fotografías de las Acometidas de Servicios y Aparatos 16.2.6.7
Fotografías de espectadores 16.2.6.3
Fotografías de las víctimas 16.2.6.9
Fotografías del edificio 16.2.6.5
Fotografías desde el punto de vista de los Testigos 16.2.6.10
Fotografías de Satélite 16.2.6.12
Fotografías Exteriores 16.2.6.4
Fotografías interiores 16.2.6.6
Fotografías para pruebas 16.2.6.8
Composición y Técnicas 16.2.4
Diagrama de fotos 16.2.4.4
Fotografía y Tribunales 16.2.4.6
Fotógrafo ayudante 16.2.4.5
Fotos secuenciales 16.2.4.2
Mosaico de Fotografías 16.2.4.3
Mosaicos “pegados” digitalmente 16.2.4.3.1
Consejos sobre las fotografías 16.2.7
Generalidades 16.2.1
Presentación de Fotografías 16.2.8
Presentaciones informáticas 16.2.8.3
Principios básicos 16.2.3
Autentificación de Imágenes 16.2.3.3
Filtros 16.2.3.6
Generalidades 16.2.3.1
Iluminación 16.2.3.7
Lentes 16.2.3.5
Tipos de cámaras 16.2.3.2
Tipos especiales de fotografías 16.2.3.8
Velocidad de Disparo 16.2.3.6
Informes 16.5, A.16.5
Información descriptiva 16.5.1
Opiniones y conclusiones 16.5.3
Hechos 16.5.2
Introducción 16.1, A.16.1
Los diagramas y dibujos 16.4
Elementos del dibujo 16.4.4
Equipos y Herramientas de dibujo 16.4.3
Dibujos 16.4.5
Secciones y Detalles 16.4.5.4

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Alzados 16.4.5.3
Vistas desarrolladas 16.4.5.5
Planos de planta 16.4.5.2
Planos de emplazamiento 16.4.5.1
Diagramas Especializados para Investigación de Incendios 16.4.5.7
Representaciones tridimensionales 16.4.5.6
Dimensiones Estructurales 16.4.5.6.1
Disponibilidad de Datos Dimensionales 16.4.5.6.2
Planos de Diseño y Construcción 16.4.6
Especificaciones 16.4.6.4, A.16.4.6.4
Generalidades 16.4.6.1
Lista de Elementos de Arquitectura e Ingeniería 16.4.6.3
Planos de Arquitectura e Ingeniería 16.4.6.2
Servicios y Equipamiento del Edificio 16.4.6.5
Selección de planos 16.4.2
Tipos de planos 16.4.1
Bocetos 16.4.1.1
Diagramas 16.4.1.2
Toma de notas 16.3
Formularios para Recopilar Información 16.3.2, A.16.3.2
Grabación de notas de campo 16.3.3
Notas de campo 16.3.1

-E-

Electricidad e Incendio ....Cap. 9
Circuitos en rama 9.7
Aislantes 9.7.5
Cloruro de polivinilo (PVC) 9.7.5.2
Generalidades 9.7.5.1
Goma 9.7.5.3
Otros materiales 9.7.5.4
Conductores de aluminio 9.7.4, A.9.7.4
Aluminio puro 9.7.4.1
Conductores recubiertos de cobre 9.7.4.2
Conductores de cobre 9.7.3
Conductores 9.7.1
Tamaños de los conductores 9.7.2
Electricidad Básica 9.2
Aplicación de la ley de Ohm 9.2.9
Capacidad 9.2.3
Comparación entre Electricidad e Hidráulica 9.2.2
Comparación entre Flujo de Agua y Corriente 9.2.2.3
Comparación entre Pérdidas por Fricción Hidráulica y Resistencia Eléctrica 9.2.2.7
Comparación entre Presión Hidráulica y Voltaje 9.2.2.2
Comparación entre Sistemas Hidráulicos Cerrados y Circuitos Eléctricos 9.2.2.6
Comparación entre Tamaño de Tubería y de Cable 9.2.2.9
Comparación entre Tuberías de Agua y Conductores 9.2.2.5
Corriente continua y corriente alterna 9.2.2.4
Elementos de los Sistemas Hidráulicos y Eléctricos 9.2.2.1
Conductividad de Conductores 9.2.4
Energía Eléctrica 9.2.6
Generalidades 9.2.1
Ley de Ohm 9.2.5
Rueda de la Ley de Ohm 9.2.7
Electricidad estática 9.12
Arco incendiario 9.12.3, A.9.12.3
Arcos entre conductores 9.12.3.3
Descargas entre conductores y aislantes 9.12.3.4
Condiciones necesarias para que se produzca la ignición por arco estático 9.12.6
Control de la Acumulación de Electricidad Estática 9.12.5
Conexión equipotencial y toma de tierra 9.12.5.2
Humidificación 9.12.5.1
Energía de ignición 9.12.4, A.9.12.4
Generación de Electricidad Estática 9.12.2
Carga por transferencia ....9.12.2.4, A.9.12.2.
Cargas en la superficie de un líquido 9.12.2.3
Descarga de Electricidad Estática desde Cuerpo Humano 9.12.2.9
Gases 9.12.2.6
Generalidades 9.12.2.1
Líquidos Inflamables 9.12.2.2, A.9.12.2.2
Polvos y fibras 9.12.2.7
Trabajos de pulverizado 9.12.2.5
Vestuario 9.12.2.9
Introducción a la Electricidad Estática 9.12.1
Investigación de igniciones por electricidad estática 9.12.7
Rayos 9.12.8, A.9.12.8
Caídas de rayos 9.12.8.3
Características de los Rayos 9.12.8.2
Daños Producidos por los Rayos 9.12.8.4
Generalidades 9.12.8.1
Redes de detección de rayos 9.12.8.5
Enchufes y dispositivos 9.8
Enchufes 9.8.2
Interruptores 9.8.1
Otros Enchufes, Dispositivos, o Equipos 9.8.3
Equipos de servicio 9.4
Identificación de la Fusión por Arco en Conductores Eléctricos ..9.11
Aislantes deteriorados 9.11.7
Conductor con Glóbulos 9.11.10
Conductores Dañados o Estirados 9.11.5
Conductores Infra dimensionados 9.11.4
Cortocircuito 9.11.9
Fusión causada por el arco eléctrico 9.11.1
Fusión Causada por el Fuego 9.11.2
Grapas en contacto con el conductor 9.11.8, A.9.11.8
Ignición por Energía Eléctrica 9.9
Arcos eléctricos 9.9.4
Arcos de Alto Voltaje 9.9.4.2
Arcos de cierre 9.9.4.4
Arcos por un Recorrido Carbonizado 9.9.4.5, A.9.9.4.5
Descargas en Aislantes (Arc Tracking) 9.9.4.5.1
Electricidad estática 9.9.4.3
Generalidades 9.9.4.1
Calentamiento por Resistencia 9.9.2
Conexiones defectuosas 9.9.2.3
Dispositivos Productores de Calor 9.9.2.2
Generalidades 9.9.2.1
Chispas 9.9.5
Fallos de Alta Resistencia 9.9.6
Generalidades 9.9.1
Subidas de intensidad y de tensión 9.9.3
Instalaciones Eléctricas en los edificios 9.3
Cajetín y contador 9.3.3
Generalidades 9.3.1, A.9.3.1
Servicio eléctrico 9.3.2
Servicio Monofásico 9.3.2.1
Servicio trifásico 9.3.2.2
Significado 9.3.4
Interpretación de los Daños en los Sistemas Eléctricos 9.10
Arcos a Través de un Carbonizado Debido a Mecanismos Térmicos 9.10.3, A.9.10.3
Arcos que Afectan a Conductores No Aislados 9.10.3.4, A.9.10.3.4
Arcos por Cortocircuito y Fallo de Tierra 9.10.2, A.9.10.2
Efectos no causados por la electricidad 9.10.6
Aleaciones 9.10.6.3, A.9.10.6.3
Color de la superficie de los conductores 9.10.6.1

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Daños mecánicos 9.10.6.4, A.9.10.6.4
Fusión por el Fuego 9.10.6.2
Generalidades 9.10.1
Recalentamiento de las Conexiones 9.10.4, A.9.10.4
Sobrecargas 9.10.5, A.9.10.5
Introducción 9.1, A.9.1
Protección contra subidas de intensidad 9.6
Circuitos disyuntores 9.6.3
Disyuntores de circuitos en ramales 9.6.3.3
Disyuntores principales 9.6.3.2
Funcionamiento 9.6.3.1
Interruptor de Circuito para Fallos de Arco (AFCI) 9.6.3.5
Interruptor de Circuito para Fallos de Tierra (GFCI) 9.6.3.4
Cuadros de disyuntores 9.6.4
Fusibles 9.6.2
Funcionamiento 9.6.2.1
Fusibles con dispositivo de retardo 9.6.2.4
Fusibles de cartucho 9.6.2.5
Fusibles de rosca 9.6.2.2
Fusibles tipo S 9.6.2.3
General 9.6.1
Toma a tierra 9.5
Generalidades 9.5.1
Neutro flotante (Neutro abierto) 9.5.2
Electrodomésticos ....Cap. 26
Ámbito de aplicación ....26.1, A. 26.1
Análisis de las Causas Cuando Han Intervenido Aparatos Eléctricos 26.4
Aparatos Eléctricos como Fuentes de Ignición 26.4.3
Cómo Genera Calor el Aparato Eléctrico 26.4.1
Fotografiado de los Aparatos Eléctricos Desmontados 26.4.4
Obtención de Aparatos Eléctricos de Muestra 26.4.5
Pruebas de los Aparatos Eléctricos de Muestra 26.4.6
Utilización y Diseño del Aparato Eléctrico 26.4.2
Análisis del Lugar del Incendio Cuando Existen Aparatos Eléctricos 26.2
Documentación de Información del Aparato Eléctrico 26.2.4
Las posiciones de los controles aparato 26.2.3
Mediciones de la Localización del Aparato Eléctrico 26.2.2
Recogida de Todas las Partes del Aparato Eléctrico 26.2.5
Registro de Aparatos Eléctricos Específicos 26.2.1
Análisis del Origen de un Incendio Donde Haya Aparatos Eléctricos 26.3
Componentes Plásticos en los Aparatos Eléctricos 26.3.3
Marcas de incendio 26.3.2
Reconstrucción del Área de Origen 26.3.4
Relación del Aparato Eléctrico con el Origen del Incendio 26.3.1
Aparatos Electrodomésticos Comunes 26.6
Abrelatas eléctrico 26.6.4
Acondicionadores de aire de ventana 26.6.10
Cafeteras 26.6.2
Calentador portátil 26.6.8
Electrónica de Consumo 26.6.14
Frigorífico 26.6.5
Horno de la cocina 26.6.1
Lámparas 26.6.15
Lavavajillas 26.6.6
Manta eléctrica 26.6.9
Microondas Horno 26.6.7
Plancha 26.6.12
Secador de pelo y rizador de pelo 26.6.11
Tostadora 26.6.3
Componentes del aparato 26.5
Carcasas o envolventes de los aparatos 26.5.1
Acero ....26.5.1.2, A. 26.5.1.2
Aluminio 26.5.1.3
Cerámica 26.5.1.8
Cristal 26.5.1.7
Introducción 26.5.1.1
Madera 26.5.1.6
Otros metales 26.5.1.4
Plástico 26.5.1.5
Componentes varios 26.5.9
Elementos de calefacción 26.5.7
Fuentes de energía 26.5.2
Baterías 26.5.2.3
Cordones eléctricos 26.5.2.1
Protección contra sobre-corriente 26.5.2.4
Voltajes menores de 120 ....26.5.2.2
Iluminación 26.5.8
Sistemas de iluminación fluorescente 26.5.8.1
Sistemas de Iluminación por Descarga de Alta Intensidad Sistemas ....26.5.8.2, A. 26.5.8.2
Interruptores 26.5.3
Interruptor automático 26.5.3.2
Fusibles y disyuntores 26.5.3.2.1
Interruptores de temperatura 26.5.3.2.2
Interruptores manuales 26.5.3.1
Motores 26.5.6
Solenoides y relés 26.5.4
Transformadores 26.5.5
Energía de Ignición
Definición 3.3.105
Equipo de Investigación
Definición 3.3.112
Escasez de Oxígeno
Definición 3.3.128
Escena
Definición 3.3.148
Explosión
Definición 3.3.53
Explosiones ....Cap. 23
Analizar la fuente de combustible 23.16
Analizar la Fuente de ignición 23.17
Analizar las posibles causas 23.18
Análisis de la Cronología 23.18.2
Análisis de los Daños Relativos del Edificio 23.18.5
Análisis del Tipo de Daños 23.18.3
Análisis de los Daños Relativos del Edificio 23.18.3.2
Análisis de los Escombros 23.18.3.1
Generalidades 23.18.1
Relación con los Efectos Térmicos 23.18.6
Relación Entre la Fuerza de una Explosión y los Destrozos Producidos ....23.18.4, A. 23.18.4
Analizar Origen (Epicentro) 23.15
Caracterización de los Daños Producidos por Explosiones 23.3
Daños Graves Producidos por Explosiones 23.3.2, A.23.3.2
Daños Leves Producidos por Explosiones 23.3.1
Efectos de las Explosiones 23.4
Efecto de la Onda Expansiva de la Explosión 23.4.1
Fase de Presión Negativa 23.4.1.3
Fase de presión positiva 23.4.1.2
Forma de la Onda Expansiva de la Explosión 23.4.1.4
Generalidades 23.4.1.1
Velocidad de Aumento de Presión Frente a Presión Máxima 23.4.1.5
Efecto Metralla 23.4.2
Efecto Sísmico 23.4.4
Efecto Térmico 23.4.3
Explosiones de Gases y Vapores 23.8
Desplazamiento de los Gases Combustibles Bajo el Suelo 23.8.3
Explosiones múltiples ....23.8.4, A. 23.8.4

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Ignición de gases y vapores .....23.8.1, A. 23.8.1
Interpretación de los Daños Causados por Explosiones 23.8.2
Peso específico (aire) (Densidad de vapor) ....23.8.2.2, A. 23.8.2.2
Peso específico (aire) (Densidad de vapor) de mezclas combustibles de gases 23.8.2.2.7
Relación Combustible-aire .....23.8.2.1, A. 23.8.2.1
Tasa de expansión 23.8.2.1.5
Velocidad Laminar de combustión .....23.8.2.1.4, A. 23.8.2.1.4
Velocidad laminar de llama 23.8.2.1.6
Velocidad turbulenta de llama 23.8.2.1.7
Explosiones de Humo o de Contratiro .....23.10, A. 23.10
Explosiones de Nubes de Vapor al Aire Libre 23.11
Explosiones de polvo 23.9
Concentración .....23.9.3, A. 23.9.3
Energía Mínima de Ignición del Polvo 23.9.6
Explosiones múltiples 23.9.7
Generalidades 23.9.1
Humedad .....23.9.5, A. 23.9.5
Tamaño de las partículas .....23.9.2, A. 23.9.2
Turbulencias en Explosiones de Polvo 23.9.4
Explosiones localizadas 23.6
BLEVE 23.6.5
Calderas y recipientes a presión 23.6.3
Explosivos 23.6.2
Gases y Vapores Confinados de Líquidos Combustibles 23.6.4
General 23.6.1
Explosiones sin cráter 23.7
Explosiones de Humo o Contratiro 23.7.4
Gases combustibles 23.7.1
Líquidos Combustibles o Inflamables Derramados 23.7.2
Polvos .....23.7.3, A. 23.7.3
Explosivos .....23.12, A. 23.12
Explosivos de Baja Potencia 23.12.1
Explosivos de Gran Potencia 23.12.2
Factores Determinantes de los Efectos de una Explosión 23.5
Combustible 23.5.1
Modificación de la onda expansiva por refracción y concentración de la explosión 23.5.7
Naturaleza del recinto de confinamiento .....23.5.3, A. 23.5.3
Onda expansiva (Frente de onda) Modificación por Reflexión 23.5.6
Situación y magnitud de la fuente de Ignición .....23.5.4 A. 23.5.4
Turbulencias 23.5.2
Ventilación 23.5.5
Generalidades .....23.1, A. 23.1
Explosión Definición 23.1.3
Llamaradas 23.1.3.2
Rotura de un recipiente por incremento de presión Hidrostática 23.1.3.1
Investigación de incidentes con explosivos 23.13
Investigación de la escena de la explosión 23.14
Evaluación detallada del lugar 23.14.4
Identificar los Daños por Incendio Previos y Posteriores a la Explosión 23.14.4.2
Identificar los efectos de daño de Explosión 23.14.4.1
Diagrama de distribución de Escombros 23.14.4.1.4
Identificar los vectores de fuerza 23.14.4.4
Localizar e Identificar los Objetos de Prueba 23.14.4.3
Evaluación Inicial del Lugar 23.14.3
Documentar los daños 23.14.3.3
Establecer el Origen 23.14.3.7
Establecer la fuente de ignición 23.14.3.8
Explosiones con Cráter y Sin Cráter 23.14.3.4
General 23.14.3.1
Identificar el tipo de explosión 23.14.3.5
Identificar el Tipo del Posible Combustible 23.14.3.6
Identificar la explosión o incendio 23.14.3.2
Generalidades 23.14.1
Seguridad en el Lugar de los Hechos 23.14.2
Acordonamiento de la Zona 23.14.2.1
Establecer un modelo de investigación 23.14.2.3
Información sobre los antecedentes 23.14.2.2
La seguridad en el Lugar de la Explosión 23.14.2.4
Tipos de explosiones .....23.2, A. 23.2
BLEVE .....23.2.2, A. 23.2.2
Explosiones eléctricas 23.2.4
Explosiones mecánicas 23.2.1
Explosiones Nucleares 23.2.5
Explosiones químicas .....23.2.3, A. 23.2.3
Explosivo de baja potencia
Definición 3.3.118
Explosivo de Gran Potencia
Definición 3.3.100
Explosivo
Definición 3.3.54
Extinguir
Definición 3.3.57

-F-

Fallo de puesta a tierra
Definición 3.3.93
Fallo
Definición 3.3.58
Flameover
Definición 3.3.76
Flujo calorífico
Definición 3.3.97
Forense (Ciencia Forense)
Definición 3.3.84
Frente de llama
Definición 3.3.75
Frente de presión
Definición 3.3.18
Fuente de ignición eficaz
Definición 3.3.36
Capítulo 14 Fuentes de Información
Conclusión 14.7
General 14.1
Fiabilidad de la información obtenida 14.1.2
Finalidad de la Obtención de la Información 14.1.1
Consideraciones Legales 14.2
Comunicaciones confidenciales 14.2.3
Comunicaciones reservadas 14.2.2
Ley de libertad de información 14.2.1
Entrevistas 14.4
Informe de la entrevista 14.4.3
Objeto de las entrevistas 14.4.1
Preparación de la entrevista 14.4.2
Formas de la Información 14.3
Información Electrónica 14.3.4
Información Escrita 14.3.2
Información Verbal 14.3.1
Información Visual 14.3.3
Fuentes Gubernamentales de Información 14.5
Fuentes municipales 14.5.1
Asesor Municipal 14.5.1.2
Cuerpo de Bomberos 14.5.1.9
Departamento Municipal de Educación 14.5.1.7
Departamento Municipal de Edificación 14.5.1.5
Departamento Municipal de Sanidad 14.5.1.6
Departamento Municipal de Urbanismo 14.5.1.4

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Departamento de Policía Municipal 14.5.1.8
Funcionario Municipal 14.5.1.1
Otros Organismos Municipales 14.5.1.10
Tesorero Municipal 14.5.1.3
Gobiernos de los Estados 14.5.3
Departamento de Estadísticas Vitales del Estado 14.5.3.3
Departamento de Hacienda del Estado 14.5.3.4
Departamento de Recursos Naturales del Estado 14.5.3.7
Departamento de Regulación del Estado 14.5.3.5
Departamento de Transporte del Estado 14.5.3.6
Oficina del Comisario de Seguros del Estado 14.5.3.8
Oficina del Cuerpo de Bomberos 14.5.3.10
Otros organismos del Estado 14.5.3.11
Policía del Estado 14.5.3.9
Secretario de Estado 14.5.3.1
Tesorero del Estado 14.5.3.2
Gobierno del Condado 14.5.2
Asesor del Condado 14.5.2.3
Departamento del Sheriff del Condado 14.5.2.6
Funcionario del Condado 14.5.2.2
Juez / Médico Forense 14.5.2.5
Otros Organismos del Condado 14.5.2.7
Registro del Condado 14.5.2.1
Tesorero del Condado 14.5.2.4
Gobierno Federal 14.5.4
Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera 14.5.4.15
Departamento de Agricultura 14.5.4.1
Departamento de Comercio 14.5.4.2
Departamento de Energía 14.5.4.13
Departamento de Estado 14.5.4.8
El Servicio de Hacienda 14.5.4.10
Departamento de Interior 14.5.4.6
Departamento de Justicia 14.5.4.11
Departamento de Sanidad y Servicios Humanos 14.5.4.4
Departamento de Seguridad Nacional deEEUU 14.5.4.14
El Departamento de Aduanas y Protección de Fronteras de U.S 14.5.4.14.1
Departamento de Trabajo 14.5.4.7
Departamento de Transporte 14.5.4.9
Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano 14.5.4.5
Servicio Postal de Estados Unidos 14.5.4.12
Otros Organismos Federales 14.5.4.16
Fuentes Privadas de Información 14.6
American Society for Testing and Materials (ASTM) 14.6.3
Compañías de Seguros 14.6.11
Compañías Financieras 14.6.9
Emisoras Locales de Televisión 14.6.15
Empresas de Servicios Públicos (agua, gas y electricidad) 14.6.13
Instituciones Educativas 14.6.12
Instituciones Financieras 14.6.10
International Association of Arson Investigators (IAAI) 14.6.6
National Association of Fire Investigators (NAFI) 14.6.5
NFPA (National Fire Protection Association) 14.6.1
Organismos Profesionales 14.6.14
Otras Fuentes Privadas 14.6.17
Redes de Detección de Rayos 14.6.16
Regional Fire Investigations Organizations 14.6.2
Society of Fire Protection Engineers (SFPE) 14.6.8

-G-

Gas Combustible
Definición 3.3.86
GAS
Definición 3.3.90
Goteo
Definición 3.3.48
Guía
Definición 3.2.3, A.3.2.3

-H-

Hollín
Definición 3.3.162
Humo
Definición 3.3.158

-I-

Ignición
Definición 3.3.104
Ignición espontánea
Definición 3.3.169
Incandescente
Definición 3.3.161
Incendio de ventilación controlada
Definición 3.3.188
Incendio dependiente del combustible
Definición 3.3.88
Incendio provocado
Definición 3.3.13, A.3.3.13
Incendios Provocados .....Cap. 24
Indicadores de Incendios Provocados 24.2
Acelerantes Extraños .....24.2.4, A. 24.2.4
Carga de Fuego o Configuración Anormal 24.2.5
Dispositivos Incendiarios 24.2.7
Dispositivos Retardadores 24.2.7.2
Ejemplos de Dispositivos Incendiarios 24.2.7.1
Presencia de líquidos Inflamables en la Zona de Origen 24.2.7.3
Evaluación del Desarrollo del Incendio y los Daños Producidos 24.2.8
Falta de Cargas de Fuego o de Fuentes de Ignición Esperadas 24.2.3
Heridas por Quemaduras 24.2.6
Incendios múltiples 24.2.1
Rastros de Combustible 24.2.2
Introducción .....24.1, A. 24.1
Otras Pruebas 24.4
Análisis de los Incendios Provocados
Confirmados 24.4.2
Zona Geográfica .....24.4.2.1, A. 24.4.2.1
Materiales y método 24.4.2.3
Frecuencia 24.4.2.2
Coincidencia del incendio 24.4.8
Indisponibilidad de los bomberos 24.4.8.3
Incendios durante disturbios ciudadanos 24.4.8.2
Incendios durante circunstancias meteorológicas Extremas 24.4.8.1
Historial del incumplimiento de los códigos 24.4.5
Indicios de dificultades económicas 24.4.4
Motivos del comportamiento incendiario .....24.4.9, A. 24.4.9
Clasificaciones de los motivos .....24.4.9.3, A. 24.4.9.3
Beneficio .....24.4.9.3.6, A. 24.4.9.3.6
Excitación .....24.4.9.3.3, A. 24.4.9.3.3
Extremistas .....24.4.9.3.7, A. 24.4.9.3.7
Introducción 24.4.9.3.1
Ocultación del crimen .....24.4.9.3.5, A. 24.4.9.3.5
Vandalismo 24.4.9.3.2
Daños intencionados y maliciosos 24.4.9.3.2.1
Presión del grupo o Camaradas 24.4.9.3.2.2
Venganza .....24.4.9.3.4, A. 24.4.9.3.4
General 24.4.9.1
Motivo Versus Intención 24.4.9.2
Propietario con otras propiedades Incendiadas 24.4.6

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Pruebas de otros delitos u ocultación de Delito 24.4.3
Valor asegurado en exceso 24.4.7
Posibles indicadores no relacionados directamente con la combustión 24.3
Eliminación o cambio de contenidos antes del incendio 24.3.3
Ausencia de objetos personales antes del Incendio 24.3.3.3
Cambio 24.3.3.1
Objetos sacados 24.3.3.2
Entradas bloqueadas u obstruidas 24.3.4
Incendios cerca de equipos y aparatos en funcionamiento 24.3.2
Lugares alejados u oscuros que se vean Difícilmente 24.3.1
Sabotaje del Edificio o de los Sistemas de Protección contra incendios 24.3.5
Daños en los Sistemas de Protección contra Incendios 24.3.5.3
Daños en los Sistemas de Resistencia al Fuego 24.3.5.2
Introducción 24.3.5.1
Ventanas y puertas exteriores abiertas 24.3.6
Inflamable
Definición 3.3.77
Investigación de incendios complejos .....Cap. 29
Acuerdos 29.4
Acuerdos de Confidencialidad 29.4.4
Desacuerdos 29.4.9
Distribución de Costes 29.4.3
Entrevistas 29.4.7
Intercambio de Información 29.4.6
Oportunidad 29.4.6.1
Registro Públicos de Comunicaciones 29.4.6.2
Modificaciones de Acuerdos 29.4.8
Objetivos 29.4.1
Programación 29.4.2
Protocolos 29.4.5
Ámbito 29.1
Definiciones 29.1.5
Entendimiento o Acuerdo 29.1.5.7
Equipo Investigador 29.1.5.3
Escena 29.1.5.5
Lugar de Investigación 29.1.5.2
Lugar 29.1.5.6
Parte Interesada 29.1.5.1
Planes de Trabajo 29.1.5.8
Protocolo 29.1.5.4
Encuesta Gubernamental 29.1.1
Objeto 29.1.3
Partes Interesadas 29.1.4
Propósito 29.1.2
Aviso a las partes interesadas 29.3
Aviso a las partes interesadas 29.3.1
Contenido de la notificación 29.3.1.6
Ejecución de la notificación 29.3.1.5
Entidad de Control 29.3.1.1
Lista de Partes Interesadas 29.3.1.3
Notificación de Cambios 29.3.1.4
Notificaciones posteriores 29.3.1.7
Todas las partes interesadas 29.3.1.2
Distribución adicional de información 29.3.4
Reuniones 29.3.2
Reuniones durante la investigación 29.3.2.2
Reuniones Preliminares 29.3.2.1
Web Site 29.3.3
Información y documentos básicos 29.2
Logística 29.7
Almacenamiento de Pruebas 29.7.11
Ambiente 29.7.5
Comunicaciones 29.7.6
Descontaminación 29.7.4
Equipo 29.7.2
Iluminación 29.7.10
Necesidades Sanitarias y de Confort 29.7.7
Recogida y Retirada de Basuras 29.7.8
Retirada de Nieve y Hielo 29.7.9
Seguridad del Lugar de Investigación 29.7.3
Transporte 29.7.1
Organización de la Investigación 29.5
Control de Lugar y Área 29.5.2
Acceso al Lugar y Área 29.5.2.4
Control de acceso 29.5.2.4.4
Control de Entrada al Lugar 29.5.2.4.3
Control del Lugar 29.5.2.4.1
Control y Acceso de los Ocupantes 29.5.2.4.7
Descontaminación de entrada y salida 29.5.2.4.8
Escoltas 29.5.2.4.5
Establecimiento de Procesos de Acceso 29.5.2.4.2
Interés del Sector Público 29.5.2.4.6
Delegación de control 29.5.2.2
Distribución de la Información 29.5.2.7
Integridad del Lugar 29.5.2.6
Restricciones o Requerimientos Específicos del Lugar 29.5.2.5
Seguridad del Lugar y Área 29.5.2.1
Transferencia de Control 29.5.2.3
Modelos de Organización 29.5.1
Pruebas 29.6
Almacenamiento de pruebas 29.6.3
Control de pruebas 29.6.1
Custodios de pruebas 29.6.1.1
Responsabilidad de la parte interesada 29.6.1.2
Inspecciones de pruebas 29.6.4
Análisis de Pruebas 29.6.4.3
Inspecciones destructivas 29.6.4.2
Inspecciones no destructivas 29.6.4.1
Retirada de pruebas del lugar 29.6.2
Seguridad del Lugar y del Área 29.8
Supervisión Continuada de Seguridad 29.8.1
Investigación de Incendios
Definición 3.3.67
Investigación de Incendios en la Naturaleza .....Cap 28
Clima 28.3
Humedad Relativa 28.3.3
Influencia del viento 28.3.4
Vientos diurnos 28.3.4.2
Vientos Foehn 28.3.4.3
Vientos Meteorológicos 28.3.4.1
Vientos por incendios 28.3.4.4
Registros climáticos 28.3.1
Temperatura 28.3.2
Combustibles de Incendios en la Naturaleza 28.2
Análisis de Inflamabilidad 28.2.1
Combustibles Aéreos 28.2.4
Arbusto alto 28.2.4.3
Musgo del árbol 28.2.4.2
Ramas y Copas de los Árboles 28.2.4.1
Combustibles de superficie 28.2.3
Arbusto Bajo y Reproducción 28.2.3.5
Césped 28.2.3.3
Hojas Secas y Humus de Coníferas 28.2.3.2
Madera Muerta de Pequeño Tamaño 28.2.3.1
Troncos Caídos, Tocones y Ramas Grandes 28.2.3.4
Combustibles del suelo 28.2.2
Mantillo 28.2.2.1
Raíces 28.2.2.2
Contenido de Aceite 28.2.8
Contenido de humedad del combustible 28.2.7
Especies 28.2.5
Tamaño de combustible 28.2.6

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Consideraciones especiales sobre seguridad personal 28.10
Equipo de Protección Personal 28.10.2
Riesgos 28.10.1
Determinación de la Causa de Incendio 28.8
Causa humana 28.8.2
Acampadas 28.8.2.1
Combustión de desechos 28.8.2.3
Fuegos artificiales 28.8.2.8
Fumadores 28.8.2.2
Incendios provocados 28.8.2.4
Jugar con el fuego 28.8.2.7
Miscelánea 28.8.2.10
Armas de fuego 28.8.2.10.3
Calentamiento espontáneo 28.8.2.10.1
Refracción y Reflexión de la luz solar 28.8.2.10.2
Servicios de Suministros Público. 28.8.2.9
Electricidad 28.8.2.9.1
Perforaciones de petróleo y gas 28.8.2.9.2
Uso de maquinaria 28.8.2.5
Vías del tren 28.8.2.6
Causa natural del Incendio 28.8.1
Rayos 28.8.1.1
Forma del Incendio 28.5
Cabecera del Incendio 28.5.1
Factores que afectan a la propagación de fuego 28.5.4
Confinamiento lateral 28.5.4.1
Influencia del combustible 28.5.4.2
Supresión 28.5.4.3
Cortafuegos 28.5.4.3.1
Descargas Aéreas 28.5.4.3.2
Quema controlada 28.5.4.3.3
Final del incendio 28.5.3
Flancos Fuego 28.5.2
Otros mecanismos naturales que afectan a la propagación del fuego 28.5.5
Animales 28.5.5.3
Brasas y teas 28.5.5.1
Tormenta de Fuego 28.5.5.2
Fuentes de información 28.11
Indicadores 28.6
"Congelación" del follaje 28.6.12
Ángulo de Carbonizado 28.6.4
Ángulo de Carbonización, Copas de follaje 28.6.4.2
Ángulo de Carbonizado, Tipo Poste 28.6.4.1
Ahuecado 28.6.6
Combustibles protegidos y expuestos 28.6.8
Depósito de cenizas blancas 28.6.5
Desconchamiento 28.6.11
Grado del daño 28.6.2
Marcas en forma de "V" 28.6.1
Patrón de extinción 28.6.7
Plegado 28.6.13
Profundidad de la carbonización 28.6.10
Tallos de Hierba 28.6.3
Tinción y manchas de hollín 28.6.9
Investigación del origen 28.7
Área General de Origen 28.7.2
Área Específica de Origen 28.7.2.1
Punto de Origen 28.7.2.2
Instrumentos de Búsqueda 28.7.5
GPS 28.7.5.10
Detectores de metales 28.7.5.8
Linternas 28.7.5.6
Lupas 28.7.5.1
Peine 28.7.5.5
Regla 28.7.5.2
Regla 28.7.5.3
Secador de Aire 28.7.5.7
Sonda 28.7.5.4
Tamices 28.7.5.9
Técnicas de Investigación de Origen Específico 28.7.4
Establecer una malla 28.7.4.2
Buscar en cada pasillo 28.7.4.3
Recorrer el Perímetro del Origen Específico 28.7.4.1
Técnicas de investigación del punto de origen general 28.7.3
Entrar en área de Origen General 28.7.3.6
Identificación de las Evidencias 28.7.3.2
Identificar el Avance del Fuego 28.7.3.5
Principios Generales de Identificación de los Patrones de Combustión 28.7.3.3
Protección del Origen General 28.7.3.1
Recorrer el Perímetro Exterior del Área General de Origen 28.7.3.4
Trabajando en el Área de Origen General 28.7.3.7
Zona Inicial de Investigación 28.7.1
Imágenes de Satélites o Sensores Remotos 28.7.1.5
Observaciones de Informadores 28.7.1.1
Observaciones de Otros Testigos 28.7.1.4
Observaciones del Personal de Primera Intervención 28.7.1.2
Observaciones del Personal en Aeronaves 28.7.1.3
Pruebas 28.9
Topografía 28.4
Orientación 28.4.2
Pendiente 28.4.1
Investigación de Incendios Marinos .....Cap. 30
Consideraciones Legales 30.12
Documentación del Lugar de Incendio de una Embarcación 30.9
En el Agua 30.9.2
Amarrada 30.9.2.1
Anclado y Navegando 30.9.2.2
Bajo el Agua 30.9.2.3
En Tierra 30.9.1
Identificación de la Embarcación 30.9.3
Historial del Lugar de Incendio 30.9.3.6
Acciones Después del Incendio 30.9.3.6.3
Acciones Durante el Incendio 30.9.3.6.2
Acciones Previas al Incendio 30.9.3.6.1
Nombre de la Embarcación y Puerto de Origen 30.9.3.4
Número de Identificación del Casco (HIN) 30.9.3.1
Números de Identificación del U.S Coast Guard 30.9.3.3
Números de Registro 30.9.3.2
Particularidades de la Embarcación 30.9.4
Embarcaciones en Edificios 30.11
Examen de la Embarcación 30.10
Examen de los Sistemas de la Embarcación 30.10.2
Interruptores, Pomos y Palancas 30.10.2.2
General 30.10.1
Examen 30.3
Aberturas 30.3.6
Temas Específicos de Seguridad 30.3.5
Daños a la Estructura de la Embarcación 30.3.5.9
Embarcaciones Sumergidas 30.3.5.11
Embarcaderos, Diques y Muelles 30.3.5.10
Espacios Confinados 30.3.5.1
Estabilidad 30.3.5.8
Fugas de Combustible 30.3.5.4
Hidrógeno Gaseoso 30.3.5.6
Identificación y Evaluación de las Fuentes de Energía 30.3.5.3
Baterías 30.3.5.3.1
Energía del Muelle 30.3.5.3.3
Inversores 30.3.5.3.2
Otros Contaminantes Hidrocarbonados 30.3.5.7
Partículas en Suspensión 30.3.5.2
Señales Visuales de Socorro y Pirotécnicas 30.3.5.12

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Tanque de Aguas Negras 30.3.5.5
Exterior 30.5
Accesorios Exteriores 30.5.4
Construcción del Casco 30.5.1
Cubierta 30.5.3
Materiales de Construcción de la Superestructura 30.5.2
Fuentes de Ignición 30.8
Fuentes Eléctricas 30.8.2
Arcos Capaces de Causar Ignición 30.8.2.5
Conexiones Eléctricas 30.8.2.3
Cortocircuitos y Arcos Eléctricos 30.8.2.2
Rayo 30.8.2.4
Sobrecarga del Cableado 30.8.2.1
Llamas Abiertas 30.8.1
Materiales de Fumadores 30.8.5
Mecánica 30.8.4
Fallos de Rodamientos. 30.8.4.1
Fricción. 30.8.4.2
Superficies Calientes 30.8.3
Colectores 30.8.3.1
Los Sistemas de Escape 30.8.3.2
Sistemas de Calefacción 30.8.3.4
Superficies de Cocina 30.8.3.3
Identificación y Funcionamiento del Sistema 30.4
Accesorios 30.4.9
Sistemas Hidráulicos 30.4.9.5
Sistema de Escape 30.4.4
Sistemas de Combustible: Cocina y Calefacción 30.4.2
Alcohol 30.4.2.3, A.30.4.2.3
Combustibles Sólidos 30.4.2.4
Diesel 30.4.2.5
Gas Natural Comprimido 30.4.2.2, A.30.4.2.2
Gases licuados del Petróleo .....30.4.2.1, A. 30.4.2.1
Sistemas de Combustible: Propulsión y Auxiliar 30.4.1
Carburación en Vacío y a Baja Presión 30.4.1.1
Diesel 30.4.1.3, A.30.4.1.3
Sistemas de Inspección de Combustible Marinos y de Alta presión (incluyendo Sistemas de Retorno) 30.4.1.2,A. 30.4.1.2
Sistemas de Refrigeración del Motor 30.4.6
Sistemas Eléctricos 30.4.5
Supercompresores y Turbocompresores 30.4.3
Transmisiones 30.4.8
Ventilación 30.4.7
Interior 30.6
Acabados 30.6.2
Accesorios Interiores. 30.6.2.2
Almacenamiento y Estiba 30.6.2.5
Compartimentos de Motores y Maquinaría 30.6.2.3
Detectores de Vapores Inflamables o Explosivos 30.6.2.4
Mobiliario para Alojamientos 30.6.2.1
Tanques de Combustible 30.6.2.6
Materiales Construcción 30.6.1
Introducción. .....30.1, A. 30.1
Sistemas de Propulsión 30.7
Combustibles para Embarcaciones con Sistemas de Propulsión motorizados 30.7.2
Generadores Eléctricos. 30.7.2.3
Sistemas de Combustible de Aparatos 30.7.2.2
Sistemas de Combustible 30.7.2.1
Motores 30.7.2.1.1
Motores Diesel 30.7.2.1.1.3
Motores Intraborda Gasolina 30.7.2.1.1.2
Motores Fueraborda 30.7.2.1.1.1
Fluidos del Sistema de propulsión 30.7.2.1.1.4
Otras Fuentes de Combustible Usados para la Propulsión 30.7.3
Sistemas Eléctricos 30.7.1
Terminología de Embarcaciones a Motor y a Vela 30.2
Isolínea de Carbonizado
Definición 3.3.113

-J-

Julio
Definición 3.3.114

-K-

Kilovatio
Definición 3.3.115

-L-

La inercia térmica
Definición 3.3.175
La propagación del fuego
Definición 3.3.72
Límites de inflamabilidad
Definición 3.3.78
Líquido Combustible
Definición 3.3.33
Líquido Ignitable
Definición 3.3.103
Líquido inflamable
Definición 3.3.79
Llama pre-mezclada
Definición 3.3.133
Llama
Definición 3.3.74
Llama difusa
Definición 3.3.47
Llamarada
Definición 3.3.81
Los incendios de vehículos a Motor .....Cap. 27
Carrocería 27.6
Acabados, Guarnecidos y Accesorios
Interiores 27.6.1
Zonas de Carga 27.6.2
Combustibles en Incendios de Vehículos 27.3
Combustibles Gaseosos 27.3.2
Combustibles Líquidos 27.3.1
Ignición debida a Superficies Calientes ....27.3.1.1, A. 27.3.1.1
Combustibles Sólidos 27.3.3
Combustión Total 27.9
Consideraciones especiales sobre Incendios Provocados de Vehículos 27.10
Consideraciones sobre Remolque 27.17
Equipo Pesado 27.14
Camiones Medios y Pesados y Autobuses 27.14.1
Equipo Agrícola 27.14.6
Equipo Forestal 27.14.4
Equipo para movimiento de Tierras 27.14.3
Equipo para Vertederos 27.14.5
Vehículos para Transporte Colectivo 27.14.2
Equipos y Herramientas Agrícolas 27.15
Causas del Fuego Específicas 27.15.4
Mantenimiento 27.15.4.3
Materiales combustibles Externos 27.15.4.2
Recogida de Restos 27.15.4.1
Clasificación del equipo y Descripción 27.15.2
Cosechadoras 27.15.2.2
Cabezales 27.15.2.2.1
Sistemas de descarga 27.15.2.2.3
Sistemas de Trillado y limpia. 27.15.2.2.2
Cosechadoras de Forraje 27.15.2.3
Cosechadoras fibra de Algodón. 27.15.2.4
Líneas 27.15.2.4.1
Sistema de Humectación 27.15.2.4.2

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Sistema de Lubricación 27.15.2.4.4
Sistema Hidráulico 27.15.2.4.3
Empacadoras 27.15.2.7
Empacadoras Rectangulares 27.15.2.7.2
Recogedoras 27.15.2.7.3
Rotoempacadoras 27.15.2.7.1
Cámara de Empacad 27.15.2.7.1.1
Compuerta 27.15.2.7.1.2
Sistema Eléctrico 27.15.2.7.6
Sistema Hidráulico 27.15.2.7.5
Transmisión por Cadena 27.15.2.7.4
Hileradoras, Sembradoras, Trilladoras, Equipos para Aplicación de Fertilizantes 27.15.2.6
Pulverizadores 27.15.2.5
Tractores 27.15.2.1
Componentes Hidráulicos 27.15.2.1.2
Toma de Fuerza (PTO) 27.15.2.1.1
Combustibles 27.15.5
Biodiesel 27.15.5.2
Caucho 27.15.5.5
Gas-oil 27.15.5.1
Materiales Compuestos 27.15.5.4
Plástico 27.15.5.3
Fuentes de Ignición 27.15.6
Chispas Mecánicas 27.15.6.3
Cojinetes 27.15.6.8
Ejes Giratorios 27.15.6.7
Electrónica y equipamiento alternativo 27.15.6.9
Embrague de Fricción 27.15.6.6
Frenos 27.15.6.5
Fricción 27.15.6.4
Fuentes eléctricas 27.15.6.1
Superficies Calientes 27.15.6.2
Problemas de Seguridad Específicos 27.15.3
Cantidad de Líquidos 27.15.3.1
Eyector Hidráulico de Pacas 27.15.3.6
Equipos Internos 27.15.3.2
Fallos de las Trampillas 27.15.3.5
Peligros Eléctricos Aéreos 27.15.3.3
Tolvas Elevadas 27.15.3.4
Seguridad en la Investigación de Herramientas Agrícolas 27.15.1
Examen de los Vehículos a Motor 27.8
El examen de los sistemas del vehículo 27.8.2
General 27.8.1
Interruptores, tiradores y palancas 27.8.3
Fuentes de Ignición 27.4
Evitar las llamas 27.4.1
Fuentes eléctricas 27.4.2
Bombillas y Filamentos. .....27.4.2.6, A 27.4.2.6
Cables sobrecargados 27.4.2.2
Conexiones con Alta Resistencia Eléctrica 27.4.2.3
Cortocircuitos y Arcos Eléctricos (Descarga Eléctrica) 27.4.2.4
Fuentes de alimentación externas utilizadas en los vehículos 27.4.2.7
Huella de Arco .....27.4.2.5, A. 27.4.2.5
Las chispas Mecánicas 27.4.4
Materiales de fumador 27.4.5
Superficies calientes 27.4.3
Identificación y Funciones de los Sistemas 27.5
Accesorios del sistema de energía mecánica 27.5.6
Distribución de Energía Mecánica 27.5.5
Transmisión Hidráulica 27.5.5.2
Transmisiones Mecánicas 27.5.5.1
Sistema de Control de Emisiones 27.5.2
Sistema de escape 27.5.2.4
Filtro de Partículas en Motores Diesel (DPF) 27.5.2.4.1
Sistema hidráulico de frenado 27.5.7
Sistemas de Combustible 27.5.1
Sistemas Carburados a Baja Presión/Vacío 27.5.1.1
Sistemas de Combustible a Gas Natural 27.5.1.4
Sistemas de Combustible a Propano 27.5.1.5
Sistemas de Inyección de Combustible a Alta Presión 27.5.1.2
Turbocompresores 27.5.1.6
Vehículos con Motor Diesel 27.5.1.3
Sistemas de Limpia Parabrisas 27.5.8
Sistemas Mecánicos de Energía 27.5.4
Motores Eléctricos 27.5.4.4
Sistemas de Líquidos de Refrigeración 27.5.4.2
Sistemas Refrigerados por Aire 27.5.4.3
Vehículos con Motor Eléctrico 27.5.3
Otros sistemas eléctricos 27.5.3.4
Registradores de Datos de Eventos (EDRs) 27.5.3.5
Sistemas Eléctricos de 12 Voltios 27.5.3.3
Incendios de Vehículos a Motor 27.7
Historial del Vehículo Incendiado 27.7.2
Identificación del Vehículo 27.7.1
Informe del Vehículo una vez retirado 27.7.5
Particularidades del Vehículo 27.7.3
Introducción .....27.1, A. 27.1
Seguridad en la Investigación de Incendios en Vehículos 27.2
Vehículos en Edificios 27.12
Vehículos Híbridos 27.16
Investigación de Incendios en Vehículos Híbridos 27.16.3
Seguridad en la Investigación de Vehículos Híbridos 27.16.1
Tecnología de Vehículos Híbridos 27.16.2
Vehículos propulsados por Hidrógeno 27.18
Descripción de un vehículo propulsado por hidrógeno 27.18.2
Seguridad durante la Investigación del Vehículo propulsado por Hidrógeno 27.18.1
Vehículos Recreativos (Caravanas) 27.13
Construcción 27.13.6
Construcción Exterior 27.13.6.1
Interior 27.13.6.2
Examen del vehículo de Recreo 27.13.7
Investigación de Sistemas y Componentes especiales para Vehículos de Recreo 27.13.7.3
Fuentes de ignición 27.13.8
General 27.13.1
Identificación de Vehículos de Recreo 27.13.9
Información sobre el Vehículo de Recreo 27.13.10
Seguridad en la Investigación de Vehículos de Recreo 27.13.2
Espacios Confinados 27.13.2.1
Estabilidad 27.13.2.4
Fuentes de energía. 27.13.2.3
Partículas en Suspensión 27.13.2.2
Sistemas y Componentes Especiales. 27.13.4
Baterías 27.13.4.6
Convertidor Eléctrico. 27.13.4.4
Generador 27.13.4.2
Inversor Eléctrico 27.13.4.5
Salidas de Emergencia 27.13.4.7
Sistema de Arranque Automático del Generador (AGS) 27.13.4.3
Tanque para Almacenamiento de Líquidos. 27.13.4.8
Toma Exterior 27.13.4.1
Sistemas 27.13.5
Sistemas con Propano. 27.13.5.2
Aislamiento de Sistemas de Propano 27.13.5.2.3
Capacidad de los Contenedores de Propano 27.13.5.2.2
Cocinas 27.13.5.2.4
Hornos 27.13.5.2.6
Neveras de Absorción de Amoniaco Anhidro 27.13.5.2.7
Reguladores de Gas Propano. 27.13.5.2.1
Calentadores de Agua 27.13.5.2.5

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Sistemas de seguridad 27.13.5.3
Sistemas eléctricos 27.13.5.1
Alimentación Exterior 27.13.5.1.1
Vehículo de Recreo (RV). 27.13.3
Autocaravana 27.13.3.1
Caravanas 27.13.3.4
Chasis 27.13.3.6
Listado 27.13.3.7
Quinta rueda 27.13.3.2
Remolques para Camping 27.13.3.3
Repostaje 27.13.3.5
Vehículos de Recreo dentro de Edificios 27.13.11
Lugar de Investigación
Definición. 3.3.111
Lugar del Incidente
Definición. 3.3.157

-M-

Mapeo de circuitos
Definición 3.3.8
Marca de flecha
Definición 3.3.12
Marcas del Fuego
Definición 3.3.68
Marcas del Fuego .....Cap. 6
Análisis de las Marcas del Fuego 6.4
Tipos de Marcas de Fuego 6.4.1
Combinación de patrones 6.4.1.3
Marcas de Calor (Intensidad) 6.4.1.2
Marcas de Propagación del Fuego (Movimiento) 6.4.1.1
Efectos de fuego 6.2
Bombillas deformadas 6.2.15
Calcinación.6.2.12, A 6.2.12
Generalidades 6.2.12.1
Indicaciones generales de calcinación 6.2.12.2
Cambios de color 6.2.7, A.6.2.7
Carbonizado 6.2.4
Aspecto del carbonizado 6.2.4.3
Efecto de la Carbonización sobre las Superficies 6.2.4.2
Introducción 6.2.4.1
Naturaleza del Carbonizado 6.2.4.6
Profundidad del Carbonizado.....6.2.4.5
Velocidad de carbonización de la madera 6.2.4.4, A.6.2.4.4
Combustión limpia 6.2.11
Depósitos de Humo sobre las Superficies 6.2.10, A.6.2.10
Incremento de la acumulación de hollín (Aglomeración acústica de hollín) en alarmas acústicas.....6.2.10.3, A.6.2.10.3
Dilatación Térmica y Deformación de los Materiales 6.2.9, A.6.2.9
Elementos Metálicos de Construcción 6.2.9.2
Efecto arco iris.....6.2.16
Estimación de la Temperatura mediante los Efectos del Fuego 6.2.2
Exfoliación.....6.2.5, A.6.2.5
Exfoliación no Relacionada con el Incendio 6.2.5.3
Exfoliación Relacionada con el Incendio 6.2.5.1
Fusión de los materiales 6.2.8
Aleación de metales 6.2.8.6, A.6.2.8.6
Generalidades 6.2.8.1
La oxidación 6.2.6, A.6.2.6
Muelles Rotos en los Muebles 6.2.14, A.6.2.14
Pérdida de masa del material.....6.2.3
Ventanas de vidrio.....6.2.13, A.6.2.13
Cristales templados. 6.2.13.2
Manchas de los cristales.....6.2.13.3
Rotura de cristales 6.2.13.1
Victimas heridas 6.2.17, A.6.2.17
Introducción 6.1
Marcas del Fuego 6.3
Causas de las Marcas del Incendio 6.3.2
Marcas Creadas por Incendios Generalizados en Recintos.....6.3.2.4
Marcas Creadas por la Ventilación 6.3.2.2
Efecto de la Ventilación de la Habitación en la Magnitud y Localización de las Marcas 6.3.2.2.3, A.6.3.2.2.3
Marcas Generadas por la Capa de Gas Caliente 6.3.2.3
Marcas Generadas por la Extinción 6.3.2.5
Marcas Producidas en Penacho 6.3.2.1, A.6.3.2.1
Geometría de las marcas del fuego.....6.3.7
Marcas Circulares 6.3.7.7
Marcas con Forma de Cono Invertido (Triangulares) 6.3.7.2
Interpretación de las Marcas de Cono Invertido 6.3.7.2.1
Marcas de Cono Invertido Procedentes del Gas Natural 6.3.7.2.3
Marcas con Forma de Cono Truncado 6.3.7.5
Marcas con Forma de Puntero y de Flecha 6.3.7.6
Marcas con Forma de Reloj de Arena.....6.3.7.3
Marcas con Forma de U. 6.3.7.4
Marcas con Forma de V en Superficies Verticales 6.3.7.1
Marcas de forma toroidal 6.3.7.9
Marcas de zona.....6.3.7.11
Combustión Súbita Generalizada e Incendios que Afectan a todo un Recinto 6.3.7.11.1
Llamaradas. 6.3.7.11.2
Marcas irregulares 6.3.7.8
Líquidos Frente a Sólidos Fundidos.....6.3.7.8.6
Marcas lineales 6.3.7.10
Chorros de gas combustible 6.3.7.10.3
Rastros de combustible 6.3.7.10.1
Zonas de suelo Protegidas 6.3.7.10.2
Quemaduras en forma de Sillín 6.3.7.12
Introducción 6.3.1
Dinámica de la Producción de las Marcas 6.3.1.1
Líneas o Áreas de la demarcación.....6.3.1.2
Penetraciones de Superficies Horizontales 6.3.5
Posición de los objetos 6.3.4
Sombra de calor 6.3.4.1
Zonas Protegidas 6.3.4.2
Profundidad del Carbonizado con Combustibles Gaseosos 6.3.6
Situación de las marcas. 6.3.3
Paredes y Techos.....6.3.3.1
Paredes 6.3.3.1.1
Techos. 6.3.3.1.2
Suelos 6.3.3.2
Goteo (Desprendimiento).....6.3.3.2.10
Superficies exteriores 6.3.3.2.9
Material explicativo .Anexo A
Material explosivo
Definición 3.3.55
Material Hipergólico
Definición 3.3.102
Material no Combustible
Definición 3.3.121
Material pirofórico
Definición 3.3.140
Método Científico
Definición 3.3.149
Metodología Básica .....Cap. 4
Enfoque Sistemático 4.2
Informe interno 4.7
Método básico para la Investigación de un incendio 4.4
Análisis del incidente 4.4.5
Conclusiones 4.4.6
Preparar la Investigación 4.4.2
Realización de la Investigación 4.4.3
Recibir el encargo 4.4.1

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Recopilación y Conservación de Pruebas 4.4.4
Naturaleza de las Investigaciones de Incendios 4.1, A.4.1
Nivel de certeza 4.5
Opiniones expertas 4.5.3
Proceso de revisión 4.6
Revisión Administrativa 4.6.1
Limitaciones de las revisiones administrativas 4.6.1.1
Revisión entre iguales 4.6.3
Limitaciones de la revisión entre iguales 4.6.3.2
Revisión Técnica 4.6.2
Limitaciones de revisiones técnicas 4.6.2.1
Uso del Método Científico 4.3
Análisis de la información 4.3.4, A.4.3.4
Contraste de una hipótesis (razonamiento deductivo) ..4.3.6, A.4.3.6
Definir el problema 4.3.2
Desarrollo de una hipótesis (razonamiento inductivo) 4.3.5, A.4.3.5
Evitar Presunciones 4.3.7
Recogida de datos 4.3.3
Reconocer la necesidad 4.3.1
Sesgo de confirmación 4.3.9, A.4.3.9
Tendencia a lo esperado 4.3.8
Muertes y Lesiones por Incendio y Explosión .....Cap. 25
Análisis de los datos 25.10
Actividad de la víctima 25.10.2
Desarrollo cronológico 25.10.1
Deterioro previo de la víctima 25.10.3
Historial Médico 25.10.4
Patrones de fuego 25.10.5
Quemaduras .....25.10.6, A. 25.10.6
Ropa 25.10.7
Uso de la toxicología en la investigación de incendios .....25.10.8, A 25.10.8
La ecuación de Colburn Forster Kane (CFK) .....25.10.8.2 A. 25.10.8.2
Técnicas de análisis toxicológico 25.10.8.1
Cambios post mortem 25.4
Lividez 25.4.1
Rigor Mortis 25.4.2
Consumo del cuerpo por el fuego .....25.3. A 25.3
Grasa 25.3.4
Huesos 25.3.3
Músculo 25.3.2
Piel 25.3.1
Examen patológico y toxicológico de la muerte por causa de un incendio .....25.9 A 25.9
Contenido del estómago 25.9.10
Examen por rayos x 25.9.3
Exposición al humo y al hollín 25.9.7
Identificación de los restos 25.9.2
Identificación de huellas digitales 25.9.2.4
Identificación del ADN 25.9.2.6
Identificación por la ropa o efectos personales 25.9.2.3
Identificación por rayos x 25.9.2.5
Identificación visual 25.9.2.2 A25.9.2.2
Restos humanos vs restos animales. 25.9.2.1
Juez de instrucción o médico forense. 25.9.1
Recogida de evidencias físicas 25.9.1.4
Muerte anterior al incendio 25.9.13
Muerte por una situación médica 25.9.14
Nivel de cianuro 25.9.5
Niveles de monóxido de carbono 25.9.4
Presencia de otros tóxicos. 25.9.6
Quemaduras .....25.9.8 A 25.9.8
Temperatura interna del 25.9.11
Traumatismo y heridas 25.9.9 A.25.9.9
General 25.1
Investigación de escenarios con heridos 25.6
Documentación de la escena 25.6.2
Evidencias Físicas 25.6.5
Información sobre la Víctima 25.6.3
Leyes sobre notificación de Accidentes .....25.6.1, A. 25.6.1
Secuencia de actividades de la víctima 25.6.4
Investigación de escenarios de incendios con victimas 25.5
Documentación de la víctima 25.5.6
Documentación del lugar 25.5.5
El Departamento de Bomberos 25.5.2
Investigación en equipo 25.5.3
Notificación 25.5.1
Recogida de otras evidencias físicas 25.5.8
Recuperación de los cuerpos y las pruebas 25.5.7
Cribado de los escombros 25.5.7.2
Retirada del cuerpo 25.5.7.3
Ropa de la victima 25.5.7.4
Secuencias de capas en los escombros 25.5.7.1
Seguridad 25.5.4
Investigación posterior de las heridas 25.8
Acceso a pruebas médicas 25.8.4
Pruebas médicas de presencia de inhalación 25.8.2
Pruebas realizadas en el Hospital Documentación 25.8.3
Quemaduras 25.8.1
Área del cuerpo (Distribución) 25.8.1.2
Grado de las quemaduras .....25.8.1.1, A. 25.8.1.1
Mecanismos causantes de muertes o Heridas .....25.2, A. 25.2
Cianuro .....25.2.2, A. 25.2.2
Efectos sub-letales de la exposición por inhalación en una persona 25.2.9
Gases irritantes 25.2.9.2
Gases Necrotizantes 25.2.9.1
Humo 25.2.9.3
Heridas relacionadas con las explosiones 25.2.10
Daños producidos por el colapso del edificio 25.2.10.4
Heridas por metralla 25.2.10.2
Lesiones por onda expansiva 25.2.10.1
Lesiones térmicas 25.2.10.3
Hipertermia 25.2.4
Hipoxia 25.2.8
Hollín y humo 25.2.7
Inhalación de gases calientes .....25.2.6, A. 25.2.6
Monóxido de carbono .....25.2.1, A. 25.2.1
Otros gases tóxicos 25.2.3
Quemaduras en la piel .....25.2.5, A. 25.2.5
Muertos y heridos en explosiones 25.7
Recogida de pruebas físicas de las Explosiones 25.7.1

-N-

No inflamable
Definición 3.3.122

-O-

Ohmio
Definición 3.3.123
Origen
Definición 3.3.124
Overhaul (revisión final)
Definición 3.3.126

-P-

Parte Interesada
Definición 3.3.110
Peligro de incendio
Definición 3.3.66

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Peligro
Definición 3.3.94
Penacho
Definición 3.3.131
Perla
Definición 3.3.17
Peso específico (aire) (densidad de vapor)
Definición 3.3.165
Peso específico (líquido o sólido).
Definición 3.3.166
Pirolisis
Definición 3.3.139
Pirolizado
Definición 3.3.138
Plan de Trabajo
Definición 3.3.192
Planificación de la Investigación .....Cap. 15
Gestión del Caso 15.6
Información Básica del Accidente 15.2
Condiciones Atmosféricas 15.2.3
Fecha y Hora del Incidente 15.2.2
Magnitud y Complejidad del Incidente 15.2.4
Naturaleza y Magnitudes de los Daños 15.2.6
Propósito de la Investigación 15.2.8
Seguridad del Lugar de los Hechos 15.2.7
Situación del Lugar 15.2.1
Tipo y Uso del Edificio 15.2.5
Introducción 15.1, A.15.1
Organización de las Funciones de la Investigación 15.3
Personal Especializado y Consultores Técnicos 15.5
Abogado 15.5.8
Experto Industrial 15.5.7
General 15.5.1
Ingeniero Eléctrico 15.5.4
Ingeniero Mecánico 15.5.3
Ingeniero o Técnico en Materiales 15.5.2
La Ciencia y la Ingeniería del Fuego 15.5.6
Ingeniero de Protección contra Incendios 15.5.6.1
Técnico Medio en Ingeniería del Fuego 15.5.6.3
Técnico Superior en Ingeniería del Fuego 15.5.6.2
Perito/Agente de Seguros 15.5.9
Perros Adiestrados 15.5.10
Químico / Ingeniero Químico 15.5.5
Reunión Previa del Equipo de Investigación 15.4
Equipo de Protección Personal 15.4.2
Equipos e Instalaciones 15.4.1
Herramientas y Equipos 15.4.3
Plástico
Definición 3.3.130, A.3.3.130
Plásticos termoestables
Definición 3.3.178
Productos de Combustión
Definición 3.3.135, 3.3.35
Propagación del fuego
Definición 3.3.69
Propagación por goteo
Definición 3.3.60
Protocolo
Definición 3.3.136
Pruebas Físicas Cap17
Cadena de Custodia de las pruebas Físicas 17.9
Contaminación de las pruebas físicas 17.4
Contaminación de los recipientes de las pruebas 17.4.1
Contaminación durante la recogida 17.4.2, A.17.4.2
Contaminación por los bomberos 17.4.3
Eliminación de las pruebas 17.11
Examen y ensayos de las pruebas físicas 17.10
Exámenes y Ensayos Comparativos 17.10.4
Métodos de Ensayo 17.10.2
Absorción Atómica (A) 17.10.2.4
Aumento de Presión y Velocidad de Aumento de Presión de los Polvos Combustibles (ASTM E 1226) 17.10.2.25
Calor de Combustión de los Hidrocarburos mediante Bomba Calorimétrica (método de alta precisión) (ASTM D 2382) 17.10.2.12
Cantidad de Calor y de Humo Visible Liberados por Distintos Materiales y Productos Mediante Calorímetro de Consumo de Oxígeno ASTM E 1354) 17.10.2.26
Cantidad de Calor y Humo Visible Liberado por Distintos Materiales y Productos (ASTM E 906) 17.10.2.24
Características de Combustión Superficial de los Materiales de Construcción (ASTM E 84) 17.10.2.18
Concentraciones Límites de Inflamabilidad de Productos Químicos (ASTM E 681) 17.10.2.22
Cromatografía de Gases (CG) 17.10.2.1
Determinación de los Puntos de Inflamación e Ignición Mediante el Vaso Abierto de tipo Cleveland (ASTM D92) 17.10.2.7
Determinación del Punto de Inflamación Mediante Vaso Cerrado de Pensky-Martens (ASTM D93) 17.10.2.8
Determinación del Punto de Inflamación Mediante Vaso Cerrado Setaflash (ASTM D 3828) 17.10.2.10
Determinación del Punto de Inflamación y de Ignición de Líquidos Mediante Vaso Abierto Tag (ASTM D1310) 17.10.2.9
Ensayos de Resistencia al Fuego de Recubrimientos de Tejados (ASTM E 108) 17.10.2.19
Espectrometría por Rayos Infrarrojos (EIR) 17.10.2.3
Experimentos de Incendio en una Habitación 17.10.2.21
Flujo de Radiación Crítico o Sistemas de Revestimiento de Suelos con una Fuente Calorífica de Energía Radiante (ASTM E 648) 17.10.2.20
Fluorescencia a los Rayos x 17.10.2.5
Inflamabilidad de los Aerosoles (ASTM D 3065) 17.10.2.17
Inflamabilidad de los Textiles 17.10.2.13
Inflamabilidad de Revestimientos Textiles de Suelos 17.10.2.16
Espectrometría de Masas (EM) 17.10.2.2
Medida de los Gases Presentes o Generados Durante un Incendio (ASTM E 800) 17.10.2.23
Propiedades de Ignición de los Plásticos (ASTM D 1929) 17.10.2.27
Punto de inflamación Mediante Vaso Cerrado Tag (ASTM D 56) 17.10.2.6
Resistencia a la Ignición por Colillas de Componentes de Muebles Tapizados 17.10.2.15
Resistencia a la Ignición por Colillas de Maquetas de Muebles Tapizados 17.10.2.14
Resistencia del aislamiento (MiL-Std-202F Method 302) 17.10.2.29
Temperatura de Auto ignición de Productos Químicos Líquidos (ASTM E659) 17.10.2.11
Tensión Soportada por un Dieléctrico (Mil-Std–202F Method 301) 17.10.2.28
Suficiencia de las muestras 17.10.3
General .....17.1, A 17.1
Identificación de las Pruebas Físicas 17.7
Métodos de Recogida 17.5
Documentación de la Recogida de Pruebas Físicas 17.5.2
General 17.5.1
Recogida de Muestras de Equipos y Componentes Eléctricos ..17.5.6
Recogida de Muestras Gaseosas 17.5.5
Recogida de pruebas para el ensayo de acelerantes 17.5.4
Características de los Líquidos Acelerantes 17.5.4.1

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Muestras de comparación 17.5.4.6
Perros Adiestrados 17.5.4.2
Perros Adiestrados 17.5.4.7
Recogida de Muestras Líquidas para el Ensayo de Acelerantes Líquidos Inflamables 17.5.4.3
Recogida de Muestras Sólidas para Ensayos de Acelerantes 17.5.4.5
Recogida de Pruebas Líquidas Absorbidas por Materias Sólidas 17.5.4.4
Recogida de Pequeños Equipos Eléctricos y Electrodomésticos 17.5.7
Recogida de Pruebas Forenses Físicas Típicas 17.5.3
Protección del Lugar del Incendio y las Pruebas Físicas 17.3
Consideraciones Prácticas 17.3.7
General 17.3.1
Marcas de Incendio como Prueba Física 17.3.2
Papel y Responsabilidades del Investigador de Incendios 17.3.6
Papel y Responsabilidades del Personal de Extinción de Incendios en la Conservación del Lugar 17.3.5
Conservación 17.3.5.2
Precaución en las operaciones de Extinción de Incendios 17.3.5.3
Desescombro 17.3.5.3.2
Desplazamiento de Tiradores e Interruptores 17.3.5.3.4
Limitación del Acceso a Bomberos y Otro Personal de Emergencia 17.3.5.3.6
Salvamento 17.3.5.3.3
Utilización de Conducciones de Agua y Mangueras 17.3.5.3.1
Utilización de Herramientas Automáticas 17.3.5.3.5
Protección de Prueba 17.3.4
Pruebas de Artefacto 17.3.3
Pruebas Física 17.2
Recipientes para pruebas 17.6
General 17.6.1
Recipientes para recogida de pruebas de acelerantes líquidos y sólidos 17.6.2
Bolsas corrientes de plástico 17.6.2.4
Bolsas especiales para pruebas 17.6.2.3
Frascos de cristal 17.6.2.2
Latas metálicas 17.6.2.1
Transporte y almacenaje de las Pruebas Físicas 17.8
Almacenado de las Pruebas 17.8.3
Entrega Personal 17.8.1
Transporte por Terceros 17.8.2
Envío de Materiales Volátiles o Peligrosos 17.8.2.3
Envío Pruebas Eléctricas 17.8.2.2
Generalidades 17.8.2.1
Punto de Ignición de un Líquido
Definición 3.3.82
Punto de Origen
Definición 3.3.132

-R-

Radiación
Definición 3.3.142
Rango de inflamabilidad
Definición 3.3.80
Razonamiento deductivo
Definición 3.3.41
Razonamiento inductivo
Definición 3.3.109
Reavivado
Definición 3.3.144
Reconstrucción del lugar del incendio
Definición 3.3.70
Referencias sobre la Información.Anexo C
Responsabilidad
Definición 3.3.145
Riesgo
Definición 3.3.146
Rollover
Definición 3.3.147

-S-

Seguridad Física .....Cap. 13
Contaminación y Exposición a Productos Químicos 13.5
Niveles de Toxicidad de Exposición 13.5.3
Exposición Acumulativa 13.5.3.3
Exposición Aguda 13.5.3.1
Exposición Crónica 13.5.3.2
Periodo de Latencia 13.5.3.4
Tipos de Efectos de Exposición 13.5.1
Efecto Localizado 13.5.1.1
Efecto Sistémico 13.5.1.2
Vías de Exposición 13.5.2
Cutánea 13.5.2.2
Ingestión 13.5.2.3
Inhalación 13.5.2.1
Inyección 13.5.2.4
Vía Ocular 13.5.2.5
Equipos de Protección Personal (EPP) 13.6
Ejemplos de equipo de protección personal (PPE) 13.6.2, A.13.6.2
Selección y uso Adecuado de los Equipos de Protección Personal (EPP) 13.6.1
Descontaminación 13.6.1.3, A.13.6.1.3
Uso de Ropa Estándar 13.6.1.3.1
Equipos y Trajes de Seguridad 13.6.1.1
Uso de EPP 13.6.1.2
General 13.1, A.13.1
Equipos y Ropa de Seguridad 13.1.3
Estadísticas sobre heridas y daños para la salud 13.1.1, A.13.1.1
Programas de Seguridad e Higiene 13.1.2
Compromiso a largo plazo 13.1.2.1.5
Compromiso de la Gerencia y participación de los Trabajadores 13.1.2.1.1
Control y Prevención de Riesgos 13.1.2.1.3
Educación y Capacidad en Seguridad e Higiene 13.1.2.1.4
Peligros y Evaluación de Riesgos 13.1.2.1.2
Plan de Actuación en Caso de Emergencia 13.7
Plan de Emergencia en Caso de Incendio 13.7.4
Planes Adicionales 13.7.5
Planes Ante Climatología Adversa 13.7.3
Planes de Emergencia Médica 13.7.2
Planes de Evacuación de Emergencia 13.7.1
Planes de Seguridad 13.4
Evaluación de Peligros y Riesgos 13.4.1, A.13.4.1
Control de Riesgos 13.4.1.3
Controles Administrativos 13.4.1.3.2
Controles de Ingeniería 13.4.1.3.1
Selección y uso adecuado del equipo de protección personal (EPP) 13.4.1.3.3
Determinación del Riesgo 13.4.1.2
Identificación de Riesgos 13.4.1.1
Riesgos Biológicos 13.4.1.1.5
Riesgos Eléctricos 13.4.1.1.3
Riesgos Estructurales 13.4.1.1.2
Riesgos Físicos 13.4.1.1.1
Riesgos Mecánicos 13.4.1.1.6
Riesgos Químicos 13.4.1.1.4
Gestión de los Planes de y la Seguridad de la Zona 13.4.3
Planes de Seguridad Específicos para la Zona 13.4.2
Planes de Comunicación de Riesgos de la Zona (HazComPlan) 13.4.2.1, A.13.4.2.1

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Trabajo en Espacios Confinados 13.4.2.2
Reuniones de Seguridad y Reuniones Informativas 13.4.4
Riesgos en el Escenario de un Incendio 13.3
Peligros Diversos 13.3.7
Peligros de Equipos Mecánicos 13.3.7.3
Peligros Radiológicos 13.3.7.1
Servicios 13.3.7.2
Peligros Mecánicos 13.3.6
Riegos Químicos 13.3.4
Riesgos Biológicos 13.3.5
Riesgos debido a la estabilidad de los Edificios 13.3.2
Riesgos Eléctricos 13.3.3
Bloqueo / Etiquetado (LOTO) 13.3.3.2, A.13.3.3.2
Riesgos físicos 13.3.1
Riesgos Especiales 13.10
Actos Criminales o Terrorismo 13.10.1
Artefactos Secundarios 13.10.1.1
Exposición debida a Herramientas y Equipos 13.10.5
Laboratorios de Drogas 13.10.4
Residuos Químicos 13.10.2
Terrorismo Biológico y Radioactivo 13.10.3
Seguridad en las Actividades Posteriores 13.8
Descontaminación 13.8.1
Revisión Médica 13.8.2
Seguridad en las investigaciones llevadas a cabo fuera del lugar del incidente 13.9
Entrevistas Fuera de la Escena 13.9.2
Seguridad Genérica en la Escena del Incendio 13.2
Fatiga del Investigador 13.2.2
Investigar Sólo el Lugar de los Hechos 13.2.1
Kit de auxilios y Relación de Número de Emergencia 13.2.7
Seguridad para los Transeúntes 13.2.5
Señal de Aviso de Emergencia 13.2.8
Situación de la Supresión 13.2.6
Trabajos Junto a una Maquinaria en Movimiento 13.2.4
Trabajos por encima o bajo el nivel del Suelo 13.2.3
Separación por Capas
Definición 3.3.117
Sistemas de Edificación ....Cap. 7
Análisis 7.9
Análisis de Códigos 7.9.1
Análisis del diseño 7.9.2
Análisis de la instalación 7.9.3
Origen y determinación de las causas 7.9.6
Análisis de daños estructurales 7.9.6.2
Conductos y espacios de transferencia de aire 7.9.6.2.5
Cortinas cortafuegos e ignifugados 7.9.6.2.6
Juntas 7.9.6.2.2
Penetraciones 7.9.6.2.1
Puerta cortafuegos 7.9.6.2.3
Ventanas cortafuegos 7.9.6.2.4
Características de diseño, construcción, y elementos estructurales en la evaluación del desarrollo del incendio 7.2
Daños por explosión 7.2.6
Diseño del edificio 7.2.2
Cargas del edificio 7.2.2.2
Comparación entre el Diseño en Plano y las Condiciones “Según Construido” 7.2.2.6
Compartimentación 7.2.2.4
Espacios ocultos e intersticiales 7.2.2.5
Generalidades 7.2.2.1
Tamaño del recinto 7.2.2.3
Generalidades 7.2.1
Materiales 7.2.3
Capacidad de entrar en ignición 7.2.3.1
Conductividad térmica 7.2.3.4
Estado físico y resistencia al calor 7.2.3.6
Inercia térmica 7.2.3.3
Inflamabilidad 7.2.3.2
Toxicidad 7.2.3.5
Ubicación, Orientación y Posición 7.2.3.7
Modelo Informatizado para Inspección de las Variaciones en los Componentes de los Edificios 7.2.5
Ocupación 7.2.4
Diseño y parámetros de instalación del Sistema 7.7
Documentación y recopilación de datos 7.8
Ensamblajes de construcción 7.4
Ensamblajes Suelo/Techo/Cubierta 7.4.2
Espacios ocultos 7.4.5
Generalidades 7.4.1
Paredes 7.4.3
Puertas 7.4.4
Impacto en la investigación de los sistemas de protección pasiva ..7.6
Análisis de daños estructurales 7.6.2
Introducción 7.1, A.7.1
Materiales de construcción 7.5, A.7.5
Estructuras de acero 7.5.1
Encofrados 7.5.1.1
Imprimaciones ignifugas 7.5.1.3
Pinturas intumescentes ....7.5.1.4.
Rellenado 7.5.1.5
Tratamiento de superficie ....7.5.1.2.
Hormigón reforzado 7.5.2
Madera 7.5.3
Tipos de construcción 7.3
Construcción de Carpintería 7.3.4
Construcción No Combustible 7.3.5
Construcción de Metal 7.3.5.2
Construcción de Hormigón o Mampostería 7.3.5.3
Generalidades 7.3.5.1
Construcción Normal u Ordinaria 7.3.3
Estructura de madera 7.3.2
Armazón Provisional (Balloon Frame) 7.3.2.2
Construcción de Estructuras en Plataforma 7.3.2.1
Construcción residencial alternativa 7.3.2.6
Casas modulares 7.3.2.6.2
Casas Prefabricadas (Casas Móviles) 7.3.2.6.1
Construcción Residencial con Armazón de Acero 7.3.2.6.3
Elementos Estructurales de Madera Manufacturada 7.3.2.7
Madera gruesa 7.3.2.5
Pilares y Armazones 7.3.2.4
Tablones y Vigas 7.3.2.3
Generalidades 7.3.1
Sistemas de Gases Combustibles en Edificios ....Cap. 10
Componentes Comunes en los Sistemas de Gas Combustible 10.5
Quemadores de Gas 10.5.4
Dispositivos de Encendido sin Piloto 10.5.4.3
Ignición Manual 10.5.4.1
Luces Piloto 10.5.4.2
Regulación de Presión (Reducción) 10.5.1
Generalidades 10.5.1.1
Presiones Excesivas 10.5.1.3
Presiones de Trabajo Normales ....10.5.1.2.
Sistemas de Tuberías de Servicio 10.5.2
Materiales para Conducciones Principales y de Servicio 10.5.2 .1
Tuberías Enterradas 10.5.2.2
Válvulas 10.5.3
Equipamiento Común en la Utilización del Gas Combustible 10.8*
Calentamiento de Agua 10.8.2
Calentamiento de Aire 10.8.1
Cocina 10.8.3
Iluminación 10.8.6
Incineradores, Lavabos y Quemadores de Gases de Extracción 10.8.7

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Máquinas 10.8.5
Refrigeración y Enfriamiento 10.8.4
Exigencias en Dispositivos y Equipamientos Comunes 10.7
Controles del Equipo 10.7.3
Instalación 10.7.1
Accesibilidad para Servicio 10.7.1.5
Aparatos, Accesorios y Equipos Aprobados 10.7.1.1
Conexiones Eléctricas 10.7.1.7
Espacio de separación con los materiales combustibles 10.7.1.6
Reguladores de Presión en los Aparatos de Gas 10.7.1.4
Tipo de Gas 10.7.1.2
Venteo y Suministro de Aire 10.7.2
Zonas de Vapores Inflamables 10.7.1.3*
Gases Combustibles 10.2*
Gas Natural 10.2.1
Odorización 10.2.4
Otros Gases Combustibles 10.2.3
Butano Comercial 10.2.3.1
Propano HD5 .....10.2.3.2
Gases Elaborados 10.2.3.3
Propano Comercial 10.2.2
Introducción 10.1*
Efecto de los gases combustibles en las investigaciones del fuego y explosiones 10.1.1
Fuentes de combustible 10.1.1.1
Fuentes de combustible e ignición 10.1.1.3
Fuentes de Ignición 10.1.1.2
Propagación Adicional del Incendio 10.1.2
Investigación de Sistemas de Gases Combustibles 10.9
Análisis de la instalación de gas 10.9.2
Cumplimiento de Códigos y Estándares 10.9.3
Mediciones y Diagramas necesarios 10.9.2.1
Fugas 10.9.4
Averías en Equipos y Controles 10.9.4.5
Corrosión 10.9.4.7
Daños Físicos 10.9.4.8*
Juntas de Tuberías 10.9.4.1
Luces Piloto 10.9.4.2
Quemadores sin Luz Piloto 10.9.4.3
Reguladores 10.9.4.6
Tuberías y Orificios de Salida no Cubiertos 10.9.4.4
Localización de Fugas 10.9.6
Prueba de la Pompa de Jabón 10.9.6.1
Inspección por detector de gas 10.9.6.2
Agujeros por Barras 10.9.6.3
Inspecciones de la Vegetación 10.9.6.4
Migración Subterránea de Gases Combustibles 10.9.9*
Generalidades 10.9.9.1
Pérdida del Odorante del Gas 10.9.9.2*
Muestreo de Presión 10.9.5
Generalidades 10.9.5.1
Prueba de Contador de Gas 10.9.5.2
Método de Caída de Presión 10.9.5.3*
Toma de muestras de tubería de gas 10.9.8
Sistemas de Gas Natural 10.3
Contadores 10.3.4
Líneas de Servicio 10.3.3
Tuberías de Distribución (Principales) 10.3.2
Tuberías de Transmisión 10.3.1*
Sistemas de Gas Licuado del Petróleo (LPG) 10.4
Accesorios de Contenedores 10.4.2
Conexiones para Control de Caudal 10.4.2.2
Dispositivos de Alivio de presión 10.4.2.1
Dispositivos Medidores del Nivel de Líquido 10.4.2.3
Manómetros 10.4.2.4
Recipientes de Almacenamiento de Gas Licuado del Petróleo (LPG) 10.4.1
Cilindros 10.4.1.2*
Tanques 10.4.1.1*
Regulación de la Presión 10.4.3
Vaporizadores 10.4.4
Tuberías Comunes en Edificios 10.6
Conexión Equipotencial y de Toma de Tierra 10.6.7
Instalación de Tuberías 10.6.4
Juntas y Accesorios 10.6.3
Materiales de las Tuberías 10.6.2
Tamaño de las Tuberías 10.6.1
Ubicaciones Prohibidas 10.6.6
Válvulas de corte principal 10.6.5
Sistemas de Protección contra incendios .....Cap. 8
Documentación de los Sistemas de Protección Contra Incendios ..8.5
Documentos de Inspección y Mantenimiento 8.5.5
Documentación de la Instalación 8.5.4
Documentación del Diseño 8.5.1
Documentación del Producto 8.5.6
Facturas y Contratos 8.5.3
Historial de Alarma o Activación 8.5.7
Historial de Permisos 8.5.2
Introducción 8.1*
Sistemas de Alarmas Contra Incendios 8.2*
Análisis 8.2.4*
Análisis del Tiempo de Respuesta de los detectores autónomos de humo 8.2.4.4
Análisis de los Restos de Humo 8.2.4.5
Daño Térmico 8.2.4.5.5*
Desarrollo de una línea temporal 8.2.4.5.4
Eficacia de la Alarma de Incendios 8.2.4.5.6*
Estimación del Tamaño del Incendio 8.2.4.5.2.3
Impacto sobre el Comportamiento Humano 8.2.4.5.7
Tiempo de Respuesta de la Alarma 8.2.4.5.2*
Consideraciones sobre Instalación 8.2.4.2
Operatividad 8.2.4.3
Componentes Principales del sistema 8.2.2*
Aparatos de Aviso 8.2.2.7
Barreras lineales 8.2.2.4.5
Detección de Humo 8.2.2.4
Detectores de Humo frente Detectores de humo autónomos 8.2.2.4.1
Fotoeléctrico 8.2.2.4.3
Ionización 8.2.2.4.2
Muestreo del Aire (Aspiración) 8.2.2.4.4
Detección de Temperatura 8.2.2.5
Detectores de Chispas/brasas 8.2.2.5.4
Detector de Fuego Sensible a la Radiación de Calor 8.2.2.5.2
Detectores de Llama 8.2.2.5.3
Dispositivos de activación 8.2.2.3
Detector Lineal 8.2.2.3.2
Detector puntual 8.2.2.3.1
Video 8.2.2.3.3
Fuente de Alimentación 8.2.2.2
Principal 8.2.2.2.1
Reserva 8.2.2.2.2
Otros Tipos de Detectores 8.2.2.6*
Panel de Control del Sistema de Detección de Incendios ..8.2.2.1
Información General 8.2.1
Componentes del Sistema 8.2.1.2*
Funcionamiento General del Sistema 8.2.1.3
Objetivo de los Sistemas 8.2.1.1
Parámetros de Funcionamiento e Instalación del Sistema 8.2.3*
Características de Las Centrales (FACU) 8.2.3.1
Localización y emplazamiento de los Dispositivos 8.2.3.2*
Medios de Transmisión de Alarma 8.2.3.4
Seguimiento y Control del Sistemas 8.2.3.5
Estación Central 8.2.3.5.1
Estación Local 8.2.3.5.2
Estación Remota 8.2.3.5.3
Sistemas de Comunicación Interna 8.2.3.3

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Sistemas de Supresión del Fuego Basados en el Agua 8.3
Análisis 8.3.4
Análisis de Códigos 8.3.4.1
Análisis del Diseño 8.3.4.2
Situación 8.3.4.2.2
Riesgo protegido 8.3.4.3
Capacidad 8.3.4.3.3
Cobertura 8.3.4.3.4
Análisis de la Instalación 8.3.4.3.4.5
Cobertura Local 8.3.4.3.4.4
Cobertura Selectiva o Parcial 8.3.4.3.4.3
Cobertura Total (Completa) 8.3.4.3.4.2
Determinación de la Causa y el Origen 8.3.4.3.4.8
Estimación del Tamaño del Fuego 8.3.4.3.4.10*
Funcionamiento del Sistema 8.3.4.3.4.6
Impacto sobre el Comportamiento Humano ..8.3.4.3.4.11
Líneas de Tiempo 8.3.4.3.4.9
Pruebas y Mantenimiento 8.3.4.3.4.7
Modelado de Incendios 8.3.4.3.5*
Componentes Clave de los Sistemas Basados en el Agua 8.3.2
Abastecimiento de Agua 8.3.2.4
Rociadores y Boquillas 8.3.2.1
Tuberías 8.3.2.2
Válvulas del Sistema 8.3.2.3
Información General 8.3.1*
Funcionamiento General del Sistema 8.3.1.2
Mecanismo de Extinción 8.3.1.2.1
Tipos de Sistemas Basados en el Agua 8.3.1.2.2
Sistemas de Rociadores de Diluvio 8.3.1.2.2.4*
Sistemas de Agua Nebulizada 8.3.1.2.2.5*
Sistemas de Rociadores de Pre-acción 8.3.1.2.2.3*
Sistemas de Rociadores de Tubería Húmeda ..8.3.1.2.2.1*
Sistemas de Rociadores de Tubería Seca 8.3.1.2.2.2*
Objetivos del Sistema 8.3.1.1
Parámetros de Instalación y Funcionamiento de los Sistemas 8.3.3
Caudal y presión de agua 8.3.3.4
Cobertura y Distribución de los Rociadores 8.3.3.3
Control y Supervisión de Sistemas 8.3.3.6
Disposiciones y Tamaño de las Tuberías 8.3.3.2
Mecanismo y Criterios de Activación 8.3.3.5
Situación y Emplazamiento de los Rociadores 8.3.3.1
Sistemas de Supresión del Fuego No Basados en el Agua 8.4
Análisis 8.4.4
Análisis del Diseño 8.4.4.2
Colocación 8.4.4.2.3
Estimación del Tamaño del Incendio 8.4.4.2.9*
Funcionamiento del Sistema 8.4.4.2.5
Impacto del Comportamiento Humano 8.4.4.2.10
Instalación 8.4.4.2.4
Líneas de Tiempo 8.4.4.2.8
Modelado del Incendio 8.4.4.2.11*
Origen y Causa 8.4.4.2.7
Pruebas y Mantenimiento 8.4.4.2.6
Riesgos Protegidos 8.4.4.2.2
Información General 8.4.1*
Agentes Extintores 8.4.1.3
Agentes Químicos líquidos 8.4.1.3.4
Agente Químico Seco 8.4.1.3.3
Polvo Químico Seco Basado en Bicarbonato Sódico 8.4.1.3.3.1
Polvos Químicos secos basados en Sales de Potasio 8.4.1.3.3.2
Polvos Químicos Secos Compatibles con Espuma ..8.4.1.3.3.4
Polvo Químico Seco Multipropósito (polvos ABC) ..8.4.1.3.3.3
Espumas 8.4.1.3.5
Gases Inertes 8.4.1.3.2
Halón y sustitutos del Halón 8.4.1.3.1
Componentes del Sistema 8.4.1.2
Objetivo de los Sistemas 8.4.1.1
Parámetros de Funcionamiento e Instalación del Sistema 8.4.3
Cobertura y Distribución de Las Boquillas 8.4.3.3
Dimensionamiento y Disposición de las Tuberías 8.4.3.2
Mecanismos y Criterios de Activación 8.4.3.4
Posición y Distancia entre las Boquillas 8.4.3.1
Supervisión y Control del Sistema 8.4.3.5
Principales Componentes de los Sistemas 8.4.2
Boquillas de Distribución 8.4.2.6
Contenedores del Agente extintor 8.4.2.1
Proporcionadores 8.4.2.5
Sistema de Actuación 8.4.2.7
Sistemas de presurización 8.4.2.2
Supervisión y Control del Sistema 8.4.2.8
Tuberías de Distribución 8.4.2.3
Válvulas, Mangueras y accesorios 8.4.2.4
Problemas de Expoliación 8.6
Sobrecorriente
Definición 3.3.125
Sobrecarga
Definición 3.3.127, A.3.3.127
Superficie expuesta
Definición 3.3.56

-T-

Tasa de liberación de Calor (HRR)
Definición 3.3.99, A.3.3.99
Temperatura absoluta
Definición 3.3.1, A.3.3.1
Temperatura de autoignición
Definición 3.3.15
Temperatura de ignición
Definición 3.3.106, A.3.3.106
Temperatura de Inflamación.
Definición 3.3.116
Temperatura
Definición 3.3.172
Temperaturas del Fuego Efectivas
Definición 3.3.49
Termoplástico
Definición 3.3.177
Tiempo de Ignición
Definición 3.3.107
Tiempo de ignifugado de los acabados
Definición 3.3.61

-U-

Unidad térmica británica (Btu)
Definición 3.3.21

-V-

Vapor
Definición 3.3.184
Vatio (W)
Definición 3.3.191
Vector y Calor de Llama
Definición 3.3.96
Velocidad de Combustión
Definición 3.3.22
Velocidad de Desprendimiento de Calor
Definición 3.3.143
Venteo
Definición 3.3.186
Ventilación
Definición 3.3.187
Voltio (V)
Definición 3.3.190

-Z-

Zona de arco
Definición 3.3.9

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Secuencia de los Acontecimientos que Conducen a la Publicación de un Documento de un Comité de NFPA

Paso 1: Solicitud de Propuestas

- Propuestas para modificar un documento ya existente o para recomendaciones de un nuevo documento.

  El documento entra en un ciclo de revisión de uno o dos años y se publica una Solicitud de Propuestas.

Paso 2: Informe sobre las Propuestas (ROP)

- El Comité se reúne para trabajar en las Propuestas, elaborar las suyas propias y preparar su Informe.
- El Comité elige las propuestas por votación escrita. Si las dos terceras partes lo aprueban, el Informe sigue adelante. Si carece de la aprobación de las dos terceras partes, el Informe regresa al Comité.
- Informe sobre las Propuestas (ROP) se publica para comentarios y revisión pública.

Paso 3: Informe sobre comentarios (ROC)

- El Comité se reúne para trabajar sobre los Comentarios Públicos recibidos y preparar su informe.
- El Comité elige los Comentarios por votación escrita. Si las dos terceras partes lo aprueban, el Informe sigue adelante. Si carece de la aprobación de las dos terceras partes, el Informe regresa al Comité.
- Informe sobre los Comentarios (ROC) se publica para revisión pública.

Paso 4: Sesión Técnica sobre Informes

- *Las "Noticias que pretenden presentar una moción"* se archivan y se revisan y las mociones válidas son certificadas para su presentación a la Sesión Técnica sobre Informes. (Los "Documentos Admitidos" que no tienen mociones certificadas no precisan presentarse a la Sesión Técnica sobre Informes y van directamente al Consejo de Estándares para aprobación).
- Los miembros de NFPA se reúnen cada mes de Junio en la Reunión Anual de la Sesión Técnica de Informes y deciden sobre los Informes de los Comités Técnicos (ROP y ROC) para Documentos con " mociones certificadas de modificación".
- El(los) Comité(s) votan cualquier modificación al Informe aprobado en la reunión Anual de Miembros de NFPA.

Paso 5: Aplicaciones al Consejo de estándares

- Las apelaciones al Consejo de Estándares por acción de la Asociación deben presentarse dentro de los 20 días de la Reunión Anual o de Otoño de NFPA.
- El Consejo de Estándares decide, basándose en todas las pruebas, si debe o no emitir el estándar o emprender otra acción, incluido el mantenimiento de las peticiones.

Clasificaciones de los Miembros del Comité

Las siguientes clasificaciones se aplican a los miembros de un Comité Técnico y representan su principal interés en la actividad de un comité.

M *Fabricante:* Un representante de un fabricante o suministrador de un producto, ensamblaje, o sistema, o parte del mismo, al que le afecta el estándar.

U *Usuario*: Un representante de una entidad que se halla sujeto a las disposiciones del estándar, o que voluntariamente utiliza el estándar.

I/M *Instalador/Mantenedor:* Un representante de una entidad que instala o mantiene un producto, ensamblaje o sistema afectado por el estándar.

L *Trabajador:* Un representante de los trabajadores o empleado involucrado en la seguridad en el lugar de trabajo.

R/T *Investigación aplicada/Laboratorio de Ensayos:* Un representante de un laboratorio de ensayos independiente u organización de investigación aplicada independiente que promulga y/o hace cumplir estándares.

E *Autoridad que hace cumplir la ley:* Un representante de una agencia u organización que promulga y/o hace cumplir estándares.

I *Seguro*: Un representante de una compañía de seguros, corredor, agente, oficina o agencia de inspección.

C Consumidor: Una persona que es o representa el último comprador de un producto, sistema o servicio afectado por el estándar, pero que no está incluido en la clasificación de Usuario.

SE *Experto especial:* Una persona que no representa a ninguna de las clasificaciones previas, pero que tiene una competencia especial en el ámbito del estándar o parte del mismo.

NOTAS

1. "Estándar" tiene la connotación de código, estándar, práctica recomendada o guía.

2. Un representante incluye un empleado.

3. Mientras estas clasificaciones se utilicen por el Consejo de Estándares para conseguir un equilibrio para los Comités Técnicos, el Consejo de Estándares puede determinar que es necesaria una nueva clasificación de los miembros o un interés particular necesita representación, con el fin de promover lo mejor posible las deliberaciones del comité en cualquier proyecto. En este sentido, el Consejo de Estándares debe efectuar tantos nombramientos como considere apropiados por el interés público, tal como la clasificación de "Utilidades" en el Comité del Código Eléctrico Nacional.

4. Los representantes de empresas filiales de cualquier grupo generalmente se considera que tienen la misma clasificación que la organización matriz.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Formulario para Propuestas a Documentos de un Comité Técnico de NFPA

Nota: Todas las propuestas se deben recibir a las 5:00 p.m. EST/EDST en la fecha publicada de cierre de propuestas

Si necesita una mayor información sobre el proceso de realización de estándares, por favor contactar con Standards Administration Department en el 617-984-7249
Para asistencia técnica, por favor llamar a NFPA, teléfono 617-770-3000

SOLO PARA USO OFICIAL
LOG #
Fecha Rec'd

Por favor indique en que formato desea recibir su ROP/ROC: ☐ papel ☐ electrónico ■ descargar
(Nota: seleccionando la opción de descargar pretende ver el ROP/ROC desde nuestra página web, no se le enviarán copias)

Fecha 1, Abril, 2008 **Nombre** Juan Nadie **Tel.** 716-555-1234

Empresa Air Canada Pilot´s Association

Dirección 123 Summer Street Lane **Ciudad** Lewistown **Estado** NY **ZIP** 14092

Por favor indicar la organización a la que representa (si hay alguna)

1. a) Título del Documento NFPA National Fuel Gas Code **NFPA nº y año** 54, 200X Edición

b) Sección/Párrafo 3.3

2. **Propuesta recomendada:** (marcar una) ☐ nuevo texto ■ texto revisado ☐ texto eliminado

3. Propuesta (incluye propuesta de redacción nueva o revisada o identificación de redacción a eliminar): (Nota: El texto propuesto debería estar en un formato normalizado: p.ej., utilizar subrayado para marcar la redacción a insertar (redacción insertada) y tachado para marcar la redacción a eliminar (~~redacción a eliminar~~).

Revisar definición de camino eficaz de corriente a tierra para que diga:

3.3.78 Camino eficaz de corriente a tierra. Un camino conductor de baja impedancia permanente , construido expresamente, para transportar la corriente de un fallo eléctrico subterráneo desde el punto de derivación a tierra en un sistema de cableado eléctrico hasta la fuente de alimentación eléctrica.

4. **Comunicación de un problema y justificación para propuesta:** (Nota: Plantear el problema que se resolver con su recomendación; exponer la razón específica para su propuesta incluyendo copia de las pruebas, documentos de investigación, experiencia de incendio, etc. Si hay más de 200 palabras, se debe resumir para su publicación).

Cambio para usar los términos eléctricos adecuados.

5. ☐ Esta propuesta es material original: (Nota: Se considera material original una idea propia del que lo presenta basada en o como resultado de su propia experiencia, pensamiento a investigación y a lo mejor de su conocimiento, si no se ha copiado de otra fuente).
■ Esta propuesta no es material original: su fuente (si la conoce) es la siguiente:
ABC Co.

Nota 1: Escribir a máquina a escribir de manera legible en negro.
Nota 2: Si se incluye material adicional (fotografías, diagramas, informes, etc.) se requiere presentar copias suficientes para todos los miembros y suplentes del comité técnico.

Yo, por la presente, concedo a la NFPA todos y cada uno de los derechos de copyright en esta propuesta y entiendo que no adquiero derechos en ninguna publicación de NFPA en la que se utilice esta propuesta en esta u otra forma similar o análoga.

Firma (necesaria) Juan Nadie

POR FAVOR EMPLEE UN FORMULARIO DIFERENTE PARA CADA PROPUESTA • NFPA FAX: (617) 770-3500
Enviar a: Secretary, Standards Council, National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471

MUESTRA

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Edición 2014

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Formulario para Propuestas a Documentos de un Comité Técnico de NFPA

Nota: Todas las propuestas se deben recibir a las 5:00 p.m. EST/EDST en la fecha publicada de cierre de propuestas

Si necesita una mayor información sobre el proceso de realización de estándares, por favor contactar con Standards Administration Department en el 617-984-7249
Para asistencia técnica, por favor llamar a NFPA, teléfono 617-770-3000

SOLO PARA USO OFICIAL
LOG #
Fecha Rec'd

Por favor indique en que formato desea recibir su ROP/ROC: ☐ papel ☐ electrónico ☐ descargar
(Nota: seleccionando la opción de descargar pretende ver el ROP/ROC desde nuestra página web, no se le enviarán copias)

Fecha _____ **Nombre** _____ **Tel.** _____

Empresa _____

Dirección _____ **Ciudad** _____ **Estado** _____ **ZIP** _____

Por favor indicar la organización a la que representa (si hay alguna)

1. a) Título del Documento NFPA _____ **NFPA nº y año** _____

b) Sección/Párrafo _____

2. **Propuesta recomendada:** (marcar una) ☐ nuevo texto ☐ texto revisado ☐ texto eliminado

3. Propuesta (incluye propuesta de redacción nueva o revisada o identificación de redacción a eliminar): (Nota: El texto propuesto debería estar en un formato normalizado: p.ej., utilizar subrayado para marcar la redacción a insertar (redacción insertada) y tachado para marcar la redacción a eliminar (~~redacción a eliminar~~).

4. **Comunicación de un problema y justificación para propuesta:** (Nota: Plantear el problema que se resolver con su recomendación; exponer la razón específica para su propuesta incluyendo copia de las pruebas, documentos de investigación, experiencia de incendio, etc. Si hay más de 200 palabras, se debe resumir para su publicación).

5. ☐ Esta propuesta es material original: (Nota: Se considera material original una idea propia del que lo presenta basada en o como resultado de su propia experiencia, pensamiento a investigación y a lo mejor de su conocimiento, si no se ha copiado de otra fuente).
☐ Esta propuesta no es material original: su fuente (si la conoce) es la siguiente:

_____

Nota 1: Escribir a máquina a escribir de manera legible en negro.
Nota 2: Si se incluye material adicional (fotografías, diagramas, informes, etc.) se requiere presentar copias suficientes para todos los miembros y suplentes del comité técnico.

Yo, por la presente, concedo a la NFPA todos y cada uno de los derechos de copyright en esta propuesta y entiendo que no adquiero derechos en ninguna publicación de NFPA en la que se utilice esta propuesta en esta u otra forma similar o análoga.

Firma (necesaria) _____

POR FAVOR EMPLEE UN FORMULARIO DIFERENTE PARA CADA PROPUESTA • NFPA FAX: (617) 770-3500
Enviar a: Secretary, Standards Council, National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

LIBROS, GUÍAS, CÓDIGOS Y ESTÁNDARES NFPA TRADUCIDOS AL ESPAÑOL POR CEPREVEN

LIBROS

ST-1	PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
PQ	PRINCIPIOS DE LA QUÍMICA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y MANUAL DE ACOMPAÑAMIENTO
NFPA FPS-12	MANUAL NFPA PARA INSPECCIÓN COMPROBACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN INCENDIOS 3ª EDICIÓN.
IM-02	MANUAL DE INSPECCIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y DE VIDAS, NFPA. 8ª EDICIÓN

GUÍAS, CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

NFPA 69-2008	ESTÁNDAR SOBRE SISTEMAS DE PREVENCIÓN DE EXPLOSIONES
NFPA 88B-1997	ESTÁNDAR PARA TALLERES DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES
NFPA 491-1997	GUÍA DE REACCIONES QUÍMICAS PELIGROSAS
NFPA 654-2006	ESTÁNDAR PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES DE POLVO EN LA FABRICACIÓN, PROCESO Y MANIPULACIÓN DE PARTÍCULAS SÓLIDAS COMBUSTIBLES
NFPA 30B-1998	CÓDIGO PARA FABRICACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AEROSOLES
NFPA 664-2012	ESTÁNDAR PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES DE POLVO EN INSTALACIONES DE PROCESADO Y MANIPULACIÓN DE MADERA
NFPA 51B-2009	ESTÁNDAR PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS DURANTE OPERACIONES DE SOLDADURA, CORTE Y OTROS TRABAJOS EN CALIENTE
NFPA 230-1999	ESTÁNDAR PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ALMACENAMIENTOS
NFPA 33-2007	ESTÁNDAR PARA OPERACIONES DE PULVERIZACIÓN CON PRODUCTOS INFLAMABLES O COMBUSTIBLES
NFPA R8-SFPE-2006	GUÍA DE INGENIERÍA SFPE DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS BASADA EN LA EFICACIA . -ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICIOS-
NFPA 921-2013	GUÍA PARA LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES
NFPA 520-2005	ESTÁNDAR PARA ESPACIOS SUBTERRÁNEOS
NFPA 750-2006	ESTÁNDAR SOBRE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS CON AGUA NEBULIZADA
NFPA130-2007	ESTÁNDAR SOBRE SISTEMAS FERROVIARIOS PARA TRANSPORTE DE VEHÍCULOS Y VIAJEROS SOBRE GUÍAS FIJAS
NFPA 550-2007	GUÍA DEL ÁRBOL DE DECISIONES PARA LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS
NFPA 2001-2012	ESTÁNDAR SOBRE SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS MEDIANTE AGENTES LIMPIOS

Solicitud de Información

D.....D.N.I.nº.....

Empresa o Entidad..... ☐ Miembro ☐ No Miembro de Cepreven

Dirección.....D.P.....

Población.....Teléf.....Telefax.....

E-mail.....Nº de Identificación Fiscal.....

Solicita que le sea remitida información sobre las publicaciones que se especifican al dorso del presente boletín

....., ...de....de....

Firmado

Remitir a : CEPREVEN
Avenida General Perón, 27- 28020 MADRID
Tels. 914 457 566 - Fax 914 457 136
e-mail: publicaciones@cepreven.com
Catálogo actualizado en internet: www.cepreven.com

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Las publicaciones incluidas en la presente relación se encuentran también disponibles en:

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
1 BATTERYMARCH PARK
PO BOX 9101
QUINCY MA 02269-9101
Att. Servicio Internacional

Solicitud de Información

REFERENCIA	CANTIDAD	REFERENCIA	CANTIDAD
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA.
For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

AVISOS Y DECLARACIONES IMPORTANTES DE NO RESPONSABILIDAD ADICIONALES

Actualización de Documentos NFPA

Los usuarios de códigos, estándares, prácticas recomendadas y guías NFPA deberían ser conscientes de que estos documentos pueden ser invalidados en cualquier momento por la publicación de una nueva edición o modificados de vez en cuando mediante la publicación de Propuestas Provisionales de Enmienda. Un documento oficial NFPA consiste, en cualquier momento temporal, en la edición actual del documento junto con las Propuestas Provisionales de Enmienda y cualquier Errata en vigor. Para determinar si un documento en particular es la edición actual y si ha sido corregido mediante la publicación de Propuestas Provisionales de Enmienda o de Errata, consulta las Publicaciones NFPA tales como el Servicio de Suscripción de Códigos, visite la web NFPA en www.nfpa.org o contacte con NFPA en la dirección abajo indicada.

Interpretaciones de Documentos NFPA

Una declaración, oral o escrita, que no haya sido procesada de acuerdo con la Sección 6 del Regulations Governing Committee Projects, no será considerada como posición oficial de NFPA o de ninguno de sus Comités y no será considerada, ni será fiable, como una Interpretación Formal.

Patentes

NFPA no adopta ninguna postura en relación con la validez de cualesquiera derechos de patente establecidos en conexión con cualquier dispositivo mencionado o que sea tema de los códigos, estándares, prácticas recomendadas y guías NFPA y rechaza cualquier responsabilidad por la vulneración de cualquier patente como resultado de el uso o confianza en estos documentos. Se avisa expresamente a los usuarios de estos documentos de que la determinación de la validez de cualquiera de tales derechos de patente y el riesgo de vulneración es de su exclusive responsabilidad.
NFPA se adhiere a las políticas aplicables del American National Standards Institute en relación con patentes. Para más información contacte con la dirección abajo indicada.

Leyes y Regulaciones

Los usuarios de estos documentos deberían consultar la leyes y regulaciones, federales, estatales y locales aplicables. Mediante la publicación de códigos, estándares, prácticas recomendadas y guías, NFPA no pretende impulsar acciones que no sean de conformidad la legislación aplicable y estos documentos pueden no haber sido redactados a ese efecto.

Copyright

Este documento está protegido por el copyright de NFPA. Está disponible para una amplia variedad de usos públicos y privados. Esto incluye tanto su uso como referencia en leyes y regulaciones como en autorregulaciones privadas, estandarización T en la promoción de prácticas y métodos seguros. Al hacer a este documento asequible para el uso y adopción por las autoridades y usuarios privados, NFPA no cede ninguno de sus derechos sobre el copyright de este documento.

El uso de documentos NFPA para propósitos regulatorios debería realizarse mediante su adopción como referencia. El término como referencia significa la cita exclusive del título, edición e información sobre su publicación. Cualquier omisión, adición y cambio deseado por la autoridad debería indicarse separadamente del instrumento a adoptar. Para ayudar a NFPA en el seguimiento de los usos de sus documentos, se solicita a las autoridades adoptantes que informen a NFPA (A la atención de: Secretary, Standards Council) mediante escrito al efecto. Para asistencia técnica y preguntas relacionadas con la adopción de documentos NFPA, contacten con NFPA en la dirección abajo indicada.

Para más Información

Todas las preguntas u otras comunicaciones relativas a códigos, estándares, prácticas recomendadas y guías NFPA y todas las peticiones de información sobre procedimientos para solicitar Interpretaciones Formales, proponer Propuestas Provisionales de Enmienda y para proponer revisiónes de documentos NFPA, durante los ciclos normales de revisión, deberían ser enviadas a NFPA, dirigidas a la atención de Secretary, Standards Council, NFPA, 1 Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02269-9101.

Para más información sobre NFPA, visite la web NFPA www.nfpa.org.

Copyright 2017 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and download on 01/20/2017 to CONASE Compañía Nacional de Seguridad (www.conase.cl) for designated user Ing. Heriberto Moreira Cornejo, Fire Protection Specialist, Certified ARSON Investigator and Fire Investigation Instructor / Perito Judicial. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquiries or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.





Asociación de Investigación para la Seguridad de Vidas y Bienes
Av. del General Perón, 27
28004 Madrid

National Fire Protection Association
1 Batterymarch Park, Quincy,
MA 02169-7471

Petición de Publicaciones
Tel. 0034 91 445 75 66
Catálogo “on line”: www.cepreven.com

	FICHA DE SEGURIDAD (MSDS) SPOTLEAK FT-082	Versión: 0 Fecha Vigencia: 18/02/2010

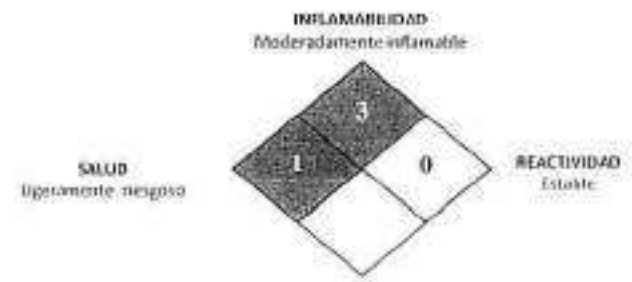
1. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA	
NOMBRE O REFERENCIA COMERCIAL	SPOTLEAK 1007
FABRICANTE	Arkema France Cours Michelet - La Défense 10 92091 Paris La Défense Cedex, Francia
USOS Y APLICACIONES	Odorante de gas natural
2. COMPOSICION	
INFORMACION DE INGREDIENTES	TERBUTILMERCAPTANO : 80 % CAS : 75-66-1 SULFURO DE METILETILO : 20 % CAS : 624-89-5
3. IDENTIFICACION DE PELIGROS	
EFECTOS SOBRE LA SALUD	**Inhalación:** Puede provocar sensación de quemazón, tos, dolor de cabeza, náusea, dolor de garganta. **Ingestión:** Puede causar dolor abdominal **Contacto con la piel:** Puede absorberse, causa piel seca y sensación de quemazón **Contacto con los ojos:** Puede provocar irritación. Los síntomas pueden incluir dolor, lagrimeo, enrojecimiento e hinchazón.
PELIGROS ESPECIFICOS	Fácilmente inflamable Descomposición térmica en productos inflamables y tóxicos
4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
PRIMEROS AUXILIOS	**Inhalación:** Trasladar la victima al aire libre. Oxigeno o respiracion artificial cuando sea necesario En caso de trastornos persistentes, consultar al médico **Ingestión:** No provocar el vómito, solicitar atención médica inmediata **Contacto con la piel:** Lavar la piel con agua abundante y jabon. **Contacto con los ojos:** Lavar con agua abundante durante varios minutos, solicitar atención medica inmediata.
5. MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO	
LIMITES DE INFLAMABILIDAD	Temperatura de autoignición: 238 °C
MEDIOS DE EXTINCION ADECUADOS	Espuma resistente al alcohol, polvo seco y dióxido de carbono (CO_2)
MEDIOS DE EXTINCION INADECUADOS	Chorro de agua de gran volúmen
PELIGROS ESPECIFICOS	Extremadamente inflamable Los vapores pueden formar una mezcla explosiva con el aire Peligro de sobrepresión en las botellas expuestas al calor, riesgo de explosión
PRODUCTOS DE COMBUSTION PELIGROSOS	Anhidrido sulfúrico, óxidos de azufre, óxidos de carbono
6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL	
MEDIDAS DE PROTECCION Y CONTROL	Informar al centro de control Eliminar cualquier fuente de chispas y de ignición Evitar el contacto con la piel, los ojos y la inhalación de vapores Utilizar equipo de protección personal No dejar que el producto entre en la red de alcantarillado o zonas verdes Detener el derrame en caso de poder realizarlo sin riesgo Utilizar el kit de derrame para controlar la fuga Materiales como arena o tierra se pueden utilizar para contener el derrame (no debe utilizarse productos combustibles)
METODOS DE LIMPIEZA	Limpiar el area con soluciones diluidas de Peróxido de hidrógeno, Hipoclorito sódico Recoger residuos de derrame con elementos que no generen chispa, y depositarlos en recipiente o bolsa rotulada Terminada la labor de limpieza, utilizar el eliminador de olor y el enmascarador Eliminar los residuos y ropa contaminada por incineración con empresa autorizada

DEGRADABILIDAD	**TERBUTILMERCAPTANO** Degradación por radicales OH 1½ vida = 6,4 d **SULFURO DE METILETILO** Agua: No fácilmente biodegradable : 34 % tras 28 d Aire: Degradación en radicales OH. Tiempo medio de vida 1.9 d
BIOACUMULACION	Poco bioacumulable : log Pow = 2.14 (calculado)
13. INFORMACION SOBRE RESIDUOS	
DISPOSICION	Los envases y material contaminado con el producto debe manejarse como residuo peligroso, segun lo establecido en la normatividad. Se debe entregar para incineración a empresas autorizadas.
14. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE	
CLASE	Clase 3. Liquido inflamable
NUMERO UN	UN 3336
15. INFORMACION REGLAMENTARIA	
NORMAS NACIONALES	Ley 55 de 1993 Decreto 4741 de 2005 Decreto 1609 del 2002
16. INFORMACION ADICIONAL	
OTRAS CONDICIONES:	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático Altamente inflamable, nocivo por inhalación. Uso restringido a personas calificadas.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre: Rosey Yaneth Peña **Cargo:** Jefe de sección SYSO Ambiental	**Nombre:** Rafael Barón Daza **Cargo:** Director de Seguridad y Medio Ambiente	**Nombre:** Jose Dario Martinez **Cargo:** Gerente Técnico

ROTULOS Y ETIQUETAS

DIAMANTE DE LA NFPA



ETIQUETA DE PELIGROSIDAD
CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE



3.2.3 Reparaciones

3.2.3.1 Reparaciones en Tuberías y Accesorios

Cuando se detecten imperfecciones y daños que hayan mermado el espesor de pared de una tubería o restado material a cualquier pieza haciéndolas inseguras, deberán ser retiradas y reemplazadas.
De igual manera se procederá con las piezas averiadas por causas externas que afecten la segura operación de la red.

3.2.3.2 Reparación de Fugas

Cuando se detecte una fuga en la red de polietileno inmediatamente se tomarán las medidas urgentes para garantizar la seguridad del público y de las propiedades en tanto se realizan las reparaciones y se establecerá su magnitud y grado de peligrosidad.

Si al momento de descubrir la fuga no se puede corregir permanentemente en forma inmediata, después se realizarán las reparaciones definitivas de acuerdo con este manual.

Si para la reparación el tramo de la red no se saca del servicio, su presión de operación se reducirá a un nivel que garantice la seguridad durante las reparaciones.

Si la fuga es causada por una rotura o fisura pequeña, puede repararse provisionalmente mediante la instalación de una grapa para fugas empernada, abrazadera típicamente empleada en gasoductos de acero. A diferencia de cómo se aplica en acero, no se deja como reparación definitiva, sino que se retira para poderla reutilizar, procediendo a cambiar el tramo de tubería averiado.

Las reparaciones pueden realizarse sin sacar de servicio la red. En este caso se procede a cerrar las válvulas que aíslen el tramo en cuestión o a estrangular con prensa en dos puntos de la tubería a lado y lado de la fuga para poder repararla. Debe verificarse que no vaya a quedar alguna parte del sistema sin presión. Para ello es aconsejable realizar la reparación, cuando no sea urgente, en una hora de menor consumo por los usuarios.

3.2.3.3 Corte y Reinstalación del Flujo del Gas en la Red

Las troncales y anillos serán fácilmente puestos fuera de operación y separados del sistema mediante las válvulas que se han dispuesto.

Cuando por una reparación o mantenimiento se prevea que a una parte de la red se le reducirá la presión a un punto tal en que los reguladores de servicio no operen apropiadamente, o cuando por cualquier causa la presión en un sector caiga a tal nivel, se procederá al corte del servicio al sector.

Salvo en una emergencia grave que no dé tiempo para el procedimiento, no es aconsejable cerrar las válvulas de troncal o anillo y permitir que el consumo de los usuarios reduzca la presión hasta que queden sin servicio, porque muchos quemadores pueden apagar sus llamas y continuar dejando escapar gas, que puede acumularse y causar un accidente.

El procedimiento correcto consiste en visitar todas las instalaciones, una por una, cerrando la válvula de acometida y asegurándola para que no pueda ser reabierta por el usuario o un tercero. Se dará aviso al usuario de que el servicio ha sido suspendido temporalmente

y se le informará la hora aproximada en que se restablecerá. Si el usuario no se encuentra, se dejará una nota con esta información.
Cuando el corte involucre demasiados usuarios la Empresa lo reemplazará por otros procedimientos, entre los que se enumeran el aviso previo del corte y las instrucciones para el restablecimiento del servicio a los usuarios mediante la utilización de algún medio de comunicación (radio, prensa, volantes, visitas, etc.)

Une vez se hayan cortado los servicios de toda la manzana, se cerrará la válvula de anillo que la surte. Las válvulas de troncal se cerrarán únicamente cuando se hayan cerrado las de los anillos conectados al tramo o sector aislado por dichas válvulas de troncal.

Cuando se supere la emergencia o se realice la reparación, se presionarán las troncales y luego se abrirá la válvula del anillo más cercano a la reparación. Se reinstalará el servicio usuario por usuario, verificando que éste se encuentre presente y chequeando que los aparatos de consumo operen apropiadamente. Si se requiere purgar de aire la instalación, se hará hasta que los equipos trabajen en forma estable. Para procedimientos que involucren un número excesivo de usuarios, la Empresa podrá recurrir a medios varios de comunicación para instruir al usuario en el restablecimiento de su servicio, pero en todo caso atenderá personalmente en dicho restablecimiento a aquellos que, aun habiendo recibido las instrucciones para hacerlo por si mismos, soliciten a la Empresa realizarlo directamente.

Si el usuario no se encuentra, se dejará cerrada y asegurada la válvula de acometida y se le dejará una nota con los teléfonos de la Empresa para que llame para la reconexión del servicio cuando se encuentre presente.

Se procederá en la misma forma hasta reinstalar el servicio a todos los anillos e instalaciones del sector afectado.

Debido a lo laborioso que es para la Empresa proceder a este tipo de cortes y lo molesto que es para los usuarios, la Empresa trata de evitarlos al máximo mediante el prensado de tuberías y solo reserva el procedimiento de corte en un sector cuando la gravedad de la situación lo exige por seguridad.

3.2.4 Prueba de las Reparaciones
Todas las tuberías y partes de la red de distribución en tuberías de polietileno deben ser probadas después de cualquier reparación. El objetivo de las pruebas es garantizar que cualquier fuga potencialmente peligrosa haya sido encontrada y corregida antes de cargar las líneas con el combustible.

Si la reparación se realizó en caliente o medio el prensamiento de la tubería se tratará de someter el segmento a prueba durante dos horas.

Las reparaciones que no puedan someterse a prueba de presión se verificarán visualmente y, cuando se restablezca la presión en el elemento, se verificará su hermeticidad con agua jabonosa.

Al igual que en lo ordenado en las especificaciones de construcción, se deben elaborar los reportes de pruebas y relacionar en un reporte todas las partes instaladas o modificadas, sus partes integrantes y la fecha en que entran en servicio. En el caso en que se trate de

un mantenimiento, se reportarán el estado de las piezas que no hayan sido cambiadas y las reparaciones o modificaciones sobre las partes que hayan sido sometidas a mantenimiento o renovación. Lo ordenado en este párrafo debe atenderse sin excepción para permitirle a la Empresa retirar equipos que pudiesen exceder su vida máxima de servicio seguro, programar nuevos mantenimientos y garantizar completa seguridad al público y a los empleados de la misma Empresa.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 3631

2011-12-14

VENTILACIÓN DE RECINTOS INTERIORES DONDE SE INSTALAN ARTEFACTOS QUE EMPLEAN GASES COMBUSTIBLES PARA USO DOMÉSTICO, COMERCIAL E INDUSTRIAL

E: VENTILATION OF INNER SPACES WHERE THERE ARE GAS EQUIPMENT FOR DOMESTIC, COMMERCIAL AND INDUSTRIAL PURPOSES

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: ventilación; corriente de gas.

I.C.S.: 91.140.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel: (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Editada 2011-12-21

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3631 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2011-12-14.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico120 Aparatos domésticos y equipos industriales que utilizan gas.

ALCANOS DE COLOMBIA S.A. ESP
CBM DE COLOMBIA
COBRETEC
CHALLENGER
CIMSA
DELVASTO ECHEVERRÍA & ASOCIADOS
EXCEL AMÉRICA
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN S.A. ESP
GAS NATURAL S.A. ESP
GASES DEL CARIBE S.A. ESP
GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
IDEGAS
INDUSTRIAS HACEB
INDUSEL
LLANOGAS S.A. ESP
MABE COLOMBIA
RED HOGAR LTDA.
ROBERT BOSCH
RS INGENIERÍA GAS
SUDELEC
SURTIGAS S.A. ESP
TODO EN GAS SAS
UNIVERSIDAD DEL NORTE

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ANDI CÁMARA SECTOR DE ELECTRODOMÉSTICOS
BARVER INGENIERÍA
CDT DE GAS
GASES DE LA GUAJIRA S.A. ESP
INDUSTRIA DE ESTUFAS CONTINENTAL
INDUSTRIA SUPERIOR DE ARTEFACTOS
JOSERRAGO
MAYUN LTDA.
MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS
WHIRPOOL COLOMBIA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CONTENIDO

Página

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 1

2. DEFINICIONES 1

3. ESPECIFICACIONES GENERALES CONCERNIENTES A LA VENTILACIÓN DE RECINTOS INTERIORES 2

3.1 REQUERIMIENTOS GENERALES DE VENTILACIÓN DE RECINTOS 2

3.2 RESTRICCIONES PARA LA UBICACIÓN DE ARTEFACTOS 2

4. MÉTODOS DE VENTILACIÓN DE LOS RECINTOS INTERIORES 4

4.1 TODO EL AIRE PROVENIENTE DEL INTERIOR 4

4.2 TODO EL AIRE PROVENIENTE DEL EXTERIOR 5

4.3 COMBINACIÓN DE AIRE PROVENIENTE DEL INTERIOR Y EXTERIOR 9

4.4 SUMINISTRO MECÁNICO DE AIRE PARA COMBUSTIÓN 10

5. ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CELOSÍAS Y REJILLAS PARA LA VENTILACIÓN DE RECINTOS 10

6. REFERENCIAS NORMATIVAS 10

ANEXOS

ANEXO A (Informativo)
EJEMPLO DE COMBINACIÓN DE AIRE PARA COMBUSTIÓN INTERNO Y EXTERNO Y DISEÑO DE ABERTURAS DE VENTILACIÓN 12

ANEXO B (Normativo)
RECINTOS MONO-ESPACIALES 14

ANEXO C (Normativo)
VACÍOS INTERNOS PARA VENTILACIÓN 16

Página

ANEXO D (Normativo)
ALTERNATIVAS DE VENTILACION DE RECINTOS INTERIORES UBICADOS A MENOS DE 260 METROS DE ALTURA RESPECTO AL NIVEL MEDIO DEL MAR 23

ANEXO E (Informativo)
BIBLIOGRAFIA 24

FIGURAS

Figura 1. Instalación de artefactos a gas en sótanos 3

Figura 2. Ventilación de recintos: todo el aire proveniente de otros recintos dentro de la edificación 5

Figura 3. Ventilación de recintos: aberturas permanentes que comunican en forma directa con la atmósfera exterior 6

Figura 4. Ventilación de recintos: aberturas permanentes que comunican con la atmósfera exterior mediante conductos verticales 7

Figura 5. Ventilación de recintos: aberturas permanentes que se comunican con la atmósfera exterior mediante conductos horizontales 8

VENTILACIÓN DE RECINTOS INTERIORES DONDE SE INSTALAN ARTEFACTOS QUE EMPLEAN GASES COMBUSTIBLES PARA USO DOMÉSTICO, COMERCIAL E INDUSTRIAL

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 La presente norma define los requisitos y establece los métodos para la ventilación de los recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso doméstico, comercial e industrial.

1.2 Alcance. Las especificaciones de esta norma son aplicables a los recintos en donde se instalan los artefactos a gas para uso domestico, comercial e industrial al interior de cualquier tipo de edificación, que requiera disponer de aire circulante internamente para satisfacer las demandas de aire de combustión, renovación y dilución.

Para los efectos de esta norma no se deben tener en cuenta los artefactos a gas con circuitos de combustión sellados o de cámara estanca instalados en el recinto de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

NOTA Para la ventilación de los recintos en donde se instalen artefactos a gas para uso comercial e industrial se deben tener en cuenta las recomendaciones del fabricante del artefacto según sea aplicable.

2. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se aplican los siguientes términos y definiciones:

2.1 Aire circulante. Aire de enfriamiento, calefacción o ventilación, distribuido en los espacios habitables de una edificación.

2.2 Aire de combustión. Aire necesario para llevar a cabo la combustión completa del gas en el quemador de un artefacto. Se entiende por combustión la rápida oxidación de los gases combustibles, acompañada por la producción de calor o de luz y calor.

La combustión completa del gas, sólo es posible en presencia de un suministro adecuado de oxigeno. Si el suministro de oxigeno es insuficiente, la combustión será incompleta y se fomentará la producción de monóxido de carbono.

2.3 Aire de dilución. Aire que entra al cortatiros o regulador de tiro de un artefacto, mezclándose con los productos de la combustión del gas, o cantidad de aire necesaria para diluir hasta niveles seguros las concentraciones de productos de combustión que no sean evacuados hacia la atmósfera exterior, o ambos que quedan atrapados dentro del recinto donde está instalado el artefacto.

2.4 Aire de renovación. Aire necesario para renovar o reponer el aire consumido por la combustión del gas de un artefacto instalado en un recinto interior.

2.5 Espacio exterior a la edificación. Zona externa de una vivienda, que puede ser una terraza, azotea, patio, fachada, u otro espacio, si esta presenta una superficie permanentemente abierta a la atmósfera exterior y ventilada de manera permanente. En cualquier caso, esta superficie deberá medir como mínimo dos (2) metros cuadrados (m^2).

2.6 Infiltración de aire. Proceso natural de renovación del aire circulante dentro de un recinto interior.

2.7 Potencia nominal. Cantidad total de energía calórica por unidad de tiempo, producida por un artefacto a gas y declarada por el fabricante del artefacto. La potencia nominal se expresa en kilovatios (kW).

NOTA: La potencia nominal corresponde al consumo calorífico nominal.

2.8 Recinto interior. Espacio comprendido dentro de la distribución de una edificación, donde se encuentran instalados los artefactos a gas y cuyas características constructivas le impiden el contacto directo con la atmósfera exterior mediante cualquier tipo de separación arquitectónica temporal o permanente tales como divisiones, paredes, puertas, ventanas, etc.

3. ESPECIFICACIONES GENERALES CONCERNIENTES A LA VENTILACIÓN DE RECINTOS INTERIORES

3.1 REQUERIMIENTOS GENERALES DE VENTILACIÓN DE RECINTOS

Los artefactos a gas instalados en recintos interiores deben localizarse de tal forma que no interfieran con la circulación libre y espontánea del aire de combustión, renovación y dilución.

Las demandas de aire de combustión, renovación y dilución de los artefactos a gas, deben satisfacerse mediante alguno de los métodos de ventilación que se describen en el numeral 4.

En caso de que la infiltración natural de aire no sea suficiente para suplir las demandas de aire de combustión, renovación y dilución de los artefactos a gas instalados en un recinto interior, se debe introducir aire adicional hacia el recinto, proveniente de la atmósfera exterior.

En las edificaciones donde los artefactos a gas estén instalados en recintos interiores, además de las demandas de aire de combustión, renovación y dilución, deben tenerse en cuenta los requerimientos de aire circulante de elementos tales como extractores, ventiladores, secadoras de ropa y chimeneas, así como el necesario para procesos de evacuación de humos.

Los vacíos internos de la edificación se pueden utilizar para brindar aire de combustión, ventilación y dilución siempre que cumplan lo señalado en el Anexo C.

3.2 RESTRICCIONES PARA LA UBICACIÓN DE ARTEFACTOS

Los recintos destinados a dormitorios y los recintos de baño o ducha, no deben contener artefactos a gas de circuito abierto. En este tipo de recintos sólo se puede instalar artefactos a gas de circuito estanco, Tipo C, de acuerdo con lo establecido en las normas particulares de instalación. Para el caso de los recintos mono-espaciales se debe cumplir con lo establecido en el Anexo B.

En los recintos que estén situados a un nivel inferior a un primer sótano no se deben instalar artefactos a gas. Cuando el gas suministrado sea más denso que el aire, no se deben instalar

artefactos a gas en un primer sótano. (Véase la Figura 1). Para instalar artefactos a gas en un primer sótano y éste sea menos denso que el aire, el recinto debe ventilarse mediante alguno de los métodos de ventilación que se describen en el numeral 4.

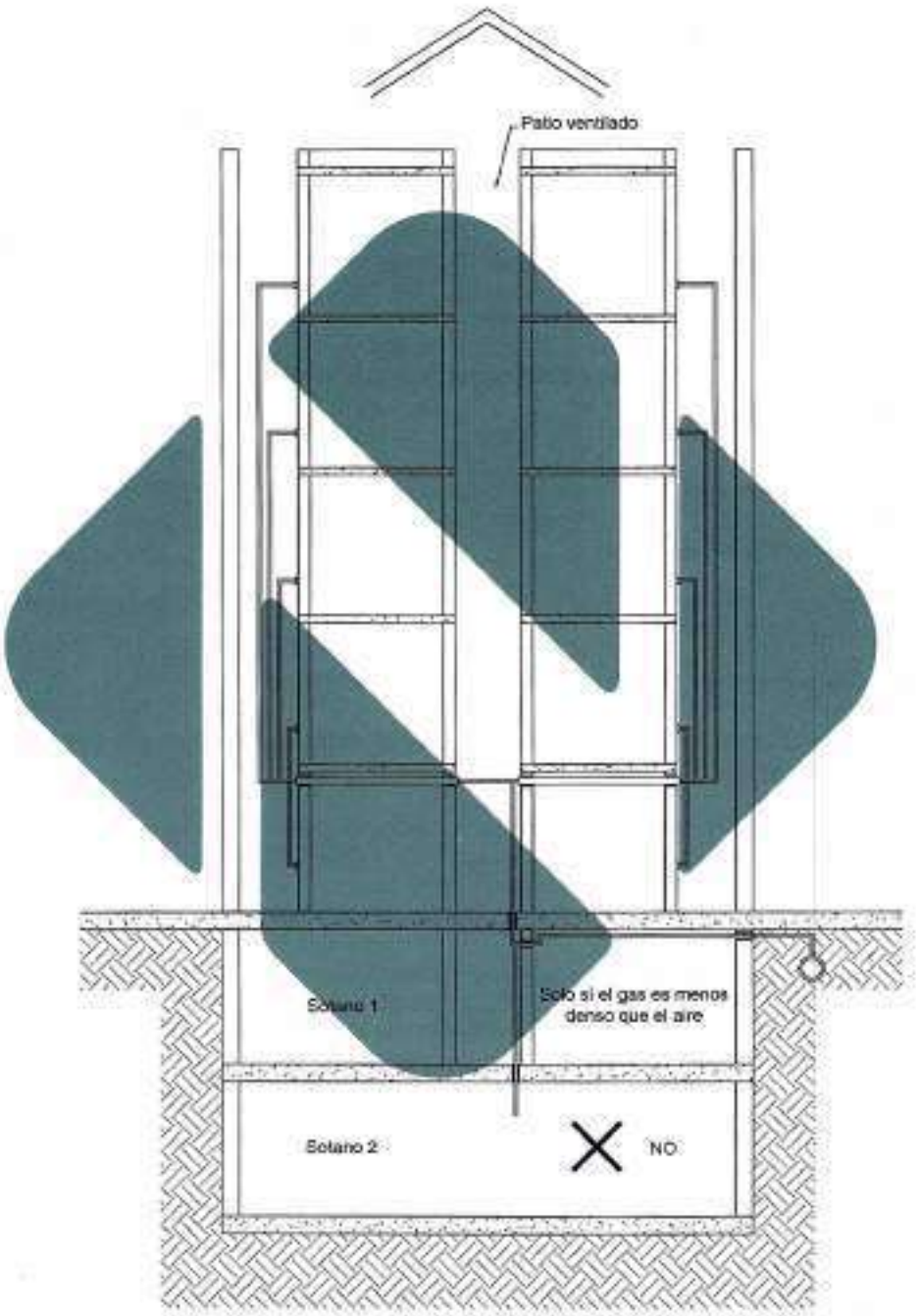


Figura 1. Instalación de artefactos a gas en sótanos

4. MÉTODOS DE VENTILACIÓN DE LOS RECINTOS INTERIORES

El aire para combustión, ventilación y dilución de los artefactos a gas instalados en el recinto se debe obtener por uno de los métodos señalados en el numeral 4.1 hasta 4.4. Cuando los requisitos del numeral 4.1 no se cumplen, se debe proveer aire desde el exterior según los métodos señalados en los numerales 4.2 hasta 4.4.

Para recintos ubicados a menos de 260 m de altura respecto al nivel medio del mar, se podrá aplicar como método de ventilación alternativo, lo expuesto en el Anexo D.

4.1 TODO EL AIRE PROVENIENTE DEL INTERIOR

El volumen de aire mínimo requerido se debe determinar de acuerdo con el método dado en el numeral 4.1.1. El volumen requerido total debe ser la suma del volumen requerido para todos los artefactos a gas localizados en el recinto. Se consideran parte del volumen requerido los espacios que se comunican directamente con el recinto en el cual están instalados los artefactos mediante aberturas permanentes sin puertas, o los comunicados a través de aberturas para aire de combustión, dimensionadas y localizadas de acuerdo con el numeral 4.1.2.

4.1.1 Método estándar

El volumen mínimo requerido para los recintos donde se instalan artefactos a gas en función de su potencia debe ser 3,4 m^3 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados.

NOTA La potencia nominal agregada o conjunta no contempla los artefactos a gas con circuitos de combustión sellados o de cámara estanca.

4.1.2 Localización y tamaño de aberturas en el interior

Las aberturas permanentes usadas para conectar espacios interiores se deben dimensionar y localizar de acuerdo con lo siguiente:

a) **Combinación de espacios en el mismo piso.** En estos casos el recinto debe dotarse de dos aberturas, una superior y una inferior, cada una debe tener un área libre mínima igual al mayor valor entre 645 cm^2 ó 22 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el recinto.

La abertura superior debe comenzar a una distancia no menor a 180 cm del piso, medida en sentido vertical ascendente, y la inferior debe comenzar a una distancia no mayor de 30 cm del suelo, medida en sentido vertical ascendente (véase la Figura 2). La dimensión menor de tales aberturas no debe ser inferior a 8 cm.

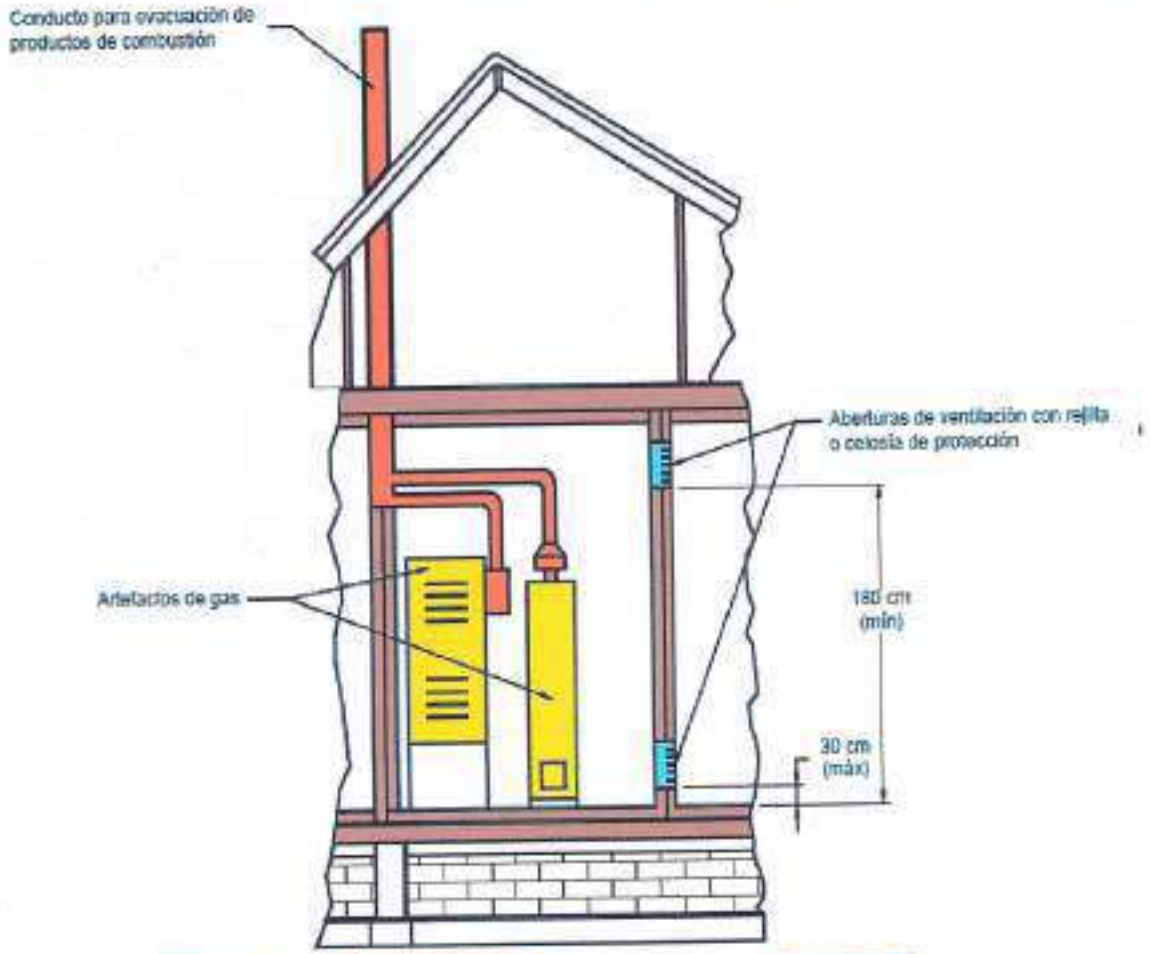


Figura 2. Ventilación de recintos: todo el aire proveniente de otros recintos dentro de la edificación

b) **Combinación de espacios en diferentes pisos.** Los volúmenes de espacios en diferentes pisos se deben considerar como espacios comunicados cuando tales espacios están conectados con una o más aberturas localizadas en puertas o pisos, que tengan un área libre mínima igual a 44 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el recinto.

4.2 TODO EL AIRE PROVENIENTE DEL EXTERIOR

El aire proveniente del exterior debe ser provisto mediante abertura(s) comunicadas directamente con el exterior de acuerdo con los Métodos 1 ó 2. La dimensión mínima de las aberturas de ventilación no debe ser menor de 8 cm. En caso de que se utilicen conductos, estos deben tener el área de la sección transversal igual al área libre de las aberturas a las cuales son conectados.

4.2.1 Método 1 (dos aberturas permanentes)

Dos aberturas permanentes, la superior debe comenzar a una distancia no menor a 180 cm del piso, medida en sentido vertical ascendente y la inferior, a una distancia no mayor de 30 cm del suelo, medidos en sentido vertical ascendente. Cada una de estas aberturas debe comunicar el recinto con la atmósfera exterior, bien sea en forma directa o a través de conductos de ventilación. Los conductos de ventilación solamente podrán servir a un único

recinto, excepto cuando cumplen los requisitos establecidos en el literal d) de este numeral, y podrán ser horizontales o verticales según se describe a continuación:

a) Cuando el recinto se comunica directamente con el exterior o cuando se comunica con el exterior mediante conductos verticales (véase la Figura 3 y 4), cada abertura debe tener un área libre mínima de 6 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el recinto.

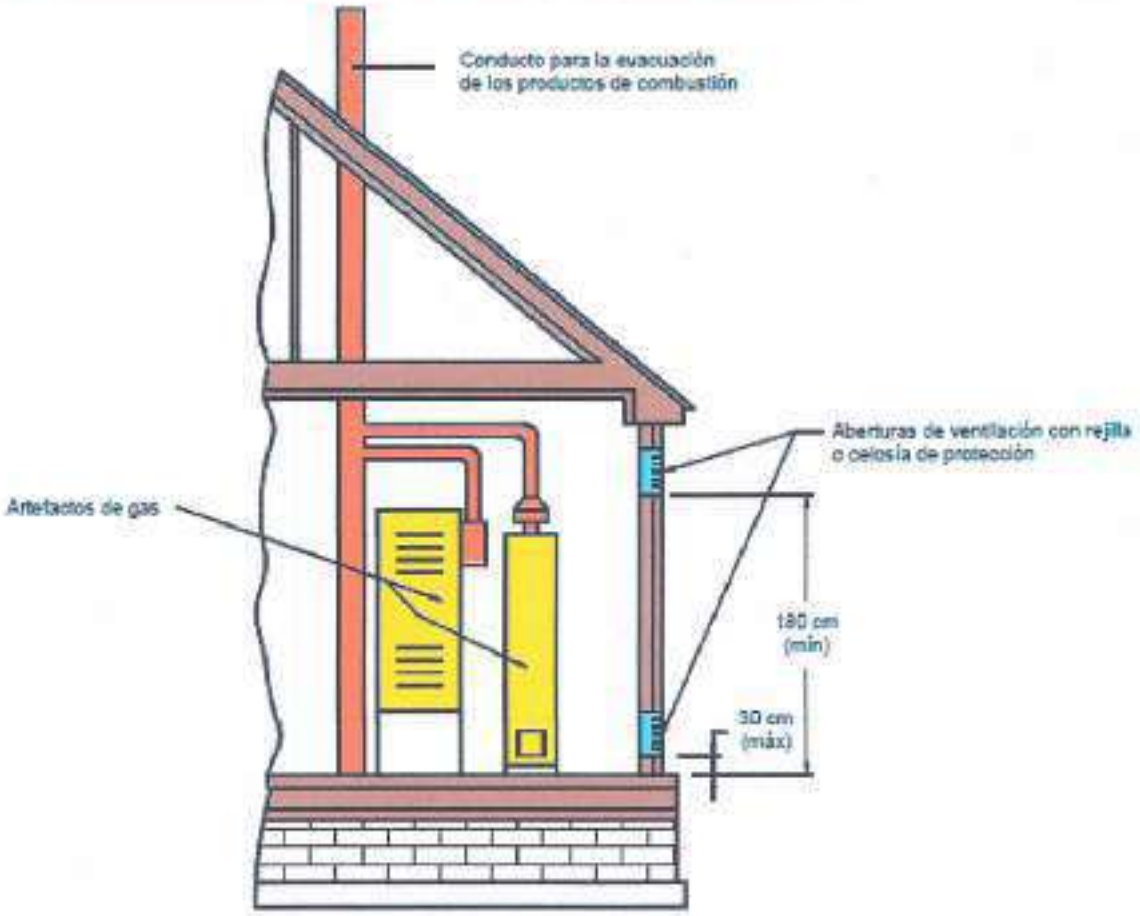


Figura 3. Ventilación de recintos: aberturas permanentes que comunican en forma directa con la atmósfera exterior

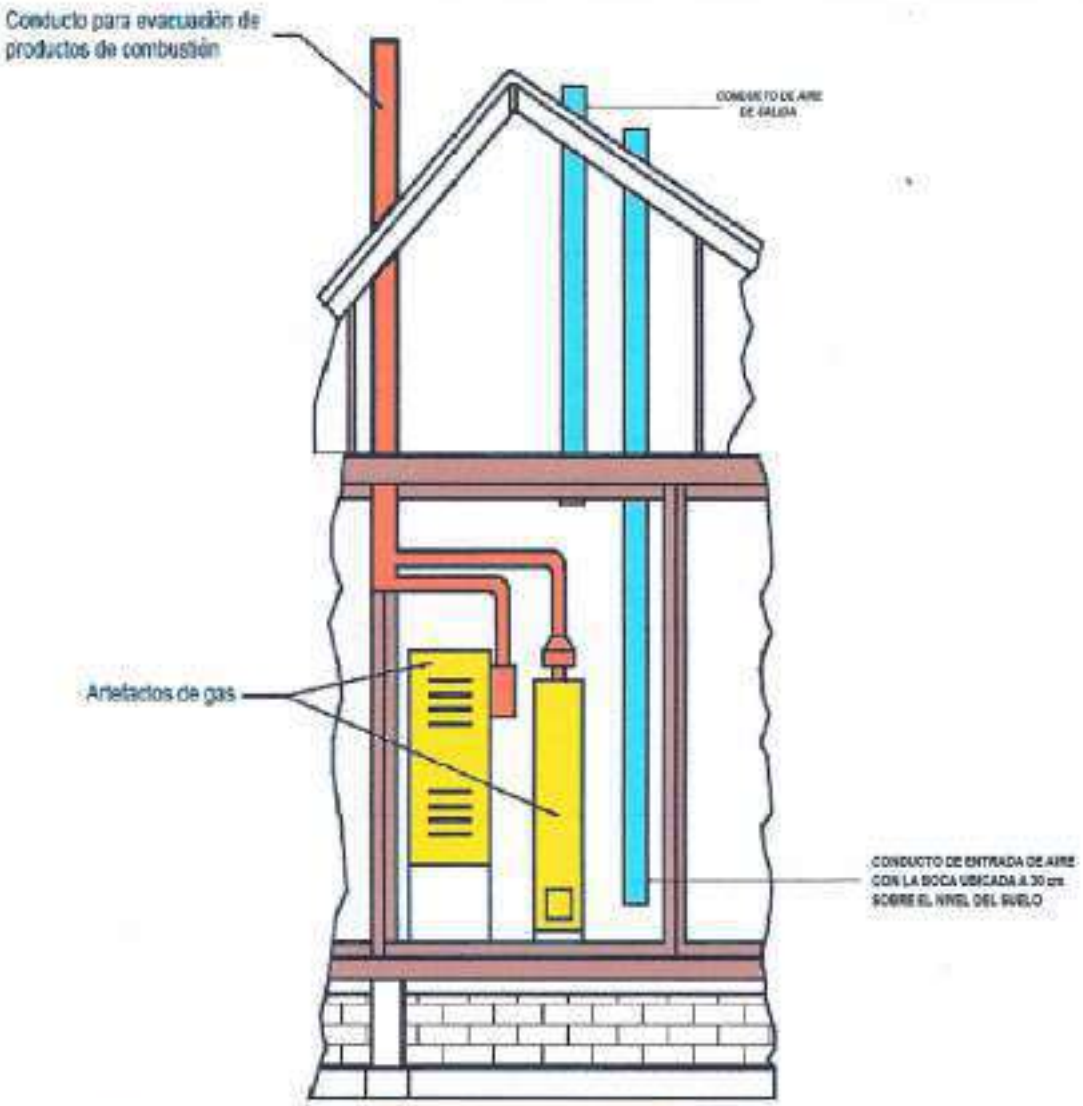


Figura 4. Ventilación de recintos: aberturas permanentes que comunican con la atmósfera exterior mediante conductos verticales

b) Cuando el recinto se comunica con el exterior mediante conductos horizontales (véase la Figura 5), cada abertura debe tener una área libre no menor de 11 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el recinto.

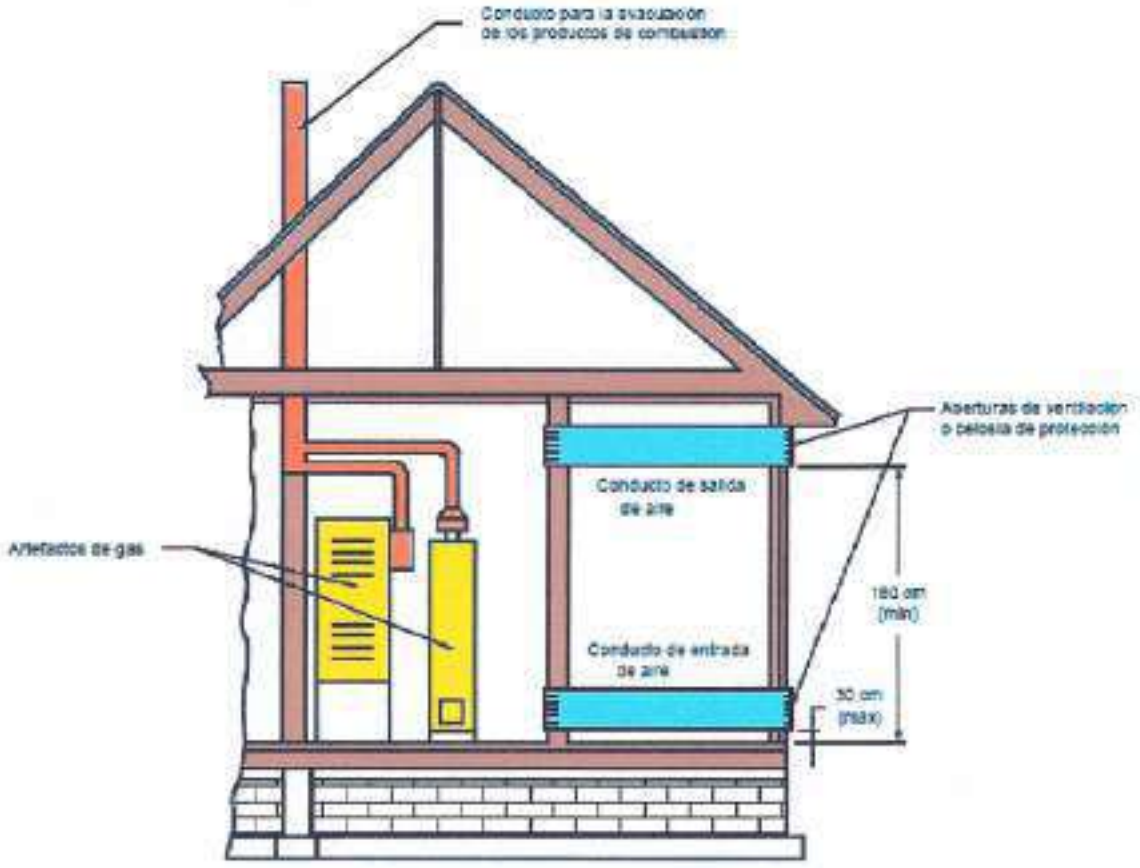


Figura 5. Ventilación de recintos: aberturas permanentes que se comunican con la atmósfera exterior mediante conductos horizontales

c) No se permite emplear un solo conducto vertical para conectar las aberturas superior e inferior de ventilación. La separación entre los conductos que sirven para la ventilación superior e inferior se debe mantener hasta la atmósfera exterior.

Los extremos de los conductos deben protegerse en forma adecuada para impedir el acceso de material extraño, lluvia o granizo, que pueden obstaculizar el flujo de aire hacia o desde los recintos interiores.

El conducto horizontal de la abertura de ventilación superior no se debe inclinar hacia abajo de forma que descargue hacia la entrada del aire para combustión, ventilación y dilución.

El espacio libre alrededor de un conducto de evacuación o de una chimenea metálica instalada dentro del conducto de descarga de una chimenea de mampostería no se debe emplear para suministrar aire para combustión, ventilación y dilución.

La cota más baja de la abertura de ventilación inferior, localizada en el exterior de una edificación, debe estar a una distancia de al menos 30 cm del suelo, medidos en sentido vertical ascendente.

d) Cuando el espacio se comunica con el exterior mediante conductos colectivos distribuidos en varias plantas o niveles de una misma edificación, las aberturas permanentes a que se refiere el numeral 4.2.1 literal b) podrán comunicarse entre sí a

través de dos conductos colectivos verticales independientes, uno para el desalojo del aire viciado y el otro para la admisión de aire de combustión, renovación y dilución, requerido para todos los artefactos a gas instalados en los recintos que se intercomunican mediante tales conductos verticales colectivos de ventilación.

Los conductos verticales colectivos de ventilación deben tener una área de sección interior acorde con la potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en los recintos que se comunican entre si de conformidad con los criterios para dimensiones establecidos en el numeral 4.2.1 literal a)

Los conductos colectivos para el desalojo de aire viciado deben llevar a su vez, dos aberturas permanentes con un área libre igual al área de la sección interior del respectivo conducto: una en el extremo inferior y la otra en el extremo superior o terminal, recubiertas con rejillas o celosías de protección.

Los conductos colectivos para la admisión de aire de combustión, renovación y dilución deben llevar una abertura permanente en el extremo inferior recubierta con rejillas o celosías de protección cuya área libre sea igual al área de la sección interior del respectivo conducto.

Las aberturas permanentes que comunican los conductos colectivos de ventilación en cada recinto deben ubicarse y ajustarse a los criterios para dimensiones establecidos en el numeral 4.2.1 literal a), para la potencia nominal agregada conjunta de todos los artefactos a gas instalados en cada recinto en particular.

En ningún caso podrá emplear un sólo conducto colectivo vertical de ventilación que sirva simultáneamente para el desalojo de aire viciado y para la admisión del aire de combustión, renovación y dilución.

Para el caso de gases más densos que el aire únicamente se debe emplear el Método 1.

4.2.2 Método 2 (una abertura permanente)

Una abertura permanente, la cual debe comenzar a una distancia no menor a 180 cm del piso, medida en sentido vertical ascendente. Este método se permite en recintos donde los artefactos a gas tienen una separación al menos de 2,5 cm a sus lados y en su parte posterior y de 16 cm del frente del artefacto. La abertura debe comunicar el recinto con la atmósfera exterior, bien sea en forma directa o a través de un conducto individual, vertical u horizontal, y debe tener un área libre mínima igual al mayor de los siguientes valores:

a) 11 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el recinto y,

b) La suma de las áreas de los conectores de todos los artefactos instalados en el recinto, según sea aplicable.

4.3 COMBINACIÓN DE AIRE PROVENIENTE DEL INTERIOR Y EXTERIOR

El uso de la combinación de aire de combustión proveniente del interior y del exterior, debe ser realizado de acuerdo con lo siguiente (véase el ejemplo de cálculo en el Anexo A):

1) Aberturas internas: Donde sean utilizadas, las aberturas que conectan el recinto interior con otros espacios interiores deben cumplir con lo especificado en el numeral 4.1.2.

2) Localización de abertura(s) externa(s): La(s) abertura(s) externa(s) deben ser localizadas de acuerdo con lo especificado en el numeral 4.2.

3) Tamaño de abertura(s) externa(s): La(s) abertura(s) externa(s) deben ser calculadas de acuerdo con lo siguiente:

a) La relación de espacio interior, debe ser calculada como el volumen disponible de todos los espacios comunicados divididos por el volumen requerido.

b) El factor de reducción de tamaño exterior debe ser uno (1) menos la relación de espacio interior.

c) El mínimo tamaño de abertura(s) externas debe ser el área total de las aberturas calculadas de acuerdo con el numeral 4.2, multiplicado por el factor de reducción. La dimensión mínima de las aberturas de aire no debe se menor de 8,0 cm (3 pulgadas)

4.4 SUMINISTRO MECÁNICO DE AIRE PARA COMBUSTIÓN

Cuando el aire para combustión se suministra por medios mecánicos, éste debe provenir del exterior a una tasa mínima de 0,034 m^3/min por cada kilovatio instalado en el recinto. En estos casos para cada artefacto, se deben instalar dispositivos de seguridad, que impidan el funcionamiento del quemador principal de los artefactos a gas cuando los sistemas especiales de ventilación no están operando o cuando operen en forma deficiente o defectuosa.

Cuando existen extractores, se debe suministrar aire adicional para reemplazar el aire extraído.

Cuando el aire de combustión es provisto por un sistema mecánico de ventilación de la edificación, este sistema debe entregar la tasa de aire para combustión en forma adicional al requerido para ventilación.

5. ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CELOSÍAS Y REJILLAS PARA LA VENTILACIÓN DE RECINTOS

Al efectuar los cálculos para la determinación de las áreas libres mínimas de las aberturas permanentes se debe tener en cuenta el efecto obstaculizador del flujo de aire de celosías, y rejillas, así como el grado de inclinación de los listones de estas con respecto a la horizontal.

Si las aberturas permanentes se recubren de malla, la dimensión menor de los espacios libres de la urdimbre de hilos no debe ser inferior a 6,3 mm.

Los listones de las celosías y rejillas de ventilación deben bloquearse en una posición fija de apertura, o conectarse con los artefactos a gas en tal forma que se abran automáticamente cuando uno de ellos se encienda. En estos casos se deben proporcionar dispositivos de seguridad que impidan el funcionamiento de los artefactos cuando las celosías o persianas se encuentren en posición cerrada.

6. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 3632, Gasodomésticos. Instalación de gasodomésticos para cocción de alimentos.

NTC 3643, Especificaciones para la instalación de artefactos a gas para la producción instantánea de agua caliente. Calentadores de paso continuo.

NTC 5256, Especificaciones para la instalación de secadoras de ropa a gas.

NTC 5360, Especificaciones para la instalación de artefactos a gas de uso doméstico para calefacción de recintos interiores. Calefactores de ambiente y chimeneas.

ANEXO A
(Informativo)

EJEMPLO DE COMBINACIÓN DE AIRE PARA COMBUSTIÓN INTERNO Y EXTERNO Y DISEÑO DE ABERTURAS DE VENTILACIÓN

Este anexo no hace parte de los requisitos de este documento normativo, por tanto se incluye solamente para propósitos de información.

A.1 EJEMPLO DE COMBINACIÓN DE AIRE DE COMBUSTIÓN INTERNO Y EXTERNO Y DISEÑO DE ABERTURAS DE VENTILACIÓN

Determine el tamaño requerido de las aberturas de aire interno y externo para combustión, por medio del siguiente ejemplo de instalación de un artefacto a gas.

EJEMPLO DE INSTALACIÓN Un horno asistido por ventilación y un calentador de agua de tiro natural con las siguientes potencias, están localizados en un espacio de 4,6 m * 9,1 m en el piso con 2,43 m de altura. Ningún espacio adicional interior puede ser utilizado para ayudar a cumplir las necesidades de aire de combustión de los artefactos a gas.

Potencia del horno asistido por ventilación: 29,3 kW.

Potencia del calentador de agua de tiro natural: 11,7 kW.

Solución:

1) *Determine el volumen total disponible en el recinto:* Volumen total en el recinto de los artefactos a gas: 4,6 m*9,1 m*2,43 m=102 m^3.

2) *Determine el volumen total requerido:* El método estándar para determinar el aire de combustión es usado para calcular el volumen requerido. La potencia de los artefactos a gas localizados en el recinto es calculada como sigue:

$$29{,}3\ kW + 11{,}7\ kW = 41\ kW$$

El método de ventilación requiere que el volumen requerido sea determinado en base a una relación de 3,4 m^3/kW. Utilizando esta relación, el volumen requerido para 41 kW es:

$$140\ m^3$$

CONCLUSIÓN El volumen interior es insuficiente para suministrar el aire para combustión, desde que el total de 102 m^3 no cumple con el volumen total requerido de 140 m^3. Así aire de combustión adicional debe ser suministrado desde el exterior.

1) determine la relación entre el volumen disponible y el volumen requerido

$$102\ m^3 / 140\ m^3 = 0{,}73$$

4) Determine el factor de reducción a ser utilizado para reducir el tamaño total de la apertura de aire exterior, para el mínimo requerido basado en la relación de espacio interior:

$$1{,}00 - 0{,}73 \text{ (del paso 3)} = 0{,}27$$

5) Calcule el tamaño de una rejilla única para suministro de todo el aire de combustión desde el exterior (Véase el numeral 4.2.2). En este ejemplo, la rejilla de suministro de aire de combustión comunica directamente con el exterior.

$$41\ kW * 11\ (cm^2/kW) = 451\ cm^2$$

6) Determine el área mínima de abertura de aire para combustión:

Área de la abertura al exterior = 0,27 (del paso 4) x 451 cm^2 = 122 cm^2

Por el numeral 4.2 se requiere que la dimensión mínima de las rejillas no debe ser menor de 8 cm.

ANEXO B
(Normativo)

RECINTOS MONO-ESPACIALES

Recintos mono-espaciales son aquellos de una sola planta o nivel que no tienen muros internos y las divisiones de ambientes son producidas por los mismos muebles.

B.1 INSTALACIÓN DE ARTEFACTOS A GAS EN MONO-ESPACIOS

Se pueden instalar en el mono-espacio toda clase de artefactos a gas teniendo en cuenta los criterios técnicos establecidos en este anexo. Adicionalmente se debe tener en cuenta:

a) La ubicación de los artefactos a gas en el mono-espacio debe realizarse fuera del área definida o destinada para el dormitorio. Para el caso donde no existan divisiones físicas que delimiten él área dormitorio se debe contar como límite los bordes exteriores de la cama o similares.

b) Los artefactos del Tipo A proyectados o instalados en el mono-espacio debe contar con un distanciamiento mínimo de 2 m respecto al límite del área definida o destinada para el dormitorio.

c) Para los equipos de chimenea y calefactores de ambiente, se debe atender las restricciones de ubicación, de acuerdo a lo establecido en la NTC 5360.

d) Para los calentadores de paso continuo, se debe atender las restricciones de ubicación establecidas en NTC 3643.

e) Para los equipos de cocción de alimentos, se debe atender las restricciones de ubicación establecidas en la NTC 3632.

f) Para las secadoras de ropa a gas, se debe atender las restricciones de ubicación establecidas en la NTC 5256.

B.2 MÁXIMA POTENCIA INSTALADA PERMITIDA PARA MONO ESPACIOS

Para determinar la máxima potencia nominal agregada o conjunta que se puede instalar en el mono-espacio evaluado, se debe emplear la siguiente fórmula de cálculo:

$$P(kw) = A\ (m^2) \times H\ (m) / 3{,}4\ (m^2/kw)$$

en donde

$P\ (kw)$ = Máxima potencia nominal agregada o conjunta permitida para el mono espacio expresada en kilovatios (kW).

$A\ (m^2)$ = Área en planta del mono espacio expresada en metros cuadrados (m^2).

$H\ (m)$ = Altura del mono espacio expresada en metros (m).

B.3 REQUISITOS DE VENTILACIÓN

Independiente del cumplimiento del volumen mínimo requerido indicado en el numeral 4.1 de esta norma, el mono-espacio debe contar con un sistema de ventilación compuesto por dos (2) aberturas permanentes (una superior y una inferior) con un área mínima libre calculada de acuerdo al numeral 4.2.1 de esta norma.

Estas ventilaciones permanentes se deben localizar fuera del área definida o destinada para el dormitorio. Para el caso donde no existan divisiones físicas que delimiten él área dormitorio, se deben localizar fuera del área donde se ubique la cama o similares.

Para los sistemas de ventilación de mono-espacios proyectados sobre vacíos internos de la edificación, se debe atender los aspectos técnicos señalados en el Anexo C de esta norma.



ANEXO C
(Normativo)

VACÍOS INTERNOS PARA VENTILACIÓN

Este anexo establece las especificaciones técnicas de los vacíos internos que permiten su uso para sistemas de ventilación y evacuación.

El vacío interno es un espacio vertical ubicado al interior de una edificación, conformado por cuatro caras que se desarrollan continúas desde los niveles inferiores de la edificación hasta el nivel de cubierta en comunicación directa con el medio exterior.

Sistema de ventilación. Conjunto de aberturas permanentes requeridas para la ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos a gas y que se localizan sobre una a más caras del vacío interno.

Sistema de evacuación. Conjunto de conectores y elementos que se extiende desde el punto de recolección de los productos de la combustión de un artefacto de gas hasta la atmósfera del vacío interno, con el propósito de desalojar los productos de la combustión generados por los artefactos de gas instalados en los recintos internos.

SIGLAS

A: Área mínima requerida para considerar que el vacío interno cuenta con las condiciones físicas, para la proyección de sistemas de ventilación y/o evacuación.

L_m: Lado menor mínimo requerido para considerar que el vacío interno cuenta con las condiciones físicas para la proyección de sistemas de ventilación y/o evacuación.

N_E: Número total de artefactos Tipo B2 (que operen por tiro mecánico forzado) o Tipo C que realizan la evacuación en el vacío interno.

V: Área mínima de ventilación requerida en centímetros cuadrados (cm^2) para la base del vacío interno.

Σ P: Sumatoria de las potencias nominales en kilowatios (kW) de todos los artefactos Tipo B2 y/o Tipo C que realizan la evacuación de los productos de combustión hacia el vacío interno.

L: Longitud mínima en metros (m) para el menor de los lados que conforman el conducto horizontal de ventilación en función de V.

C.1 CONDICIONES FÍSICAS DE LOS VACÍOS INTERNOS

El vacío interno debe contar con las siguientes condiciones físicas:

a) Si está cubierto en su parte superior con un techado, éste debe dejar libre una superficie permanente de comunicación con el exterior del 25 % de su sección en planta, con un mínimo de 4 m^2 para ventilación o evacuación y 6 m^2 para combinación ventilación y evacuación.

b) Para efectos de esta norma, el vacío requerirá de un área en planta (A) que en todos los casos debe estar o ser libre, y se deberá descontar a esta área todo aquel elemento

arquitectónico y/o estructural que pudiese reducir de manera significativa la continuidad del vacío interno hasta su comunicación directa con el exterior en el nivel de cubierta.

C.1.1 Para edificaciones entre 1 y 6 pisos de altura

a) Se considera vacío interno con las condiciones físicas para la proyección de **sistemas de ventilación**, aquel que tenga un área (A) en planta igual o mayor a dos metros cuadrados (2m²) y un lado menor (L_m) no inferior a un metro (1 m).

b) Se considera vacío interno con las condiciones físicas para la proyección de **sistemas de evacuación**, aquel que tenga un área (A) en planta igual a:

$$A = (0,20 \times N_E) \geq 2,5\ m^2$$

El vacío interno debe tener su lado menor (L_m) no inferior a 1,5 m

c) Se considera vacío interno con las condiciones físicas para la proyección de **sistemas de ventilación y evacuación**, aquel que tenga un área (A) en planta igual a:

$$A = (0,25 \times N_E) \geq 3\ m^2$$

El vacío interno debe tener su lado menor (L_m) no inferior a 1,5 m

C.1.2 Para edificaciones de 7 o más pisos de altura

a) Se considera vacío interno con las condiciones físicas para la proyección de **sistemas de ventilación**, aquel que tenga un área (A) en planta igual o mayor a 3 m² y un lado menor (L_m) no inferior a 1 m.

b) Se considera vacío interno con las condiciones físicas para la proyección de **sistemas de evacuación**, aquel que tenga un área (A) en planta igual a:

$$A = (0,25 \times N_E) \geq 3,5\ m^2$$

El vacío debe tener un lado menor (L_m) igual a:

$$L_m = \sqrt{(A / 1,5)} \geq 1,5m$$

a) Se considera vacío interno con las condiciones para la proyección de **sistemas de ventilación y evacuación**, aquel que tenga un área (A) en planta igual a:

$$A = (0,4 \times N_E) \geq 4\ m^2$$

El vacío debe tener un lado menor (Lm) igual a:

$$L_m = \sqrt{(A / 1,5)} \geq 2m$$

Igualmente se debe asegurar un área libre de ventilación en la base del vacío interno, calculada de acuerdo a lo establecido en el numeral C.2 de este anexo.

C.2 CÁLCULO DE VENTILACION REQUERIDA EN LA BASE DE LOS VACÍOS INTERNOS

Cuando se realicen evacuaciones de productos de combustión generados por artefactos Tipo B2 y Tipo C sobre vacíos internos, en **edificaciones de siete (7) o más pisos donde se combinen los sistemas de ventilación y evacuación**, se debe asegurar un aporte de aire proveniente del exterior de la edificación para la correcta dilución de los productos de combustión. Este aporte de aire permanente debe estar localizado en la base inferior del vacío interno evaluado y ubicarse por debajo del nivel de evacuación del primer equipo Tipo B2 y Tipo C contado en sentido vertical ascendente.

Para el cálculo del área mínima requerida para esta ventilación, se debe determinar la tipología de edificación de acuerdo a los siguientes casos de evaluación, que tienen en cuenta lo establecido en esta norma.

a) Caso 1. Desarrollo bajo plataforma

El aporte de aire en la base del vacío interno, se realiza bajo una plataforma que se encuentra en comunicación directa con el exterior (Véase la Figura C.1).

Para este caso el área mínima libre requerida de ventilación es igual a:

$$\text{Área} = \frac{\sum P(\text{Kw}) \times 6\ cm^2}{1\ \text{Kw}}$$

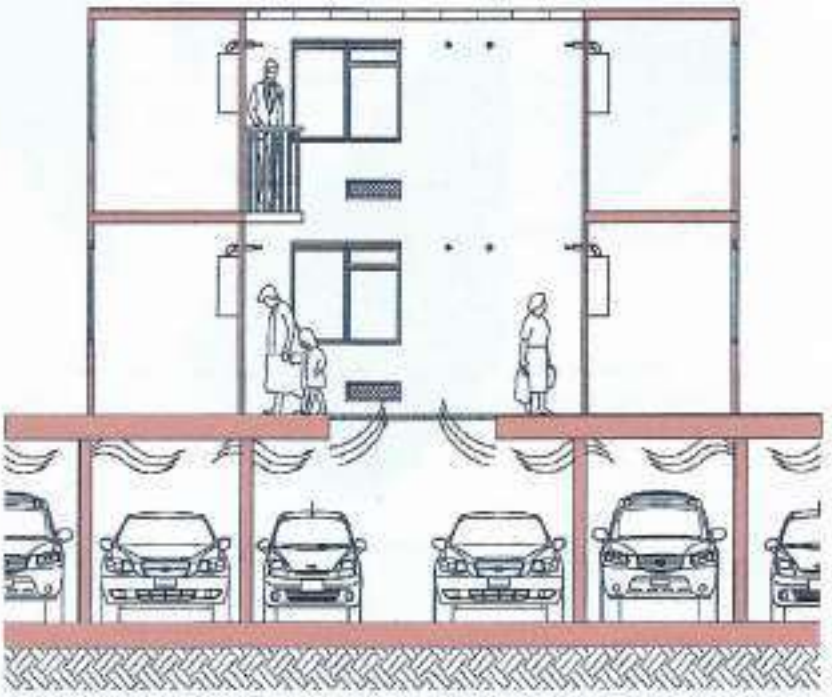


Figura C.1. Condiciones mínimas de ventilación de los vacíos internos. Desarrollo bajo plataforma

b) Caso 2. Desarrollo por conducto horizontal

El aporte de aire en la base del vacío interno, se realiza a través de un conducto horizontal en comunicación directa con el exterior de la edificación (Véase la Figura C.2).

Para este caso el área mínima libre requerida de ventilación es igual a:

$$V^* = \frac{\sum P\,(Kw) \times 11\ cm^2}{1\ Kw}$$

Para este caso, el lado menor del conducto horizontal de ventilación debe ser igual a:

$$L = \sqrt{(V/1.5)}$$

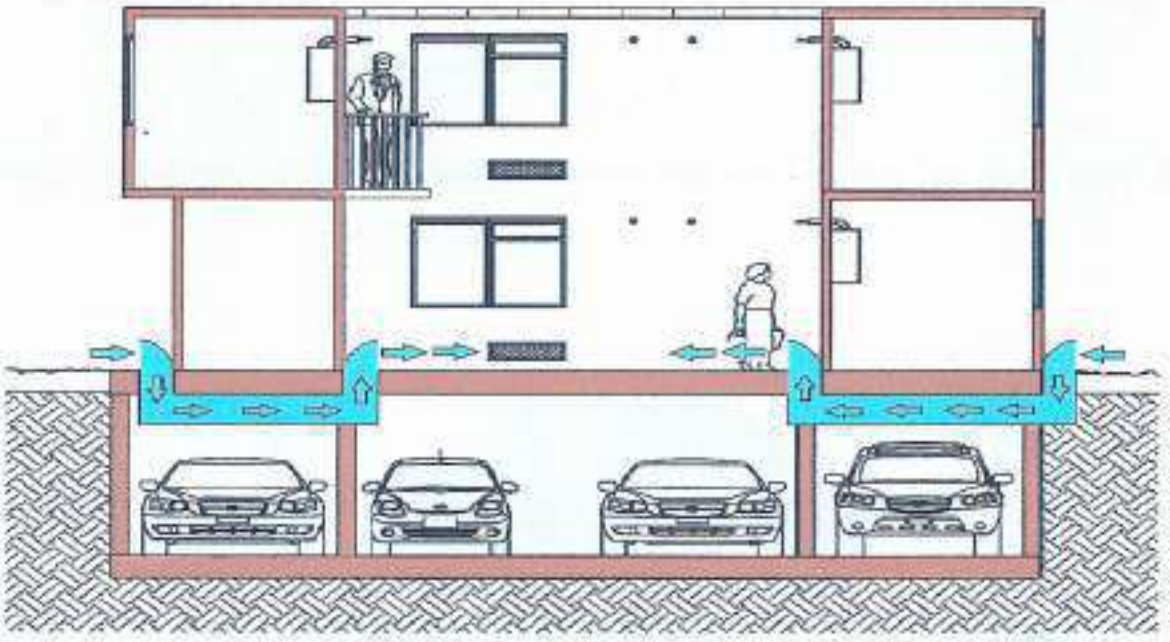


Figura C.2. Condiciones mínimas de ventilación de los vacíos internos. Desarrollo por conducto horizontal

c) **Caso 3. Desarrollo por primer piso**

El aporte de aire en la base del vacío interno, se realiza a través del primer piso de la edificación, el cual se encuentra en comunicación directa con el exterior (Véase la Figura C.3).

Para este caso el área mínima libre requerida de ventilación es igual a:

$$V^* = \frac{\sum P\,(Kw) \times 22\ cm^2}{1\ Kw}$$

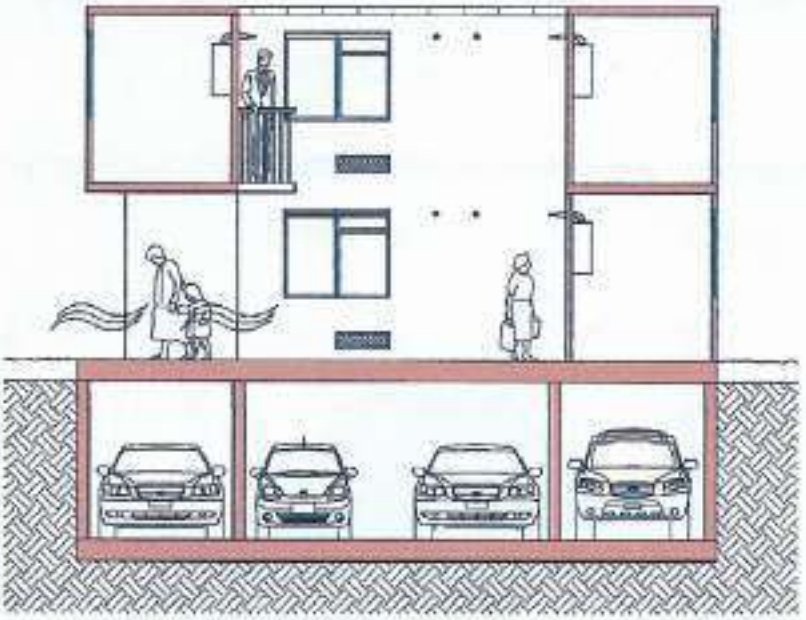


Figura C.3. Condiciones mínimas de ventilación de los vacíos internos. Desarrollo por primer piso

C.3 DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTOS DE EVACUACIÓN DE PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN DE ARTEFACTOS TIPO B2 Y TIPO C SOBRE VACÍOS INTERNOS

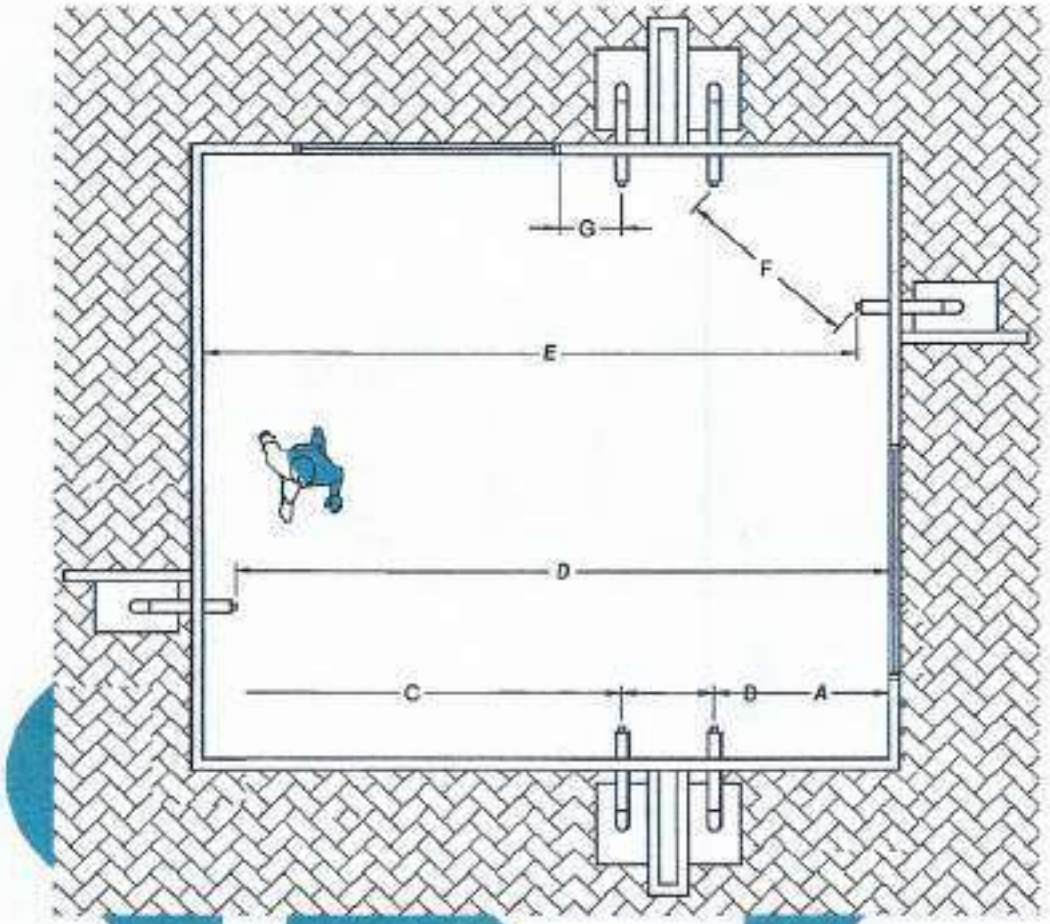
La disposición de los conductos de evacuación de productos de combustión de artefactos Tipo B2 y Tipo C sobre vacíos internos, con respecto a muros laterales, muros frontales, ventilaciones permanentes, cornisas o balcones y/o otros conductos de evacuación, se entenderá satisfecha cumpliendo con los distanciamientos mínimos señalados en la Tabla C.1.

Tabla C.1. Disposición de los conductos de evacuación de productos de combustión de artefactos Tipo B.2 y Tipo C sobre vacíos internos.

Distancia	Medida	Descripción
A	≥ 1 m	Con respecto a la pared lateral con ventanas o ventilaciones permanentes.
B	≥ 0,30 m	Entre dos conductos de evacuación situados al mismo nivel.
C	≥ 0,30 m	Con respecto a la pared lateral sin ventanas o ventilaciones permanentes.
D	≥ 1 m	Con respecto a la pared frontal con ventanas o ventilaciones permanentes.
E	≥ 1 m	Con respecto a la pared frontal sin ventanas o ventilaciones permanentes.
F	≥ 1 m	Con respecto a flujos convergentes de los productos de combustión de dos o más conductos.
G	≥ 0,40 m	Con respecto ventilaciones permanentes o ventanas móviles.
H	≥ 2,0 m	Con respecto al nivel del piso público o privado, con tránsito o permanencia de personas.
J	≥ 0,30 m	Bajo cornisa o balcón. (Si no puede respetarse esta distancia, el extremo del conducto se llevará hasta la rasante del saliente).

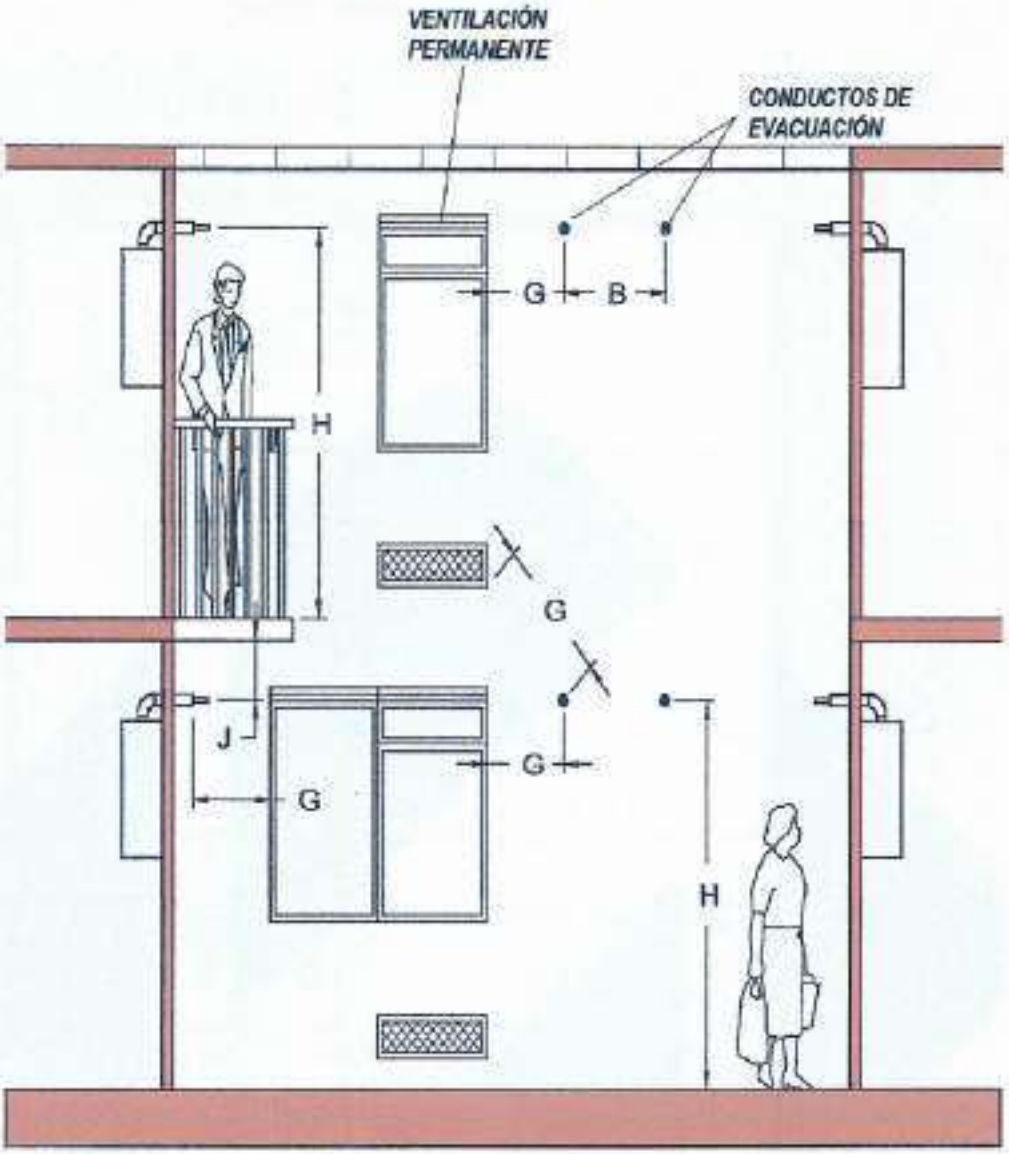
Continúa...

Tabla C.1. (Continuación)



Distancias en planta

Tabla C.1 (Final)



Distancias en corte

ANEXO D
(Normativo)

ALTERNATIVAS DE VENTILACION DE RECINTOS INTERIORES UBICADOS A MENOS DE 260 METROS DE ALTURA RESPECTO AL NIVEL MEDIO DEL MAR

D.1 TODO EL AIRE PROVENIENTE DEL EXTERIOR

D.1.1 Una abertura permanente será permitida, ubicada a más de 1 m de altura del nivel del piso medida en el sentido vertical ascendente, si se cumplen todos los siguientes requisitos:

a) Contar con una abertura de área libre mínima de 150 cm^2 por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el recinto.

b) El recinto esté localizado a menos de 260 m de altura, respecto al nivel medio del mar.

c) El recinto posee ventilación natural.

d) La abertura debe comunicar el recinto con la atmósfera exterior, bien sea en forma directa o a través de un conducto individual, vertical u horizontal.

D.1.2 Para el caso de recintos localizados a menos de 260 m de altura respecto al nivel medio del mar y como alternativa aceptada para el cálculo de ventilación, se puede considerar el espacio libre efectivo resultante de abrir las puertas y ventanas hacia el exterior, como área de abertura permanente que aporta el aire de la combustión, dilución y renovación necesaria para la combustión de los equipos a gas instalados en el recinto.

D.2 TODO EL AIRE PROVENIENTE DEL INTERIOR

Para el caso de recintos localizados a menos de 260 m de altura respecto al nivel medio del mar, se puede considerar como alternativa aceptada de ventilación el espacio libre resultante de abrir las puertas comunicadas con recintos interiores y utilizadas para circulación peatonal, como área de abertura permanente que aporta el aire de la combustión, dilución y renovación necesaria para la combustión de los equipos a gas instalados en el recinto.

ANEXO E
(Informativo)

BIBLIOGRAFIA

[1] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. *National Fuel Gas Code. 2009 Edition, Batterymarch Park,* P.O. Box 9101, Quincy, MA, 02269-9101 (USA), Chapter 9, *Paragraph* 9.3 *Air for Combustion and Ventilation.* (NFPA 54:2009, ANSI Z223.1:2009).

[2] GAS NATURAL S.A. ESP. Criterios técnicos para la instalación de artefactos a gas de uso residencial y comercial. Instalaciones internas para suministro de gas en viviendas mono espaciales. 6 pags, ils. 2010. (NT-057-COL Parte 3 Rev. 2/2010.03)

[3] GAS NATURAL S.A. ESP. Criterios técnicos para la instalación de artefactos a gas de uso residencial y comercial. Sistemas de ventilación y evacuación en vacios internos. 8 pags, ils. 2009. (NT-057-COL Parte 1 Rev. 2/2009.12)

[4] UNIVERSIDAD DEL NORTE. Evaluación de las condiciones ambientales y de ventilación en recintos ubicados a baja altura sobre el nivel del mar, en los que operan gasodomésticos a gas natural. 127 pags, ils. 2010

CONSORCIO
POZO PLATANARES 2018

CPP-2018-009

GdO- Gases de Occidente
08/01/2019
Radicado: 000000198853
RECIBO PARA ESTUDIO
NO IMPLICA ACEPTACION
Radicador: Katherine Fernandez

Yumbo, Enero 4 de 2019
SRES
GASES DE OCCIDENTE
ATN. JAVIER LEON
AREA DE INTEGRIDAD.
Ciudad

REFERENCIA: Contrato de Obra No.C-O-075-18. CONTRATO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DEL POZO PLATANARES NOR ORIENTAL EN EL MUNICIPIO DE YUMBO.

ASUNTO: **SOLICITUD TECNICO PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE EXCAVACION EN EL MUNICIPIO DE YUMBO VALLE.**

Cordial saludo,

En desarrollo de nuestra función como Contratista en el proyecto de la referencia y basado en las actividades contractuales que hacen parte del contrato, nos permitimos informarles que se iniciaran actividades de excavación en la carrera 6 con calle 14 y posiblemente se podrían ver comprometidas instalaciones de gas, por tal razón manifestamos mediante este comunicado que solicitamos un técnico de parte de ustedes para que nos indique el trazado de sus instalaciones, esto con el fin de evitar traumatismos a futuro.

Agradeciendo su atención a la presente,

Cordialmente,

DIEGO LUIS OCAMPO GIRALDO
Representante Legal
Consorcio Pozo Platanares 2018
CC. DIEGO FERNANDO BLANDON ORTIZ SUBGERENTE TÉCNICO Y OPERATIVO ESPY
CC. VLADIMIR CORREA CAMPO CONSESP SAS INTERVENTORIA

CARRERA 100 No. 11-90 OF. 807 TELÉFONO 339-99-29
Cali – Colombia

Escaneado con CamScanner

GdO
Gases de Occidente

REPORTE DE EMERGENCIAS
RC-50

1 IDENTIFICACIÓN

Orden de Trabajo: - 1597714624

Día: 15 Mes: 07 Año: 2019

Suscriptor: — Nombre: —

Dirección: Kr 4 cll 3-1 Municipio: yumbo Barrio: Belalcazar

Medidor Año: — Lectura: — m3

Hora Reporte	Hora Llegada	Hora Control	Hora Normal	Hora Final
18:58	19:03	19:03	19:05	19:13

Hubo Escape: Si / Np: Si — Controlado: Si / No: Si — Ausencia de Gas: Si: Y — Imputable: Si: Y — Se suspendió el servicio: Si: — No: ✓ — cuántos?: —

2 CONDICIONES DE FALLA

Localización: - Yumbo

Diámetro de la Rotura: Mínimo: — Parcial: — Total: X
(Aplica para redes externas)

Nivel de Presión: Alta: — Media: X — Baja: — Diámetro de la tubería: 3/4 IPS
(Aplica para redes externas)

3 IDENTIFICACIÓN DE LA FALLA

Elemento: Tubería — Sub - Elemento: Tubería — Marca: —

CENTRO DE MEDICIÓN	RED INTERNA	GASODOMESTICOS
Nivel de Fuga: — Rejilla o Nicho: Si / No — P. P. M de Metano: — % L.E.I.: — Mineral Elevador: Si / No — Presión Ajustada: —	Nivel de Fuga: — P. P. M de Metano: — % L.E.I.: — Pilot. Controlador: — Pilot. Corrector: —	Nivel de Fuga: — P. P. M de Metano: — % L.E.I.: — P. P. M de Monóxido: —

4 RESULTADO DE VISITA

Se evidencia Daño de tubería por trabajos Municipales - Cambio A/cantarillado - Daño Generado Concreto excavadora. Se procede a Cortar las Compresas y preparar dejando Servicio Normalizado

Cortes: — Trabajo Adicional: Si / No — No. Orden: —

5 MATERIALES Y OBRA CIVIL

Item	Cantidad	Descripción	Observaciones
	2	Union PEPO 3/4 III IPS. -	
	1,50	Tubo PEPO 3/4 III IPS	

LEGALIZADO POR:
2 - ABR. 2019
EMILIO J. GUZMAN
SEGURIDAD Y EMERGENCIAS

Cortes: Si / No: — Valor $: — No. Cortes: —

El suscriptor y/o usuario autoriza a Gases de Occidente S.A. E.S.P. para que corrija los defectos encontrados a sus instalaciones y los costos sean cobrados en la factura mensual del gas.

Nombre Técnico: Luis Arpe Ramos

Nombre del Cliente: — Firma y Cédula: —

Legalizado por: —

Viernes, 5 de Abril 2019
- Suspensión de Tuberías a puente y Box [illegible]

Lunes, 8 de Abril 2019
- Codo 12" x 11.25 Brida x Brida [illegible]

Jueves, 11 de Abril 2019
- Codo de 12" x 11.25 Brida x Brida [illegible]

Viernes, 12" de Abril de 2019
- Tubo de 12" en Acero SCH 40 Brida x Brida [illegible]

Lunes, 15 de Abril de 2019
- Se presento daño en tubería de gas y fue reparado por gases de occidente [illegible]

Martes, 16 de Abril de 2019
- Codo de 12" x 11.25 Brida x Brida [illegible]

Lunes, 22 de Abril de 2019
- Codo de 12" x 11.25 Brida x Brida [illegible]

Martes, 23 de Abril de 2019
- Tubo de 12" en Acero SCH 40 Brida x Brida [illegible]

Jueves, 25 de Abril de 2019
- Codo de 12" x 11.25 Brida x Brida [illegible]

Sábado 27 de Abril de 2019
- Tubo de 12" en Acero SCH 40 Brida x Brida [illegible]

Sábado, 4 de Mayo de 2019
- Codo de 12" x 11.25 Brida x Brida [illegible]

Lunes 6 de Mayo de 2019

GdO
Gases de Occidente

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC - 166

1597146 24

Suscriptor: NA Nombre: NA

	Día	Mes	Año
Inicio	15	4	19
Final	16	4	19

Dirección: KR 4 # 8-01 p1 Barrio: Bolalcazar Municipio: Yumbo

Reporta: GASES Medidor: NA Lectura: NA Hora Llegada: 620 15.04.19 Hora Salida: 9000 -710 16.4.19 12.30

MOTIVO DE LA VISITA

SITUACION ENCONTRADA

Tubería Expuesta	☑	Polivalvula tapada	☑	No se encontró nada	☐
Hay que reubicar tubería	☑	Hay que cambiar tapa a polivalvula	☑	Situación que no compete a la empresa	☐
Raices de árboles que no afectan la red	☑	Polivalvula con concreto partido	☐	Situación que no compete al área	☐
		Polivalvula Dañada	☑	Visita Informativa	☐

Otro: Cual?

TRABAJO EJECUTADO

Se tapó tubería expuesta - Profundidad	☑	No se solucionó	☑	A polivalvula:	Se repasó	☐	
Se profundizó tubería superficial o expuesta	☐				Se reubicó	☐	
Se reubicó tubería	☐	Tipo de pegas	Electro Tapa ☐		Se cambió el nivel	☐	
Suministro de información de procesos de la empresa	☑		Socket N/A ☐		Suspensión del servicio	SI ☐	NO ☐ N/A ☐
La solución no corresponde a la empresa	☑	Ejecutadas por	GDO ☐ Externo ☐		Usuarios afectados	☐	
					Se realizo prueba hermeticidad	SI ☐	NO ☐ N/A ☐

Otro: Cual?

INTERPRETACION DE LA FACTURA

Se le presto apoyo al tecnico de gases Luis angel Ramos para Excavacion zona Purg. por Daño de emilio de 3/4 Realizado por la Retro

Orden de Trabajo 1597146 24 Causa

Localización en la Red 2025 Diámetro Tubería 3/4 pulg. Legalizado Por: Conaris

Costo del Trabajo $ Se Cobra Si ☑ No ☐ A quien? Gases

Nombre del Usuario	Nombre Técnico o Contratista	Revisó y Aprobó
	Wilson Giro Serna	

GdO
Gases de Occidente

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC - 166

Suscriptor: NA Nombre: NA

	Día	Mes	Año
	16	4	19

Dirección: Barrio: Bolalcazar COBRO

Municipio: Yumbo Medidor: NA Lectura: NA Hora de Visita: 620 15.419 SI ☐ NO ☐ 710 16.419

Observaciones: El daño NO se pudo arreglar el Dia 15.4.19 am Se arreglo El dia 16.4.19 por Ave la maquina le. levanto De la MITad de la via.

Nombre del Usuario	Nombre del Técnico o Contratista
C.C.	Wilson Giro Serna

GdO
Gases de Occidente

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC - 168

OBSERVACIONES

Excavacion. Zona. Dura - y Rotura

Largo = 2.

Rotura concreto - C:0,10

Sin. Resane.

ancho = 0,90

profundidad = 0,70

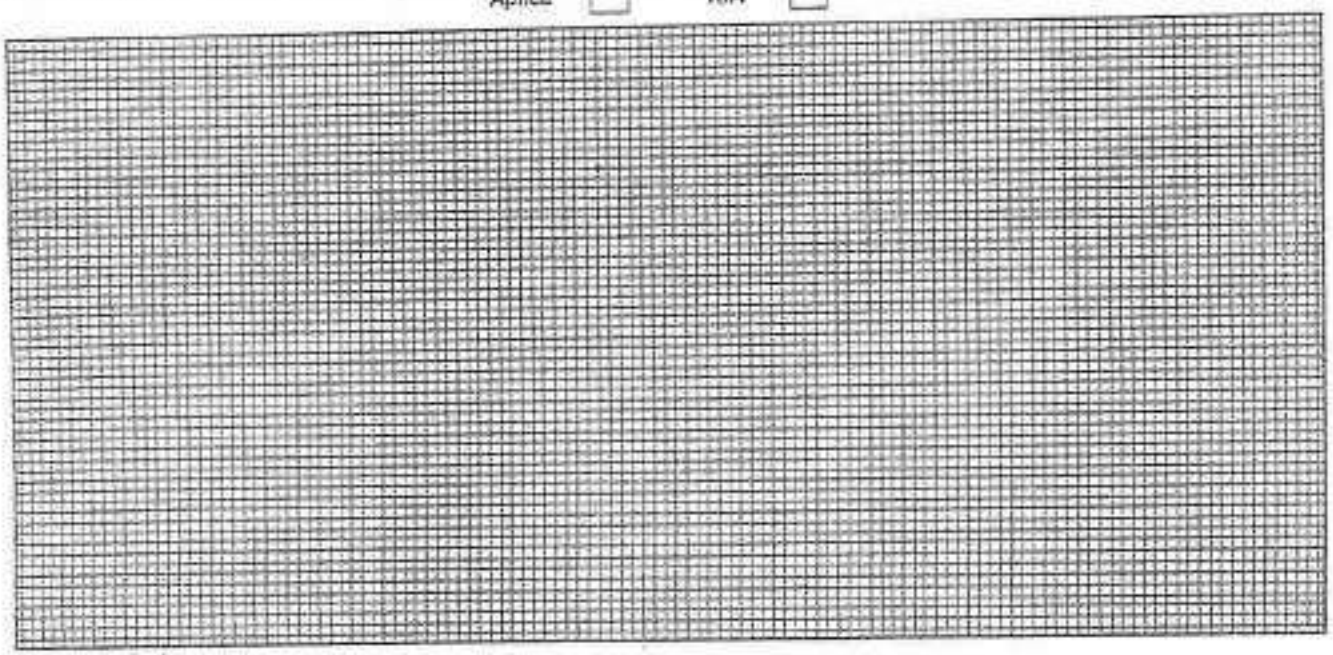
- Luis Angel Ramos.
- 16-04-2019

MATERIALES UTILIZADOS

Código	Descripción	Cantidad	Observaciones
	Union de 3/4" IPS.	2	
	Tubería de 3/4" IPS.	2.	Luis Angel Ramos
	Cinta Tape	2 Metros	16-04-2019

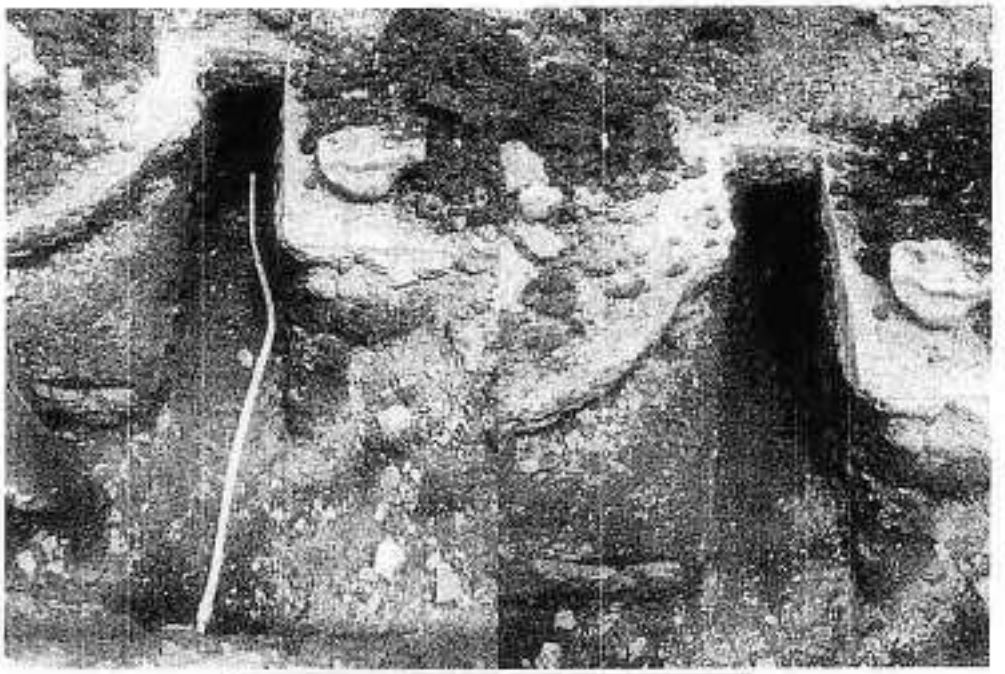
DIAGRAMA DE UBICACIONES PDA

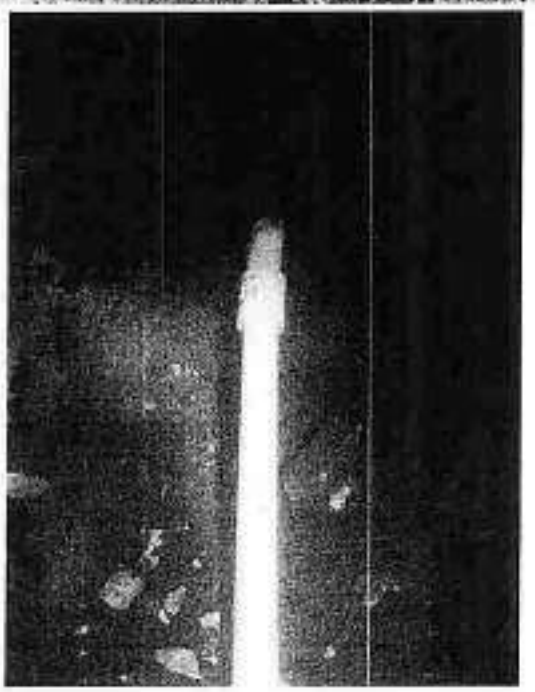
Aplica ☐ N/A ☐



EMERGENCIA
KRA 4 CALLE 3 – 01 BELALCAZAR YUMBO

Brecha Emergencia
Dic-AD Abril 2014





GdO
Gases de Occidente

REPORTE DE EMERGENCIAS
RC-50

1 IDENTIFICACIÓN

Orden de Trabajo: - 1597714624

Día: 15 Mes: 07 Año: 2019

Suscriptor: — Nombre: —

Dirección: Kr 4 cll 3-1 Municipio: yumbo Barrio: Belalcazar

Medidor Año: — Lectura: — m3

Hora Reporte	Hora Llegada	Hora Control	Hora Normal	Hora Final
18:58	19:03	19:03	19:05	19:13

Hubo Escape: Si / Np: Si — Controlado: Si / No: Si — Ausencia de Gas: Si: Y — Imputable: Si: Y — Se suspendió el servicio: Si: — No: ✓ — cuántos?: —

2 CONDICIONES DE FALLA

Localización: - Yumbo

Diámetro de la Rotura: Mínimo: — Parcial: — Total: X
(Aplica para redes externas)

Nivel de Presión: Alta: — Media: X — Baja: — Diámetro de la tubería: 3/4 IPS
(Aplica para redes externas)

3 IDENTIFICACIÓN DE LA FALLA

Elemento: Tubería — Sub - Elemento: Tubería — Marca: —

CENTRO DE MEDICIÓN	RED INTERNA	GASODOMESTICOS
Nivel de Fuga: — Rejilla o Nicho: Si / No — P. P. M de Metano: — % L.E.I.: — Mineral Elevador: Si / No — Presión Ajustada: —	Nivel de Fuga: — P. P. M de Metano: — % L.E.I.: — Pilot. Controlador: — Pilot. Corrector: —	Nivel de Fuga: — P. P. M de Metano: — % L.E.I.: — P. P. M de Monóxido: —

4 RESULTADO DE VISITA

Se evidencia Daño de tubería por trabajos Municipales - Cambio A/cantarillado - Daño Generado Concreto excavadora. Se procede a Cortar las Compresas y preparar dejando Servicio Normalizado

Cortes: — Trabajo Adicional: Si / No — No. Orden: —

5 MATERIALES Y OBRA CIVIL

Item	Cantidad	Descripción	Observaciones
	2	Union PEPO 3/4 III IPS. -	
	1,50	Tubo PEPO 3/4 III IPS	

LEGALIZADO POR:
2 - ABR. 2019
EMILIO J. GUZMAN
SEGURIDAD Y EMERGENCIAS

Cortes: Si / No: — Valor $: — No. Cortes: —

El suscriptor y/o usuario autoriza a Gases de Occidente S.A. E.S.P. para que corrija los defectos encontrados a sus instalaciones y los costos sean cobrados en la factura mensual del gas.

Nombre Técnico: Luis Arpe Ramos

Nombre del Cliente: — Firma y Cédula: —

Legalizado por: —

De: Bryan Abadia
Enviado el: lunes, 15 de abril de 2019 10:02 p. m.
Para: Fernando Guerrero Suarez; Diego Fernando Torres
CC: Centro de Control GDO; Fernando Jose Escarria LLanos
Asunto: turno B

BUENA NOCHE

**Queda controlado en el M/cipio de Yumbo kr 4 cl 3-01 b/Belalcázar por daño de tuberia , se deja taponado técnico Luis Angel ramos coordinara excavación para mañana con personal de la obra
**a las 15:05 confirman cierre de pv en el m/cipio de Corinto , a las 19:48 el call center recibe la primera llamada por ausencia de gas
**se atendieron 2 daños de tubería durante el turno
**queda 1 reporte controlado en Cartago para enviar mañana a primera hora
**quedan trabajando las 3 cuadrillas en Cali
**presiones Zona Franca 1037 psi –Guali 815 psi –Hormiguero 920

Yumbo
Kr 4 cl 3 -01

INVIN – 0002-2017

Yumbo, Junio 25 de 2019

INFORME DE INVESTIGACION DE LA DEFLAGRACION NOTARIA SEGUNDA DEL MUNICIPIO DE YUMBO-VALLE. CRA 4 CON CALLE 3 ESQUINA.

La investigación que se realiza por parte del Cuerpo De Bomberos Voluntarios De Yumbo se basa en la guía de la National Fire Protection Assosiation NFPA 921 Guía para la investigación de incendios y explosiones.

TIPO DE INCIDENTE: Deflagración por escape de gas domiciliario.

PROPOSITO: Realizar el reporte formal del proceso de investigación para determinar el origen y la causa de la deflagración.

1. ACTIVACION DE BOMBEROS:

Hora de salida: 12:40 horas, la central de Bomberos Voluntarios de Yumbo despacha el personal de la estación central por información de taxista que arriba a la guardia de la estación, informando de una explosión en la notaria segunda. Al llegar al sitio se activa el Procedimiento Operativo Normalizado - PONS para incendio estructural y escape de gas natural, por parte del personal de la estación central, vehículos de emergencia BF-8, BX-4, T-15 y AM-16.

2. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE BOMBEROS:

Horas reportadas en el documento de soporte de atención al incidente (SAI), diligenciado por el comandante de incidente.

- Hora de salida: 12:40
- Hora de arribo: 12:42 se informa el arribo al sitio del incidente.
- Lugar: carrera 4 con calle 3 esquina # 3-05.
- Hora de finalización: 15:18 se levanta puesto de comando.
- Labores de prevención: Hasta las 19:25.

3. COMANDANTE DE INCIDENTE A CARGO:

Comandante del incidente Cabo Mayerli Bonilla Jefe del Equipo 7, Turno 1, quien posteriormente transfiere el mando al Teniente Carlos Enrique Puente Jefe Operativo.

Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

4. DESCRIPCIÓN DE LA ESCENA:

A las 13:20 horas del jueves 20 de junio de 2019, se inician labores por parte del equipo de investigación de incendios del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo, con el siguiente personal de investigadores: Cabo Mayerli Bonilla, Bro. Hugo Lemos, Bro. Diego Vivas, donde se evidencia la ocurrencia de una deflagración en la notaria segunda del municipio de Yumbo.

Estructura y distribución:

Edificación de un solo nivel construido en ladrillo y loza de concreto, divisiones en panel yeso.

La distribución del inmueble se encuentra así:

LADO A -OESTE
Entrada principal, cubículos oficinas, ventanas y acometidas.

LADO B – NORTE
Cocina y Oficina Notario

LADO C – ESTE
Archivo

LADO D – SUR
Área de espera escaleras hacia la terraza.

5. LUGAR DE LA DEFLAGRACIÓN:

En la escena se evidencia daños y marcas de carbonización producto de una deflagración, que dada la intensidad y las marcas de la combustión, afectación y daños de los inmuebles, se inicia hacia la parte norte donde se encuentra la cocina. En su trayectoria la deflagración arrasa con las divisiones de panel yeso que separaban cada una de las áreas de la edificación, así como objetos, puerta y ventanas son eyectadas y baldosas levantadas en la parte posterior de la edificación, quedando focos secundarios encendidos de material combustible ordinario (papel, madera, carcasa plástica de equipos de aire acondicionado y televisor, etc) en la parte interna de la notaria.

Observación 1: En la parte externa se observan llamas en superficie del pavimento del andén y la calle tercera producto de la presencia de gas natural.

Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

Observación 2: Se observa mayor grado de carbonización y levantamiento de las baldosas en el lado B norte, que es la zona de cocina.

6. DETERMINACIÓN DEL ORIGEN DE LA DEFLAGRACION:

Se establece como origen de la deflagración, el gas domiciliario presente en el ambiente, al interior de la notaria, con mayor concentración en el lado B zona norte, área de cocina, como resultado de la ruptura de la manguera de 3 / 4" subterránea de la parte externa y que se filtró por el subsuelo.

DETERMINACION DE LA CAUSA DE LA DEFLAGRACION:

Se determina como causa de la deflagración la fuente de energía proveniente del generador de chispa eléctrica de la estufa de gas ubicada en la cocina, que estaba activado de manera continua, generando chispa en el quemador del fondo lado derecho y que fue evidenciado por un bombero de primera respuesta en la escena.

FUENTES CALÓRICAS DE LA EDIFICACIÓN:

Dentro de los equipos presentes al interior de la notaria, que pueden generar fuentes de energía se encuentra: una estufa a gas natural de 4 quemadores, aires acondicionados, televisor y pantallas de computador al igual que sus CPU.

ANÁLISIS DE EVIDENCIAS:

Tras realizar un análisis, recorrido por toda la escena, registro fotográfico y acompañamiento a miembros de la empresa de GDO (gases de occidente) se analiza detalladamente los lugares y elementos que presentan mayor afectación por proceso de combustión, es decir la parte posterior de la edificación. Para este punto se empieza por las baldosas que se ven levantadas en el piso entre la oficina del notario y la cocina, funcionarios de la empresa GDO hacen una excavación y se encuentra tubería y caja del sistema de alcantarillado del inmueble. Funcionarios de GDO hacen mediciones donde se activa la alarma del detector de gases indicando presencia de mezcla inflamable de gas natural.

Continuando con las mediciones se determina realizar una excavación hacia el lado oeste de la edificación (parte externa sobre el andén). Funcionarios de la empresa de GDO realizan la excavación y se encuentra una tubería de $^{3}/_{4}$ de pulgada, con ruptura en su cuerpo.

Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

El sábado 22 de junio Bomberos Yumbo realizo acompañamiento a mediciones y prueba con fuego vivo a los funcionarios de GDO, donde se encontraron diferentes niveles de medición con presencia de gas inflamable en la tierra que se removió producto de la excavación, lo cual confirma la presencia de gas natural en el subsuelo de la notaria.

7. AFECTACION POR LA DEFLAGRACION:

- Personas afectadas al momento del incidente: 6
- Notaria: afectación total del contenido a causa de la honda en expansión de la deflagración.
- Viviendas: daños en vidrios y fachadas de 3 viviendas aledañas.
- vehículo estacionado

8. PARTICIPACION DE BOMBEROS:

Participan en la atención del incidente el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo, con los vehículos de emergencia: BF-8 (vehiculo de intervención rápida), BX-4 (maquina extintora de 700 galones), AM-16 (ambulancia), T-15 (carro tanque de 1000 galones), L-2 (camioneta de logística), MP-14 (vehiculo de materiales peligrosos) y 25 unidades de Bomberos.

9. TRABAJO REALIZADO:

Se atiende el llamado de la central quien notifico y activo dicha emergencia (como explosión en la notaria) en el lugar anteriormente referenciado, llega al lugar del incidente la BF-8 y BX-4 como primera respuesta con 5 unidades al mando de la cabo jefe de turno Mayerli Bonilla, se establece el puesto de mando "Notaria", donde se evidencia fuego saliente del pavimento en relación a la línea de gas natural. También se evidencia una persona lesionada en la parte interior de la edificación en una de las ventanas contigua a la cocina.

Se definen 2 objetivos:

1. Rescate de personas.

Lesionado 1:
Mujer sentada ubicada al interior de la ventana contigua a la cocina con evidentes quemaduras en la mayor parte del cuerpo. Quien es rescatada por una unidad de bomberos y la comunidad.

Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

Lesionado 2:
Hombre sale de la edificación por sus propios medios y se ubica en el andén frente a la edificación (lado A) quien la comunidad identifica como el notario. Este presentaba quemaduras en la mayor parte del cuerpo y es auxiliado por la comunidad y una unidad de bomberos hasta la AM-16.

Lesionado 3:
Mujer que se encuentra sobre el andén aproximadamente a dos viviendas de la edificación afectada (notaria) quien presenta quemaduras en sus extremidades inferiores.

Lesionados 4, 5 y 6:
Son auxiliadas por personas de la comunidad para ser trasladados al centro asistencial de yumbo (HLY).

2. Control del fuego (cierre de válvulas GN).

Simultáneamente con la extracción de las víctimas, se realiza maniobras de ventilación hidráulica dentro de la edificación incendiada para evacuar humos y gases y así facilitar las labores de búsqueda y rescate de posibles víctimas atrapadas. Se realiza también extinción de fuegos secundarios al interior de la estructura.

10. ENTREVISTAS:

1. **Absalón Pereira c.c. 16.702.273:** Narra que el notario y una señora estaban en la cocina almorzando. y él se quedó almorzando en una de las oficinas de adelante de la edificación, cuando de repente el sintió que el panel yeso caía sobre su cuerpo con un fuerte ruido como una explosión que provenía de la cocina.

2. **Bombero Luis Carlos Otálora c.c. 16450386:** en el desarrollo de la búsqueda, escuche un ruido similar a un corto eléctrico, encontrando que la estufa de gas tenía el encendedor de chispa activado, el cual funcionaba con energía eléctrica. Para iniciar el procedimiento de eliminar la chispa informe a uno de los agentes de policía (antiexplosivos) para que autorizara el movimiento de la estufa y así poder desconectarla del sistema eléctrico, con el fin de no alterar la escena, el agente de antiexplosivos evidencio el encendedor de chispa activado, procediendo a tomar fotos y autorizando la desconexión eléctrica de la estufa. El agente antiexplosivos procedió a tomar fotos a las perillas de la estufa, las cuales estaban cerradas.

Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

3. **Yoleimi Mosquera Mina c.c. 1118307500 (entrevista realizada en el hospital local de yumbo):** yo estaba de pie dando la espalda a la cocina y sentí un calor a la altura de la nuca, e inmediatamente una fuerte explosión.

Observación: la versión anterior coincide con la fuente de energía proveniente encendedor de chispa activado de la estufa de gas, ubicada a espaldas de Yoleimi Mosquera.

11. ANEXO: Se anexa croquis de recorrido desde la estación central de bomberos hasta el sitio del incidente.

12. REGISTRO FOTOGRAFICO:

Foto 1: Arribo a la escena primero BF8 (camioneta blanca), seguida de la BX4 maquina extintora color rojo.



Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

Foto 2: Se evidencia fuego en superficie de anden y calle, proveniente de la línea de gas natural subterránea



Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

Foto 3: Baldosas levantadas en el sector de la cocina a causa de la deflagración.



Foto 4: Estufa con generador de chispa eléctrica activado.



Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

Foto 5: Perillas de Estufa cerradas.



Foto 6: Desconexión eléctrica de la estufa de gas.



Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 267 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

FOTO 7: Acompañamiento a funcionarios de GDO realizando medición de gases en diferentes puntos en la tierra removida por la excavación, donde se activa la alarma del detector de gases por presencia de mezcla inflamable de gas natural.



13. CONCLUSION:

El inicio de la deflagración se da en la área posterior de la edificación específicamente en el sector de la cocina, como consecuencia de la filtración de gas natural proveniente de la ruptura de la manguera de gas natural de 3 / 4 de pulgada, ubicada en la parte externa de la notaria, filtrándose a través del subsuelo hacia el interior de la notaria, creando una atmosfera inflamable y con la presencia de la fuente de energía proveniente del generador de chispas activado de la estufa de gas de la cocina, da inicio a la deflagración.

Elaboro:
Cabo. Liliana Mayerly Bonilla Orrego

Equipo de apoyo:
Bombero, Diego Vivas Baltan.
Bombero, Hugo Lemos collazos

Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

GLOSARIO:

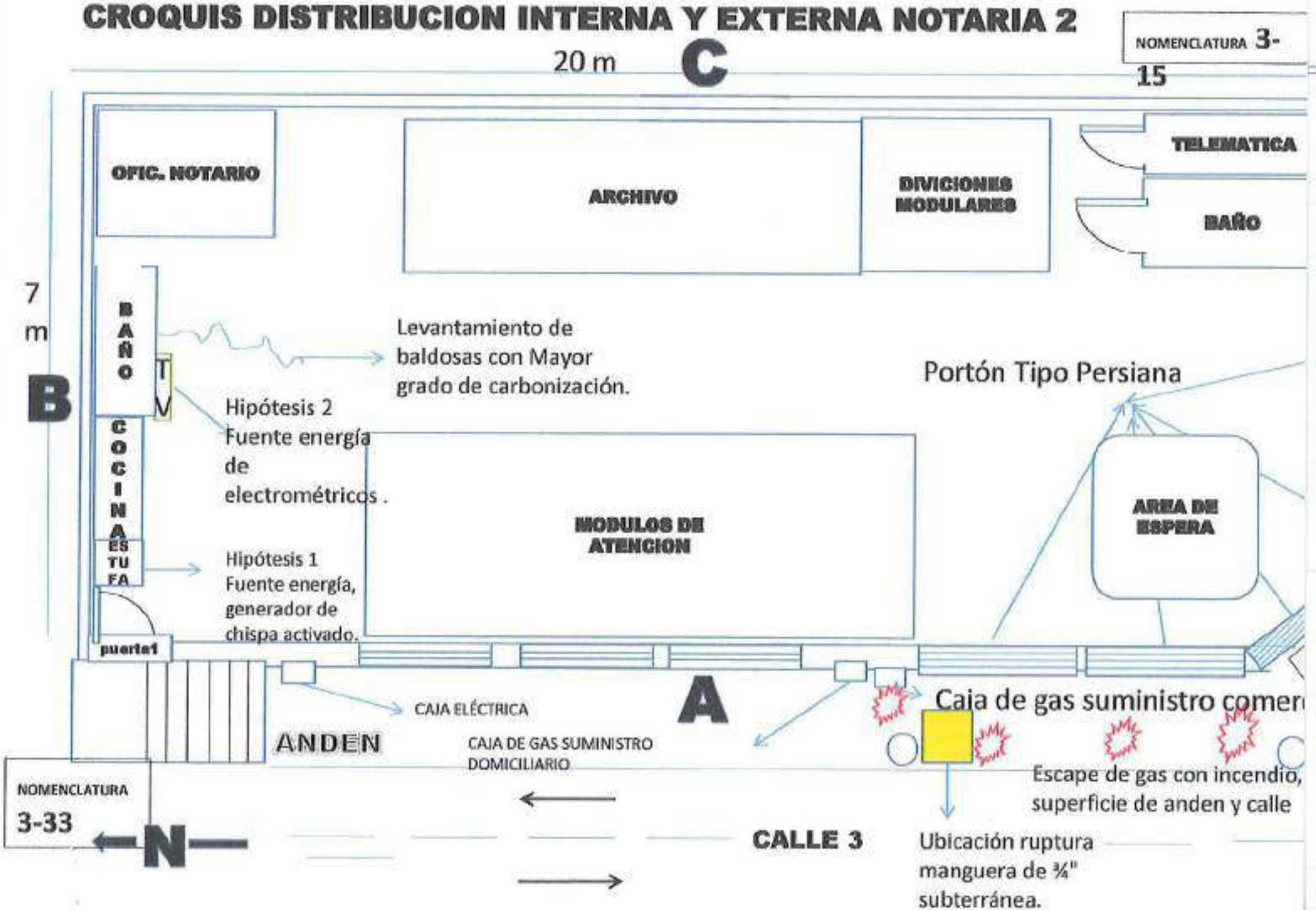
DEFLAGRACIÓN: Combustión súbita con llama a baja velocidad de propagación, sin explosión, se suele asociar erróneamente con las explosiones usándose a menudo como un sinónimo.

Una deflagración es producida por gases, vapores y solidos combustibles en presencia de una fuente de energía

EXPLOSIÓN: Ruptura violenta de un cuerpo por la acción de un explosivo o por el exceso de presión interior provocando un fuerte estruendo.

Dirección: Carrera 2ª 4-29 Yumbo B/Belalcazar Telefono: 669 17 27 celular: 312 287 0047
Email: cbvyumbo@bomberosyumbo.net

CROQUIS DISTRIBUCION INTERNA Y EXTERNA NOTARIA 2



Alcaldía de Yumbo

YUMBO

INFORME DEL INCIDENTE NOTARIA 2

SECRETARIA DE PAZ Y CONVIVENCIA CIUDADANA

JUNIO 2019

Escaneado con CamScanner

Alcaldía de Yumbo

YUMBO
Territorio de oportunidades para la gente

Localización del Incidente:

Se presenta a eso de la 12:15pm, del día jueves 20 de junio de 2019. una deflagración en la edificación donde funciona la Notaria 2 del Municipio de Yumbo Valle del Cauca, localizada en la dirección Carrera 4 No. 3 – 05 esquina, en el barrio Belalcazar, propiedad de la señora Yamely Cárdenas Cuero, identificada con Cedula de Ciudadanía N°31.473.579 de Yumbo.

Descripción del Incidente:

El Técnico Operativo del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres el Señor Miguel Ángel Perdomo Vargas, siendo las 12:15 pm escucha una "explosión" y se dirige al lugar donde ocurrieron los hechos, hora de llegada 12:18 pm. Observando que la edificación presenta grandes destrozos en la parte externa e interna, probablemente debido a una deflagración origen desconocido en ese momento.

Se presentan los organismos de socorro pertenecientes al CMGRD a las 12:42 pm, inicialmente el Cuerpo de Bomberos de Yumbo con un vehículo de emergencias BF-8 (vehículo de intervención rápida), BX-4 (máquina extintora de 700 galones) y posteriormente la ambulancia AM-16, T-15 (carro tanque de 100 galones), L-2 Camioneta de Logística, MP-14 (vehículo de materiales peligrosos), al mismo tiempo la Defensa Civil Colombiana junta Yumbo, con un equipo de intervención, minutos después hace presencia la Cruz Roja Unidad Municipal Yumbo.

A las 12:30 pm agentes de la Secretaria de Tránsito de Yumbo, se dan cuenta por un video en las redes sociales, de la situación presentada en la Notaria 2da, según informa la Secretaria de Tránsito y Transporte de Yumbo, Ingrid Esperanza Gómez Moreno, los agentes se desplazan al sitio del incidente, adicionalmente llegan al lugar miembros de la Policía Nacional Estación Yumbo, a las 12:35 pm. El Técnico Operativo de Gestión del Riesgo de Desastres, se comunica de manera inmediata con el Ingeniero Diego Torres encargado de Emergencias de la Empresa Gases de Occidente, puesto que ya se había establecido por parte del equipo de investigación de incendios del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo, conformado por: Cabo Mayerli Bonilla, Bro. Hugo Lemos y Bro. Diego vivas. Observando llamas en superficie del pavimento del andén de la calle tercera, entre carreras 4 y 5 del barrio belalcazar consecuencia de la presencia de gas natural.

El ingeniero Diego Torres de la empresa Gases de Occidente se hace presente con la cuadrilla de emergencia y los peritos para incidentes de esta índole.

Escaneado con CamScanner

Se observa detalladamente la parte interna del inmueble, evidenciando gran afectación y daños severos, se calcula daños de un 80% de muebles, equipos de oficina y de cómputo, a su vez se determina hacer suspensión de los servicios públicos por seguridad, como también la demolición de un muro superior que está a punto de colapsar, ubicado en la zona occidental del inmueble, sobre la calle 3ra, esto aplicando el Artículo 3ro Principio No. 8 que habla del Principio de la Precaución de la **Ley 1523 del 24 de Abril de 2012**.

A las 12:40pm se solicita apoyo adicional de miembros de la Policía Nacional, para hacer control a las personas que transitan y que desean curiosear y desean ingresar a la zona de afectación, lo que colocaría en riesgo la seguridad e integridad física de los mismos.

Rescate de Personas:

Lesionado 1:
Mujer sentada ubicada al interior de la ventana contigua a la cocina con evidentes quemaduras en su cuerpo, quien es rescatada por la unidad de bomberos, personas de la comunidad y trasladada en la ambulancia de Sintra Municipio al Hospital Hospital la Buena Esperanza de Yumbo. Hora de llegada 12:57pm.

Lesionado 2:
Hombre sale de la edificación por sus propios medios y se ubica en el andén frente a la edificación, quien la comunidad identifica como el notario. Este presenta quemaduras en la mayor parte del cuerpo y es auxiliado por la comunidad y una unidad de bomberos hasta la AM-16 (Ambulancia de bomberos Yumbo y trasladado al Hospital la Buena Esperanza de Yumbo, hora de llegada 12:58pm.

Lesionado 3:
Mujer que se encuentra en el andén sobre la calle 3 aproximadamente a dos viviendas de la notaria 2, quien presenta quemaduras en sus extremidades inferiores. 1:05pm Tercer y cuarto paciente llegan al Hospital la Buena Esperanza de Yumbo en la misma ambulancia.

Lesionado 4, 5 y 6.
Son auxiliadas por personas de la comunidad y trasladados los lesionados cinco y seis en la misma ambulancia al Hospital la Buena Esperanza de Yumbo. Hora de llegada 1:20pm.

Escaneado con CamScanner

Siendo las 2:07pm ingresa el primer paciente al Hospital Universitario del Valle y a las 2:10pm ingresa el notario al Hospital Universitario del Valle.

Posibles Causas Básicas:

Factores Personales:

Según testigo al interior de la notaria el señor Absalón Pereira, identificado con cedula de ciudadanía N° 16.702.273, quien es empleado de la Notaria 2, informa que el notario y una señora estaban contiguo a la cocina almorzando y él testigo quien también es empleado de la notaria, se quedó almorzando en una de las oficinas ubicadas en la parte delantera de la edificación, cuando de repente sintió que el panel yeso caía sobre su cuerpo con un fuerte ruido como una explosion que provenía de la cocina.

Posibles Causas Inmediatas:

Condiciones Subnormales

Presuntamente la rotura de una tubería de gas y sumado a esto una fuente de calor e ignición, podría ser la causa de la deflagración, según informan ingenieros de la Empresa de Servicios Públicos de Yumbo (ESPY), por ello se llama al personal de Gases de Occidente quienes iniciaron una inspección con equipos de medición de gases, evidenciando la activación de la alarma del detector de gases, lo que permitió establecer la presencia de una fisura en la tubería de gas natural de ¾".

La Notaria tiene dos acometidas, una interna en el primer piso y la otra en el segundo piso, se deriva de una tubería de ¾". Cuentan con una cocineta con una estufa de gas natural con encendido eléctrico con 4 quemadores y medidor que se incendió, horno microondas, nevera, aires acondicionados, televisor y pantallas de computadores y sus CPU.

Escaneado con CamScanner

El bombero Luis Carlos Otálora identificado con Cedula de Ciudadanía 16.450.386, en el desarrollo de la búsqueda, manifiesta: "escuché un ruido similar a un corto eléctrico, encontrando que la estufa de gas tenía el encendedor de chispa activado, el cual funcionaba con energía eléctrica". Para iniciar el procedimiento informo a uno de los agentes de policía (antiexplosivos) para que autorizara el movimiento de la estufa y así desconectarla del sistema eléctrico.

Hipótesis 1: La fuente de energía proveniente del generador de chispa eléctrica de la estufa de gas ubicado en la cocina, la cual se encontró activada de manera continua, generando chispa en el quemador del fondo lado derecho y que fue evidenciado por un bombero de primera respuesta en la escena y un agente de la policía antiexplosivos.

Hipótesis 2: Cualquier otra fuente de energía proveniente de televisor, nevera, microondas entre otros.

Hipótesis 3: Se encontró un escape de gas pero aún no se puede determinar la ruta de ingreso al interior del predio. El despacho del notario, se encuentra debajo de una caja de alcantarillado y que ese posiblemente es el punto donde se pudo haber iniciado la deflagración, debido que el piso se observa levantado en ese lugar. Con el personal de gases de occidente se procede a romper más sitios al interior del inmueble, para verificar y no se encontró ninguna caja de alcantarilla por el contrario había una viga de sigmentación. En la tubería que recorre el baño y la cocina que se encontraban al lado del despacho del notario, como posible teoría se presume que el gas natural se desplazó casi 3 metros hasta la caja de alcantarillado.

Se hace necesario comprobar estas hipótesis. Quedando como pregunta sin explicación; ¿para que el gas hubiese explotado debía estar confinado y con mucha presión? Otra pregunta que se genera sobre el incidente es ¿Qué a pesar de estar confinado debía encenderse al generarse una fuente de calor?.

En los videos se ve una línea de fuego que va desde la calle hacia la pared, sobre la calle 3ra, donde se evidencia que algo estaba generando combustión. Se está averiguando con el Departamento de planeación e informática un mapa hidráulico para verificar la estructura del sistema en mencion.

Es necesario contratar un perito experto en la APF (Academia de Peritos Forenses), y personal idóneo de Bomberos, para determinar las causas del incidente.

Escaneado con CamScanner

Al realizar ingreso de los heridos al hospital la Buena Esperanza de Yumbo, se activó el plan de contingencia hosipitalario interno, pero no se realizó noticia criminal con carácter averiguatorio. Desde la Secretaria de Salud del Municipio de Yumbo se estableció comunicación con el Centro Regulador de Urgencias y Emergencias - CRUE, para contar con ambulancias disponibles para traslado de los heridos, ya que en el Municipio de Yumbo no cuenta con ambulancias necesarias para estas emergencias.

Daños Materiales (Externos):

- Vivienda en la Calle 3 N° 3 – 33, barrio Belalcazar. Propiedad del señor Jesús Bonilla, paredes con grietas en 2 habitaciones.
- Vivienda en la Calle 3 N° 3 – 28, barrio Belalcazar. Propiedad del señor Luis Arturo Albán Sarria, daño en la fachada en el segundo piso de la propiedad.
- Vivienda en la Carrera 4 N° 2 - 75, barrio Belalcazar. Propiedad de la señora Nubia Bejarano se presentan paredes con grietas en una habitación y daños en dos ventanales.
- Vivienda en la Calle 3 N° 3 – 40, barrio Belalcazar, propiedad del señor Rodolfo Bejarano, daños en la fachada de la vivienda, daños en la cerámica, reja del exterior, vidrios de las ventanas y muro.

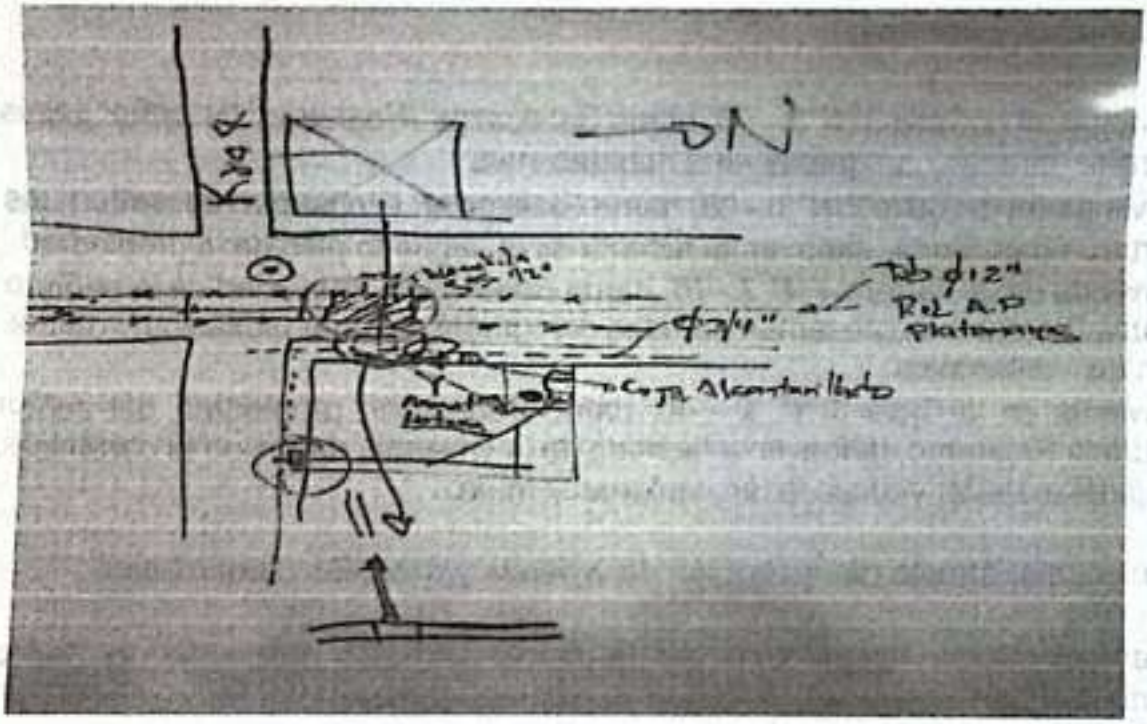
  Se adjunta formato de inspección de vivienda y/o locales comerciales.

- Vehículo Mazda Allegro color gris de placas CKA-220, propiedad del Señor Andrés Albán Espinosa, daños en el costado derecho con hundimiento del capo y stop trasero derecho y bumper delantero derecho.
- Vehículo Chevrolet Aveo color azul de placas CPZ-336, propiedad de la Señora Diana Gutiérrez, daños en la ventanilla izquierda y lamina de la puerta izquierda.
- Vehículo Chevrolet CPT-748, propiedad del Señor Jaime López Rodríguez, daños en la lámina.

Escaneado con CamScanner

Se adjunta formato de inspección de condiciones generales.

Anexos:



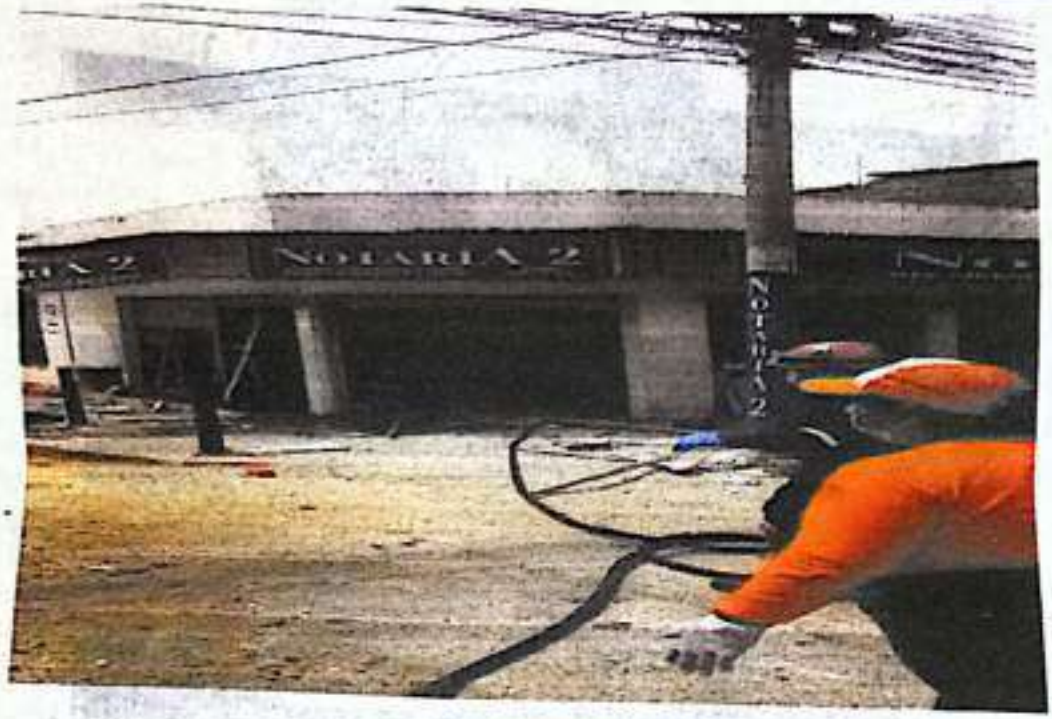
Fuente: Ingenieros de la Espy.

Escaneado con CamScanner





Escaneado con CamScanner



Atentamente

MIGUEL ANGEL PERDOMO VARGAS
Técnico Operativo Grado 4
Gestión de Riegos y Desastres

Elaboro. Darling Ortiz Díaz -Contratista de Apoyo

Escaneado con CamScanner

INFORME DE ATENCION DE EMERGENCIA
ORDEN DE TRABAJO 165644178
NOTARIA 2 YUMBO

Gases de Occidente

Santiago de Cali, 24 de junio 2019

PROPOSITO:

Se elabora informe de la atención de la emergencia presentada el 20 de junio 2019, en la ciudad de Yumbo, en la Carrera 4 # 3-05 Belalcazar, el cual es susceptible de ser ampliado o complementado, según estimen pertinente la Gerencia Técnica, de acuerdo con los hechos.

1. DATOS BASICOS

Fecha de accidente: 20 junio 2019
Contrato No.: 1125110 -1186039
Dirección de evento: Carrera 4 # 3-05 Yumbo
Personas involucradas en accidente: (6) adultos, todos remitidos a clínicas locales y HUV

NOMBRE	DOCUMENTO	EDAD	DIAGNOSTICO
CRISTIAN CAMILO RAMOS	1.118.306.280	23 años	Trauma de tejidos blandos
MARTHA CECILIA NIEVA	31.472.227	53 años	Trauma tejidos blandos
ALLISON MOSQUERA JIMENEZ	1.118.308.125	22 años	Quemadura G. IIA – AB – III, en el 10% S.C.Q.
YOLEIMI MOSQUERA	1.118.307.500	22 años	Quemaduras G. IIA – AB – III, en el 10% de S.C.Q.
CARMEN BEATRIZ SANCHEZ	29.581.009	56 años	Quemaduras G. IIA – AB - III, en el 70% de S.C.Q., con afectación de la vía aérea.
CARLOS ENRIQUE SALAZAR PUYO	16.587.205	53 años	Quemadura G. IIA – AB – III, en el 60% de S.C.Q., con afectación ocular y de la vía aérea

Daños Materiales: Daño total de inmueble por efecto de deflagración y alta temperatura
Daño red distribución de gas natural ¾" PE P80

Hora reporte a GdO: 12:40 horas

Gases de Occidente

Hora llegada:	12:45 horas Técnico GdO Luis Angel ramos 12:55 horas, cierre poliválvula A71

ANTECEDENTES

- Predio afectado contaba con dos instalaciones de gas natural (Residencial y Comercial) con numero de NIU 1125110 -1186039.
- Propietario del inmueble Señora Yaneli Cardenas y como ocupante arrendatario Carlos Enrique Salazar Puyo.
- Predio con red interna de uso comercial – para la fecha de los hechos Despacho Notarial, antes funcionaba una Panaderia

2. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

Notificación de los hechos:

Siendo las 12:40 del dia 20 de junio de 2019, el ingeniero Diego Torres (Jefe de Mantenimiento de GdO) mediante llamada telefónica del sr. Miguel Angel Perdomo (Coordinador del CMRGRD de Yumbo) es informado de la emergencia. Acta seguido, el ingeniero Torres reporta al Centro de Control de GdO lo sucedido para su correspondiente atención.

Atención de la emergencia:

- A las 12:45 horas, el técnico GdO, Luis Angel Ramos hace presencia en el predio ubicado en la Carrera 4 # 3-05 Yumbo de uso Notaria encontrando que se habia presentado deflagración al interior del inmueble la cual tenia relación con Gas Natural.

- A las 12:55 se evidenció daño en la red de distribución ¾ de pulgada enseguida al predio ubicado en la Carrera 4 # 3-05 Yumbo, razón por la cual se realizó cierre de la Poliválvula del sector por parte del técnico GdO Luis Angel Ramos.

- Se evidenció que el predio mencionado contaba con cámaras de seguridad, sin que a la fecha se haya podido tener acceso a las grabaciones, las cuales resultan ser un elemento de gran importancia para la investigación de las causas del accidente.

Gases de Occidente

- Bomberos y CMGRD informaron públicamente que hubo seis (6) heridos, los cuales fueron remitidos a clínicas locales.

- Durante los días 20, 21 y 22 de junio se adelantaron actividades de limpieza en el exterior del predio, excavaciones en acometida, centro de medición y en el interior del predio, muestras de índice de odorización y pruebas de presencia de LEL. Adicionalmente se realizaron pruebas de hermeticidad a las redes.

- El día 22 junio 2019 a las18:30 horas se realiza reparación final de daño en red de distribución de gas natural y normalización del servicio.

- El 23 de Junio de 2019 se realiza nuevamente prueba de hermeticidad de la red con total normalización del servicio

HALLAZGOS (se adjunta registro fotográfico)

- Deflagración al interior del predio ubicado en la Carrera 4 # 3-05 Yumbo
- Rotura en tubería de red externa del ¾ " PE P80
- Predio de destinación comercial (notaria) con cocineta, con presencia de electrodomésticos (aire acondicionado, televisor, computadores, fotocopiadora, nevera, horno microondas, estufa, entre otros)

DIEGO FERNANDO TORRES
Jefe de Mantenimiento

GdO
Gases de Occidente

REPORTE DE EMERGENCIAS
RC-50

1 IDENTIFICACIÓN

Orden de Trabajo: 16564478

Día: 20 Mes: 06 Año: 2019

Suscriptor: _____ Nombre: _____

Dirección: Kr 4 C 1 3-1 Municipio: yumbo Barrio: -Belalcazar

Medidor/ Año: _____ Lectura: _____ m3

Hora Reporte	Hora Llegada	Hora Control	Hora Normal	Hora Final
12:40	12:45	12:55	18:30	19:00

Hubo Escape: No ✓ | Controlado: No ✓ | Ausencia de Gas: No ✓ | Imputable: Si ✓ | Se suspendió el servicio: Si ✓ No ☐ cuantos: 4 Manzanas.

2 CONDICIONES DE FALLA

Localización: NA.

Dimensión de la Rotura (*Aplica para redes externas): Mínima ☐ Parcial ☐ Total ☐

Nivel de Presión (*Aplica para redes externas): Alta ☐ Media ☐ Baja ☐ Diámetro de la tubería: NA

3 IDENTIFICACIÓN DE LA FALLA

Elemento: NA Sub - Elemento: NA Marca: NA

CENTRO DE MEDICIÓN	RED INTERNA	GASODOMESTICOS
Nivel de Fuga:	Nivel de Fuga: ☐	Nivel de Fuga: ☐
Rejilla o Nicho: Si ☐ No ☐	P. P. M de Metano:	P. P. M de Metano:
P. P. M de Metano:	% L.E.L:	% L.E.L:
% L.E.L:	Pos. Detectados: ☐ Pos. Corregidos: ☐	P. P. M de Monoxido:
Manual/ Elevador: Si ☐ No ☐		
Presión Ajustada:		

4 RESULTADO DE VISITA

Reportan explosión por parte. Vecinos se evidencia fuga con conato de incendio. Se procede a cerrar polivalvula. AFI y dar Control
- Cor -
- Apertura de polivalvula. Sabado 22-junio 2019. 18:30 AFI

Código Causa: _____ Trabajo Adicional: Si ☐ No ☐ No. Orden: _____

5 MATERIALES Y OBRA CIVIL

Item	Cantidad	Descripción	Observaciones

Cobro: Si ☐ No ✓ Valor $: _____ No. Cuotas: _____

El suscriptor y/o usuario autoriza a Gases de Occidente S.A. E.S.P. para que corrija los defectos encontrados a sus instalaciones y los costos sean cobrados en la factura mensual del gas.

Nombre del Cliente: _____ Firma y Cédula: _____

Nombre Técnico: Luis Angel Ramos G

Legalizado por: Carlos A. Villada
Gases de Occidente S.A. E.S.P
Operador Centro de Control

CENTRO COMERCIAL CHIPICHAPE BODEGA 2 PISO 4 - LÍNEA DE SERVICIO AL CLIENTE 418 7333 - 018000520866
SANTIAGO DE CALI
LINEA DIRECTA DE EMERGENCIAS 164

Impreso por: IMPRIOS LTDA NIT 800.244.835 Tel.: 8823134 Cali - Abril 2018

Versión: 2
Vigencia: 24-04-2018

Informe Técnico - Inspección Visual
Estructura Notaria No.2, Municipio de Yumbo

Elaborado por: Ing. Yulena Moreno
Área de Diseño y Proyectos

1. Antecedentes

El dia 20 de junio de 2019, se presentó una explosión en la Notaria 2da ubicada en la carrera 4ta con calle 3ra esquina en el barrio Belalcázar del Municipio de Yumbo, ocasionando una conflagración en la edificación que dejó 6 persona heridas y daños materiales en la edificación.

2. Alcance

El presente informe, tiene como finalidad dar un concepto técnico preliminar basado en una inspección visual de las condiciones estructurales de la edificación que aloja la Notaria 2da, después de haberse presentado la conflagración en mención, para garantizar la seguridad del personal que realizaran labores de investigación en la misma.

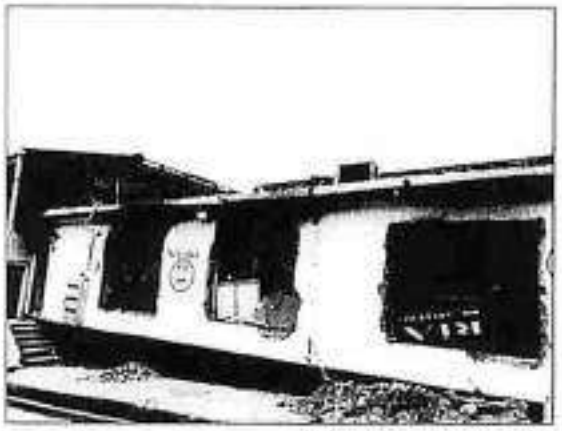
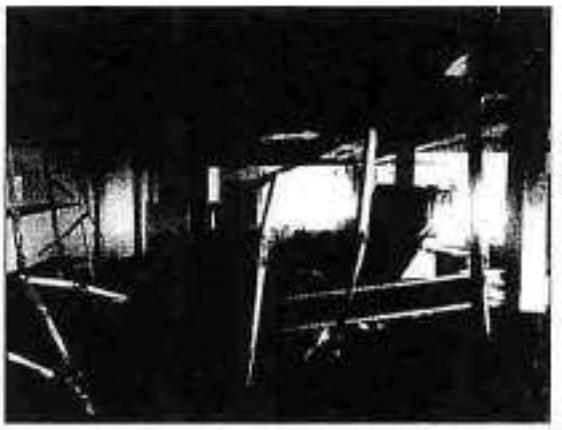
Se aclara que la inspección visual realizada, fue limitada por las labores de investigación de los hechos, ya que no fue posible el acceso a algunas partes de la edificación para visualizar todos los elementos estructurales.

Se sugiere realizar las actividades de limpieza del hollin y retiro de escombros, lo cual permitirá realizar una inspección más detallada del estado de los elementos estructurales.

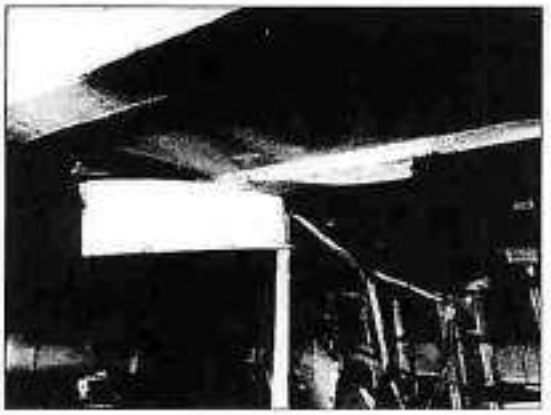
3. Aspectos encontrados

En visita realizada el dia sábado 22 de junio de 2019, se pudo evidenciar mediante una inspección visual lo siguiente:

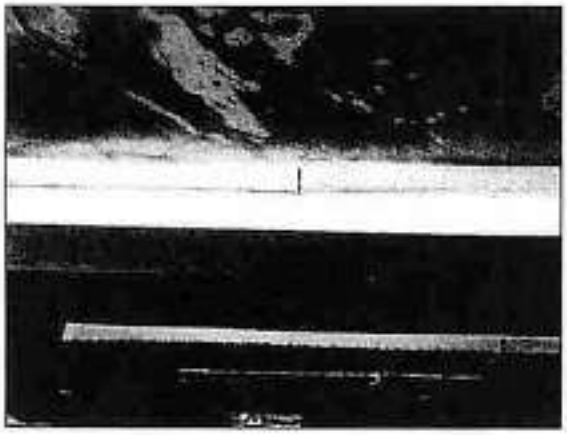
- La Notaria 2da esta alojada en una edificación de un solo nivel, conformada por un sistema estructural aporticado - columnas y vigas en concreto-, y muros en mampostería con acabado en repello y pintura. La edificación cuenta con un área aproximada construida de 200m2, y fue acondicionada para oficinas mediante muros divisorios en drywall o placas de fibrocemento, los cuales son elementos no estructurales

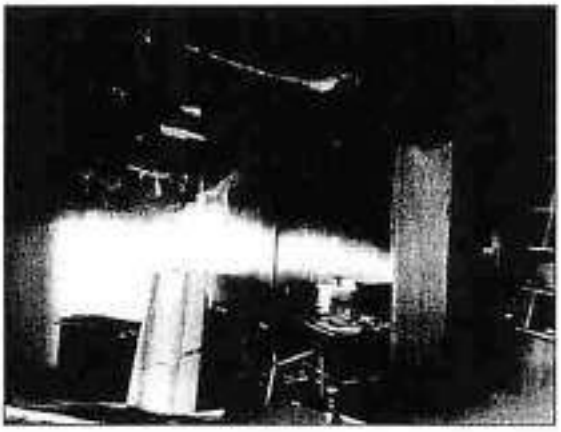



- Se evidenció que los daños ocasionados por la explosión y posterior conflagración, afectaron considerablemente los elementos no estructurales, es decir, se observó desprendimiento de las uniones entre estructura y los elementos no estructurales, desplome de los muros divisorios en drywall, agrietamiento y desprendimiento de acabados (pintura), desprendimiento de luminarias o lámparas, rotura de vidrios y puertas de vidrio.




- No se evidencian grietas ni afectación en las columnas y vigas, es decir el nivel de daño en los elementos estructurales es ninguno o muy leve, lo cual no tiene afectación en la estabilidad de la edificación; solamente se evidencian daños severos en los acabados arquitectónicos a raiz de las altas temperaturas que se presentaron.

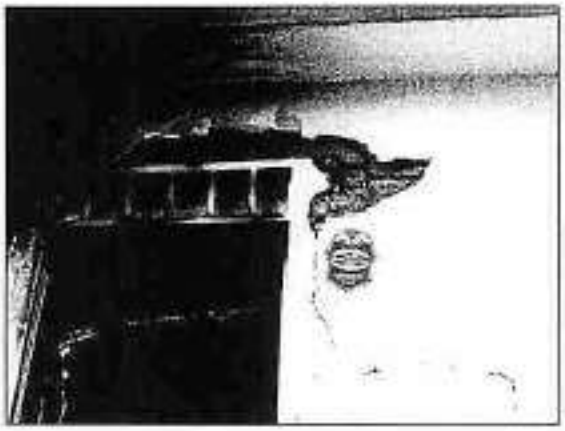




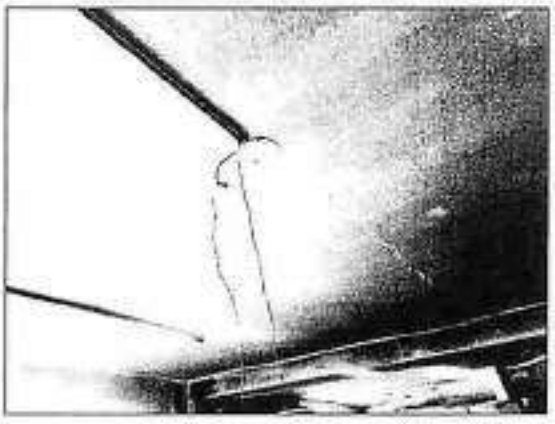
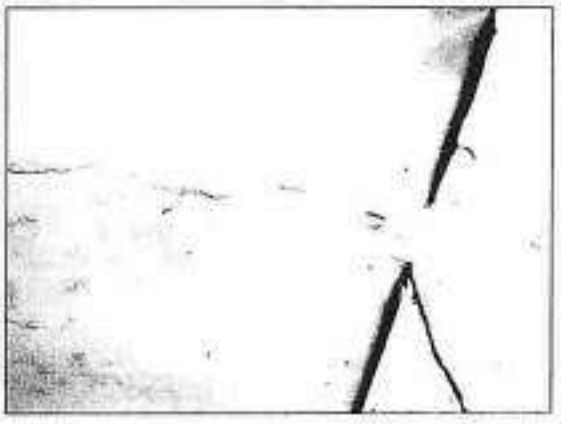
- La losa de piso se ve afectada especificamente en el lugar de la explosión, y es válido aclarar que se realizaron trabajos de demolición y retiro de una pequeña parte de la losa de piso en dicha zona, para poder hacer la respectiva investigación del caso, pero esto no afecta la estabilidad de la estructura por que no se ve afectada la cimentación de la edificación.



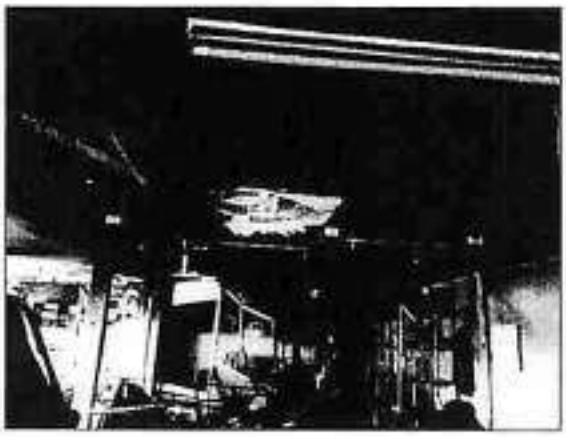
- En el muro de fachada continuo a la puerta de acceso sobre la calle 3, se evidencia una afectación de consideración, debido a que por la fuerza de la explosión el conjunto marco de puerta y muro presenta fisuras moderadas. Se deberá retirar el marco de la puerta y demoler total o parcialmente el muro de acuerdo a la afectación que presente.




- Se evidencia que gran parte de la edificación tiene una losa de cubierta en concreto, se observan fisuras en la pintura y algunas en el concreto en la zona adyacente a los soportes de las luminarias, las cuales presuntamente se generaron por el desprendimiento de las luminarias, estas fisuras son superficiales ya que desaparecen a los pocos centimetros de su inicio.

- Se evidencia en una parte de la edificación, una losa de cubierta aligerada que presentó desprendimiento de la pintura y pedazos de ladrillo, se sugiere evaluar con más detalle el estado de la losa, debido a que no fue posible tener acceso al segundo piso para evaluar visualmente el estado de la misma. Es muy importante demarcar y asegurar esta zona para evitar el tránsito por esta área especifica.





4. Conclusiones y Recomendaciones

- Los elementos estructurales -columnas y vigas en concreto- que conforman la edificación que aloja la notaria No.2, no presentan ninguna afectación que comprometan la estabilidad de la estructura.

- Los elementos no estructurales: muros divisorios en drywall, acabados arquitectónicos, luminarias, ventanas y puertas de vidrio, si presentan un daño severo en su integridad razón por la cual se debe tener las precauciones de seguridad durante el ingreso y estancia en la edificación mientras se hacen los trabajos de investigación, principalmente por el desprendimiento de la pintura del cielo raso, desprendimiento de luminarias y desplome de los muros divisorios.

- Los muros de fachada no presentan ninguna fisuración de consideración, a excepción del muro en mamposteria continuo a la puerta de acceso sobre la calle 3, el cual si tuvo una afectación de

consideración y presenta fisuras moderadas. Se deberá señalar de manera adecuada y evitar trabajos cercanos a este muro. Se sugiere demoler total o parcialmente el muro de acuerdo a la afectación que presente.

- Se recomienda acatar todas las medidas dispuestas por el área de seguridad y salud en el trabajo SYSO.

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2021-593450

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que YULENA TATIANA MORENO SAMANIEGO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1061692378, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 19202-188829 desde el 15 de Julio de 2010, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 791.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los cinco (05) días del mes de Febrero del año dos mil veintiuno (2021).



Rubén Dario Ochoa Arbeláez

_____
Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

RESOLUCIÓN NÚMERO **05144**

(18 MAR. 2016)

(Por medio de la cual se resuelve una solicitud de convalidación)

LA SUBDIRECTORA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR
en ejercicio de sus atribuciones legales y en especial las que le confiere el artículo 20 del Decreto 5012 de 2009 y la Resolución No 35 5 del 16 de enero de 2013

CONSIDERANDO:

Que YULENA TATIANA MORENO SAMANIEGO, ciudadana colombiana, identificada con cedula de ciudadanía No 1.061.692.378, presentó para su convalidación el título de MESTRE EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL, otorgado el 13 de marzo de 2014 por UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASIL, mediante solicitud radicada en el Ministerio de Educación Nacional con el No. CNV-2016-0001382.

Que de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 5012 de 2009, corresponde al Ministerio de Educación Nacional convalidar los títulos de educación superior otorgados por instituciones de educación superior extranjeras de acuerdo con las normas vigentes.

Que según el artículo 3º numeral 7, de la Resolución 06980 del 1 de mayo de 2013, una de las pruebas aplicables para efectos de la convalidación de títulos de educación superior otorgados por instituciones extranjeras, es el Caso Similar. En el referido precepto normativo se dispone lo siguiente: *"Se encuentra dentro de este concepto cuando el título que se somete a convalidación, corresponde a un programa académico que hubiera sido evaluado con anterioridad por el Ministerio de Educación Nacional o por el ICFES, siempre que se cumpla con las siguientes condiciones: 1) Debe pertenecer del mismo programa académico, es decir poseer la misma denominación. 2) Debe tratarse de la misma institución que otorgó el título. 3) Debe existir una diferencia entre las fechas de otorgamiento de los dos títulos y su respectiva resolución no superior a diez (6) años. En este evento, una vez verificadas las condiciones señaladas anteriormente, la solicitud de convalidación se resolverá en el mismo sentido de la decisión que sirvió como referencia. El trámite de convalidación se adelantará en un término no mayor a los (2) meses contados a partir de la fecha de radicación de la solicitud. Una decisión de convalidación realizada por aplicación del criterio de caso similar no podrá servir de soporte a otra convalidación*"

Que en un caso similar al contemplado en el anterior acto administrativo el Ministerio de Educación Nacional, mediante resolución No 9662 del 27 de octubre de 2011 convalidó un título otorgado el 13 de diciembre de 2007, por la misma universidad y correspondiente al mismo programa académico, previo evaluación de la Comisión Nacional Intersectorial para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior-CONACES-, el cual emitió concepto académico favorable señalando que el título obtenido es equivalente al de MAGÍSTER EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

Que con fundamento en las anteriores consideraciones y después de haber estudiado la documentación presentada, se concluye que es procedente la convalidación solicitada

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO.- Convalidar y reconocer para todos los efectos académicos y legales en Colombia, el título de MESTRE EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL, otorgado el 13 de mayo de 2014, por UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASIL, a YULENA TATIANA MORENO SAMANIEGO, ciudadana colombiana, identificada con cédula de ciudadanía No 1.061.692.378, como equivalente al título de **MAGÍSTER EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL**, que otorgan las instituciones de educación superior colombianas de acuerdo con la Ley 30 de 1992.

PARÁGRAFO.- La convalidación aquí otorgada no habilita al profesional beneficiario del cumplimiento de los requisitos exigidos por las normas que regulen el ejercicio de la respectiva profesión.

ARTÍCULO SEGUNDO.- La presente resolución rige a partir de la fecha de su ejecutoria y contra la misma proceden los recursos de reposición y apelación, los cuales deberán ser interpuestos en la diligencia de notificación personal o dentro de los 10 días siguientes a ella, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 76 de la Ley 1437 de 2011

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D. C., a los **18 MAR. 2016**

LA SUBDIRECTORA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR

JEANNETTE G. LEDESMA GONZÁLEZ

Proyectó: JFTS 9-3-16
Revisó: John López- Coordinador Grupo de Convalidaciones

FECHA 12 / 10 / 2016

RESOLUCIÓN 05144 / 2016

FIRMA NOTIFICADO Yuleima Moreno S.

NOTIFICADOR Carlos Ayala

La Universidad del Cauca

en nombre de la

República de Colombia

y por autorización del Ministerio de Educación Nacional

en atención a que

Yulena Tatiana Moreno Samaniego

C.C. Nº 1.061.692.378 de Popayán

ha cumplido con todos los requisitos legales y estatutarios,
le otorga el título de

Ingeniera Civil

con todos los derechos, privilegios y dignidades que la facultan para
el ejercicio de la profesión

Popayán, 5 de Marzo de 2.010

Registrado en el Libro de Diplomas Nº 074 Folio Nº 321

Diploma Nº 321.10 Resolución Nº 098. 2010 Acta Nº 10. 2010

El Rector
de la Universidad

El Decano
de la Facultad

La Secretaria Gral.
de la Universidad.

ACTA DE GRADO Nº 10 del 5 de marzo de 2010

En Popayán, capital del Departamento del Cauca, República de Colombia, a las 5:00p.m. del día viernes cinco (5) de Marzo de dos mil diez (2010) y en cumplimiento de la Resolución R-098 del 26 de febrero de 2010 expedida por el Rector del Alma Máter, se realizó un acto solemne de grado en el Paraninfo Francisco José de Caldas, para la entrega de títulos conferidos por la Universidad del Cauca. La Secretaria General, una vez instalada la Ceremonia, lee la resolución afirmando que la graduanda ha cursado y aprobado el plan de estudios con la intensidad horaria requerida y cumple con los requisitos legales y reglamentarios. El Rector le toma el juramento y le otorga el título de:

INGENIERA CIVIL
A:

YULENA TATIANA MORENO SAMANIEGO
cc1061692378 de Popayán

El diploma acredita su idoneidad para ejercer la profesión de Ingeniera Civil.

Se registra en el Libro Nº:074; Folio Nº:321; Diploma Nº:321-10

La ceremonia finaliza a las 6:00p m.

Para constancia se expide la presente Acta de Grado. (Firmado) DANILO REINALDO VIVAS RAMOS - Rector; JULIO CÉSAR DIAGO FRANCO - Decano de la Facultad de Ingeniería Civil; LAURA ISMENIA CASTELLANOS VIVAS - Secretaria General.

Se expide en Popayán, Ciudad Universitaria, a cinco (5) de marzo de dos mil diez (2010)

LAURA ISMENIA CASTELLANOS VIVAS
Secretaria General

Elaboró: Sonia D.

Nº 006111

Universidade de Brasília

O Reitor da Universidade de Brasília confere o título de

Mestra

a

Yulena Tatiana Moreno Samaniego

de nacionalidade equatoriana, nascida no País Equador,

no dia 19 de setembro de 1986, documento de identificação V803863-W RNE,

tendo em vista a conclusão do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil,

no dia 20 de março de 2014

e lhe outorga o presente Diploma a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Brasília, 13 de maio de 2014.

Reitor

Diplomado

Administração Acadêmica

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.

19202188829CAU

INGENIERA CIVIL

DE FECHA 15/07/2010

YULENA TATIANA

MORENO SAMANIEGO

C.C. 1061692378

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA 29/03/18 HORA INICIO 7:15 HORA FINAL _____ MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO	☐	TRONCAL DE POLIETILENO	☒	ANILLO DE POLIETILENO	☒		
ACOMETIDA	☐	INSTALACIÓN INTERNA	☐	E.R.M	☐	OTROS	☐

DIAMETRO DE LA TUBERÍA 3" 3/4 OBRA DE ALTO IMPACTO SI____ NO ____

DETALLE

TRASLADO		PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA		BUSCAR	
OTRO			

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Cra 3 Entre Bv 7 y 7.6

DETALLE DEL RECORRIDO

Se Socializa el plan de prevencion de daño al personal encargado de la obra Sobre las Redes existentes
Tambien Se Solicitara apique para identificar troncal 3" Acero 3/4., Se deja banderines

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Consorcio Acuantarillado Yumbo 2017.
TELEFONO: 310 597 2225 RESPONSABLE: Ing Raul Salgado.
ANOMALÍA: Excavacion sobre las Redes de gas

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso de emergencia comunicarce al 164, o al encargado de la Zona Jhosua Calcedo tel 320 559 11 23

Wilmer Camilo L
ENLACE TÉCNICO
Nombre Raul Lopez
Supervisor operativo

FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 1143910607
Teléfono 3105972225

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA 09/03/18 HORA INICIO 1:00 HORA FINAL _____ MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO ☐ TRONCAL DE POLIETILENO ☒ ANILLO DE POLIETILENO ☒
ACOMETIDA ☐ INSTALACIÓN INTERNA ☐ E.R.M ☐ OTROS ☐
DIAMETRO DE LA TUBERÍA 2" 3/4" OBRA DE ALTO IMPACTO SI____ NO____

DETALLE

TRASLADO		PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA		BUSCAR	
OTRO			

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Cra 4 con Cll 7

DETALLE DEL RECORRIDO

Se realiza Entrega de Señalización y Socialización de redes existente al personal encargado de la Obra desde Se deja banderin Mismo Cruce de 2"

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Consorcios obra Yumbo 2017
TELÉFONO: 314 628 1853 RESPONSABLE: Oscar gutierrez Ing. Diana Muñoz S.
ANOMALÍA:

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso de emergencia Comunicar al 164 o encargado de la zona Jhosua Caicedo 3205541123

Victor Cruz V.
FIRMA TÉCNICO
Nombre Mauricio Lopez
Supervisor de operación

Oscar Gutierrez
FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 1 112-100.075
Teléfono 3146281853

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA 24/04/2018 HORA INICIO 9:30 HORA FINAL 9:45 MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO	☐	TRONCAL DE POLIETILENO	☐	ANILLO DE POLIETILENO	☒
ACOMETIDA	☐	INSTALACIÓN INTERNA	☐	E.R.M ☐	OTROS ☐

DIAMETRO DE LA TUBERÍA 3/4" OBRA DE ALTO IMPACTO SI____ NO____

DETALLE

TRASLADO		PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA		BUSCAR	
OTRO	X		

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Carrera 4 con calle 4 Esquina

DETALLE DEL RECORRIDO

Intervencion de via, Carrera 4, se brinda información sobre las redes de gas del sector anillo 3/4" y Cruce de anillo 3/4".

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Jhonni Lopez Grajales - CONSITEC INGENIERIA

TELÉFONO: 3173191465 RESPONSABLE:

ANOMALÍA:

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Realizar excavacion manual sobre las redes de gas en caso de emergencia llamar a la linea 164 de Gases de occidente.

E-Steven gonzalez.
FIRMA TÉCNICO
Nombre Steven gonzalez

FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 1669553
Teléfono

Versión

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA 26/02/2019 HORA INICIO 8:52 am HORA FINAL 9:58 am MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO: Contrato 7205148

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO		TRONCAL DE POLIETILENO	X	ANILLO DE POLIETILENO			
ACOMETIDA		INSTALACIÓN INTERNA		E.R.M		OTROS	X polivalvula

DIAMETRO DE LA TUBERÍA 7" OBRA DE ALTO IMPACTO SI ____ NO X

DETALLE

TRASLADO		PINTURA	
MANTENIMIENTO	X	REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA		BUSCAR	
OTRO			

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Cauca 2 con calle 7 # 7-15 Barrio Bolaleoeste

DETALLE DEL RECORRIDO

No se observa tubo ni tubería expuesta, es la polivalvula #20 que se encuentra sin tapa se le indica a la usuaria que se va a enviar el caso a GDO para realizar una tapa recibió parcial de la polivalvula. se indica la usuaria que por ahí pasan niños caminando el pie. polivalvula se encuentra llena de agua

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Shirley Giraldo Fernandez

TELÉFONO: 6695093 RESPONSABLE: ____

ANOMALÍA: ____

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso de emergencia llamar a la línea 164

FIRMA TÉCNICO
Nombre: Edwin Cetor

FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 29431500
Telefono 6695093

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA: 15/08/2018 HORA INICIO 2:54 pm HORA FINAL 3:30 pm MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO: 157802781

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO ☐ TRONCAL DE POLIETILENO ☐ ANILLO DE POLIETILENO ☐
ACOMETIDA ☐ INSTALACIÓN INTERNA ☐ E.R.M ☐ OTROS ☒ polivinyl
DIAMETRO DE LA TUBERÍA OBRA DE ALTO IMPACTO SI____ NO ☒

DETALLE

TRASLADO	☐	PINTURA	☐
MANTENIMIENTO	☒	REEMPLAZAR	☐
PROFUNDIZAR	☐	TAPA	☐
GEO REFERENCIAR	☐	PROTECCIÓN	☐
EXPUESTA	☐	BUSCAR	☐
OTRO	☐		

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Carrera con calle 1 - 64 Barrio Bolívar

DETALLE DEL RECORRIDO

Se realizó patrullaje debido a que la tapa estaba retirada, dando efectividad al ppd. Se pudo apreciar y el personal de gdo los lugares debido a que ya se encuentra en funcionamiento la obra de la ampliación con - yumbo # Hab. intervenidos sobre la red de gas 2" y de 1,2"

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Bavaria Yumbo

TELÉFONO: 2456074 RESPONSABLE: _____

ANOMALÍA: _____

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: _____

FIRMA TÉCNICO

Nombre _____

FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. _____
Teléfono _____

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA: 24/08/2018 **HORA INICIO** 11.30 Am **HORA FINAL** 12:00 pm **MUNICIPIO** Yumbo

ORDEN DE TRABAJO: Contrato 1253111

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO	☐	TRONCAL DE POLIETILENO	☐	ANILLO DE POLIETILENO	☐		
ACOMETIDA	☑	INSTALACIÓN INTERNA	☐	E.R.M	☐	OTROS	☐

DIAMETRO DE LA TUBERÍA 1/2" OBRA DE ALTO IMPACTO SI____ NO X

DETALLE

TRASLADO		PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA	X	BUSCAR	
OTRO			

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Carrera 3 Con calle 2 # 7-33 Barrio Belalcazar

DETALLE DEL RECORRIDO

Se adjunta gps en donde se observa tubería expuesta, debido a se encuentra en el predio se mira a 600 pero que es falsa el caso.

NOMBRE EMPRESA / USUARIO:

TELÉFONO: RESPONSABLE:

ANOMALÍA:

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso de emergencia llamar a la línea 164

FIRMA TÉCNICO
Nombre

FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C.
Teléfono

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA 18 Sept 2018 HORA INICIO 8.30 HORA FINAL 9.10 MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO	☐	TRONCAL DE POLIETILENO	☐	ANILLO DE POLIETILENO	☐
ACOMETIDA	☑	INSTALACIÓN INTERNA	☐	E.R.M ☐	OTROS ☐

DIAMETRO DE LA TUBERÍA 1/2 OBRA DE ALTO IMPACTO SI ____ NO ____

DETALLE

TRASLADO	✓	PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA		BUSCAR	
OTRO			

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Cr 4 Cll 10-21

DETALLE DEL REGORRIDO

Se evidencia que acometida va quedar dentro de caja de acueducto.

Medidores N°: 0033896 - 2004. Y 0033891 - 2004

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Elizabet Paz cardona

TELÉFONO: 3127159851 RESPONSABLE:

ANOMALÍA: Acometida en caja de acueducto

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Se le indica a usuario que debe llamar a gases de occidente a solicitar Modificacion de acometida de manera prioritaria.

José L. Guerrero
FIRMA TÉCNICO
Nombre Tel: 3205591123

Elizabeth Paz
FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 21473873
Teléfono

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIEI
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA: 18 sept/ 2018 HORA INICIO 9:20 HORA FINAL 10.00 MUNICIPIO Yumbo.

ORDEN DE TRABAJO:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO ☐ TRONCAL DE POLIETILENO ☐ ANILLO DE POLIETILENO ☐
ACOMETIDA ☒ INSTALACIÓN INTERNA ☐ E.R.M ☐ OTROS ☐
DIAMETRO DE LA TUBERÍA 1/2 cts OBRA DE ALTO IMPACTO SI ____ NO ____

DETALLE

TRASLADO	✓	PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA		BUSCAR	
OTRO			

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Cr 4 Cll 10- 14.

DETALLE DEL RECORRIDO

Se evidencia acometida ya quedar dentro de caja de acueducto.

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Fabian valencia
TELÉFONO: 3188995980 RESPONSABLE:
ANOMALÍA: Acometida dentro caja acueducto

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Se le indica a usuario que debe llamar a gases de occidente. a solicitar modificacion de acometida de manera prioritaria— 4187333

Josel Guerrero
FIRMA TÉCNICO
Nombre 3205591123

Fabian Valencia
FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 94.264.85[illegible]
Teléfono 3188995980

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA: 21/12/2018 HORA INICIO 9:37 am HORA FINAL 10:00 am MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO: 1494230911

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO		TRONCAL DE POLIETILENO		ANILLO DE POLIETILENO	X		
ACOMETIDA		INSTALACIÓN INTERNA		E.R.M		OTROS	

DIAMETRO DE LA TUBERÍA 3/4" OBRA DE ALTO IMPACTO SI____ NO____

DETALLE

TRASLADO		PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	
EXPUESTA	X	BUSCAR	
OTRO			

DIRECCIÓN DE PATRULLAJE

Dirección predio de la usuaria Cl 41 cl 3 # 3-83 dirección donde esta el hueco y la tubería expuesta Cra 3 con Cl 41

DETALLE DEL RECORRIDO

Se ubican en el punto que se pasa tubería de gas 3/4" no se alcanza a identificar en la zona pero hay dichos trabajos y nos indica la usuaria que las vio por medio de excavación no se demarca a visualizar si es la red. Se envía cosa a GDO.

NOMBRE EMPRESA / USUARIO:

TELÉFONO: RESPONSABLE:

ANOMALÍA: Se ha visto socavación al frente de la vía en una mala estructura y por fuertes lluvias.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso de emergencia llama a la línea 164.

FIRMA TÉCNICO
Nombre Nelly Cortes.

FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 38440788
Teléfono 3761829

GdO
Gases de Occidente

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
JEFATURA DE INTEGRIDAD
RC -738
PATRULLAJES PREVENTIVOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA: 23/5/19 HORA INICIO 9:25 HORA FINAL _____ MUNICIPIO Yumbo

ORDEN DE TRABAJO: 1593009172

DESCRIPCION DEL SISTEMA

TUBERÍA ACERO	☐	TRONCAL DE POLIETILENO	☐	ANILLO DE POLIETILENO	☐
ACOMETIDA	☐	INSTALACIÓN INTERNA	☐	E.R.M ☐	OTROS ☐

DIAMETRO DE LA TUBERÍA OBRA DE ALTO IMPACTO SI____ NO X

DETALLE

TRASLADO		PINTURA	
MANTENIMIENTO		REEMPLAZAR	
PROFUNDIZAR		TAPA	
GEO REFERENCIAR		PROTECCIÓN	X
EXPUESTA		BUSCAR	
OTRO	X		

DIRECCION DE PATRULLAJE

Cra 4 Nº 6-02 barrio (Belén) Belalcazar arriba.

DETALLE DEL RECORRIDO

Se me comunica por parte de la vecina que posiblemente hay red de anillo dentro de caja domiciliaria, al verificar la zona solo se encuentra acometida y la evidencia que gases de occidente no puede intervenir en espacio público (colegunas) por diseños y garantías de andenes

NOMBRE EMPRESA / USUARIO: Miriam Muñoz.

TELÉFONO: 3176778836. RESPONSABLE: _____

ANOMALÍA:

Posible red embebida en caja domiciliaria.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: No se evidencia red expuesta, usuario manifiesta que dentro de cotejuin hay una caja de alcantarillado y pasa red dentro de la misma.

FIRMA TÉCNICO
Nombre
320 579 1173

FIRMA CONTRATISTA / USUARIO
C.C. 1143977163
Teléfono

GdO

ESTACION ODORIZACION

RC-037

1. IDENTIFICACIÓN

TAG 7101253 ORDEN 150171644 UBICACIÓN Yamba Reinauer

	DIA	MES	AÑO
INICIO	14	01	2019
FINAL			

CUADRILLA 349 HORA INICIO 1300 HORA FINAL 1700

PERIODICIDAD: MENSUAL [ ] ANUAL [X]

TIPO DE MTTO: PREVENTIVO [X] CORRECTIVO [ ] EMERGENCIA [ ]

ACTIVIDAD: VERIFICACION [ ] MANTENIMIENTO [X]

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	X		
MODELO	6300		
MARCA	YZ		
SERIE	W08398		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACION	AMARILLO (Instalación Peligrosa)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)
	B	Ext	B	Ext	B	Ext

B = BUEN M = MAL ESTADO P = PENDIENTE X INSTALAR NA = NO APLICA

ESTADO ESTACION	PRESENTA VALVULA	PRESENTA ASEO	PRESENTA PINTURA	CUERPO PRESENTA PINTURA	CASETA ESTADO PINTURA	CASETA ESTADO VIDRIOS	CASETA ESTADO PINTURA
	S	S	N	N	N	N	N

OBSERVACIONES

N/A

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD DE INYECCIÓN

	ENCONTRÓ	DUEJÓ	
Presión de Línea	226	226	
Presión tanque de expansión	—	—	
Presión tanque de almacenamiento	31	31	
Presión funcionamiento de la bomba	31	31	
Presión de alivio tanque de expansión	29	29	
Numero de strokes/min	1		
cc/stroke	1		
Numero total de strokes	—		
Nivel tanque de almacenamiento	98		%
Bateria	13.1		VDC
Voltaje panel solar	13.1		VDC
Temperatura	—	—	°C

OD DE GOTEO / ARRASTRE

Dosificación ordenada (Orificio) (Ubia odorizadores de Celtro)	1	Gr/mm
Nivel tanque de almacenamiento	1	%
Presión diferencial	1	PSI

VERIFICACION DE FUGAS			
Presencia De Fugas (S/N)	N	Cantidad	
Corrosión (S/N)	N	Cantidad	
Grado 1	N/A	Ubicación	N/A
Grado 2		Ubicación	
Grado 3		Ubicación	

LIMPIEZA PANEL: SI [ ] NO [ ]

ALARMAS: SI [ ] NO [ ] NM [ ] CUAL

SERVACIONES: Se realizó Traslado de odorizante. Display Malo.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VENCIDOS: Tinpel (Cartonal)

Versión: 08/03/21
VERSIÓN 2

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC-037

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES

6. OBSERVACIONES GENERALES

EJECUTÓ

Nombre y firma

EJECUTÓ

Nombre y firma

REVISÓ Y APROBÓ

Nombre y firma

Fecha 2019-01-18

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

ESTACION ODORIZACION

RC 037

1. IDENTIFICACIÓN

TAG 7101253 ORDEN 1528007895 UBICACIÓN YUMBO RESIDENCIAL

	DIA	MES	AÑO
INICIO	04	02	2019
FINAL			

CUADRILLA 549 HORA INICIO 16:20 HORA FINAL 17:20

PERIODICIDAD	MENSUAL	
	ANUAL	
TIPO DE MTTO	PREVENTIVO	✓
	CORRECTIVO	
	EMERGENCIA	
ACTIVIDAD	VERIFICACIÓN	✓
	MANTENIMIENTO	

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	✓		
MODELO	610 G		
MARCA	YZ		
SERIE	N08396		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACION	AMARILLO (Exclusion Peligrosa)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int. Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int. Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int. Ext)
	SI	INT	SI	INT	SI	EXT

B = BUENO M = MAL ESTADO P = PENDIENTE A REPARAR NA = NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (B/M/NA)	PRESENTA SALIDA	PRESENTA VENTEO	PRESENTA PEGATINA	CUMPLE REQUISITO PINTURA	CAJA PROTECCION PINTURA INT	CAJA PROTECCION PINTURA EXT	CAJA CUADRADO PINTURA
	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD DE INYECCIÓN

	ENCONTRO	DEJADO
Presión de Linea	242	242
Presión tanque de expansión	31	31
Presion tanque de almacenamiento	—	—
Presión funcionamiento de la bomba	31	31
Presión de alivio tanque de expansion	—	—

Numero de strokes/min	1	
cc/stroke	0.01	
Numero total de strokes	30595	
Nivel tanque de almacenamiento	95	%
Bateria	10.13	VDC
Voltaje panel solar	NA	VDC
Temperatura	NA	°C

OD DE GOTEO / ARRASTRE

Bay / carro soplado / del carro / sólo estructura de Gabion		Unidad
Nivel tanque de almacenamiento		%
Presión diferencial		Psi

VERIFICACION DE FUGAS

Presencia De Fuga (S/N)	SI	Cantidad	9
Cambio de color	NO	Cantidad	9
Grado 1		Ubicación	AU
Grado 2		Ubicación	
Grado 3		Ubicación	

DIGITAL
2019 FEB. 13
VIVIANA VIDAL V.
O & M

	SI	NO	NA
LIMPIEZA PANEL		✓	
ALARMAS		✓	

CUAL —

OBSERVACIONES ODORIZADOR FUNCIONANDO CON NORMALIDAD. SE REPORTA TRANSVASE CON TANQUE DE RESERVA EL CUAL QUEDO CON 3/4 DE SU CAPACIDAD.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VENENOSOS

RESPEL (VENENOSO)

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC-017

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES

6. OBSERVACIONES GENERALES

TRASVASE DE OCCIDENTE A TANQUE DE RESPALDO DEL EQUIPO
EL TANQUE QUEDO CON 3/4 DE SU CAPACIDAD DE VOLUMEN
HERMETICIDAD Y FUNCIONAMIENTO.
EQUIPO QUEDO INYECTANDO CON NORMALIDAD

EJECUTÓ

ESAUD JIMENEZ

Nombre y firma

EJECUTÓ

ALEXANDER VILLAMIZAR

Nombre y firma

REVISÓ Y APROBÓ

Nombre y firma

FECHA 2019-02-12

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

GdO

ESTACION ODORIZACION

RC-037

1. IDENTIFICACIÓN

TAG 7101253 ORDEN 1558 2401 UBICACIÓN Y 480 RESIDENCIAL

	DIA	MES	AÑO
INICIO	06	03	2019
FINAL	06	03	2019

CUADRILLA CENTRO HORA INICIO ____ HORA FINAL ____

PERIODICIDAD	MENSUAL	✓
	ANUAL	
TIPO DE MTTO	PREVENTIVO	✓
	CORRECTIVO	
	EMERGENCIA	
ACTIVIDAD	VERIFICACION	✓
	MANTENIMIENTO	

TIPO EQUIPO	INYECCION ✓	GOTEO	ARRASTRE
MODELO	610 G - 60N - 1D		
MARCA	YZ		
SERIE	N068918		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACIÓN	AMARILLO (Sustancias Peligrosas)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (In-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (In-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (In-Ext)
	B		B	±	B	E

B = BIEN M = MAL ESTADO P = PENDIENTE A INSTALAR NA = NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (S-N-NA)	PRESENTA VALVES	PRESENTA AGUA	PRESENTA PLACAS	CUMPLE VIALIDAD PEATONAL	CUMPLE ESPACIO PEATONAL	CUMPLE VIALIDAD PEATONAL	CUMPLE VIALIDAD PEATONAL
	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES

N/A

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD. DE INYECCIÓN

	ENCONTRO	QUEDO
Presión de Linea	60	60
Presión tanque de expansión	—	—
Presión tanque de almacenamiento	31	31
Presión funcionamiento de la bomba	32	32
Presión de alivio tanque de expansión	—	—

Numero de strokes/min	1 /minuto
cc/stroke	BOMBA 60cc
Numero total de strokes	42809
Nivel tanque de almacenamiento	90 %
Bateria	13.64 VDC
Voltaje carro octo	13.64 VDC
Temperatura	— °C

OD. DE GOTEO / ARRASTRE

Dosificación odorante (cc/min)	— cc/min
Nivel odorizadores (Litros)	
Nivel tanque de almacenamiento	N/A %
Presión diferencial	N/A psi

VERIFICACIÓN DE FUGAS

Presencia de Fugas (S/N)	N	Cantidad	0
Corrosión (S/N)	—	Cantidad	0
Grado 1	N/A	Ubicación	N/A
Grado 2	N/A	Ubicación	N/A
Grado 3		Ubicación	

LIMPIEZA PASE: SI ____ NO ✓

ALARMAS: SI ____ NO ____ N/A ✓ CUAL ____

DIGITADO POR:
2019 MAR 27
Vanessa Londoño S.
O & M

OBSERVACIONES N/A

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VERTIDOS N/A

FORM-OM-0001-07
VERSION 7

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC 037

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES

5. OBSERVACIONES GENERALES

SE VERIFICA CHORIZO POR EL CUAL SE ENCUENTRA Y DEJA OPERANDO CON EFICIENCIA Y SIN FUGAS.
SE CALIBRADO NIVEL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO EN EL TOPE LA PUESTO EN EL 70%.
SE VERIFICO EL # TOTAL DE STROKES CUANDO SE APAGO EL EQUIPO PARA RECARGAR LA BATERIA.

EJECUTO

Nombre y firma

EJECUTO

Nombre y firma

REVISO Y APROBO

Nombre y firma

Fecha 2019-11-03

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

GdO

ESTACION ODORIZACION

RC-017

1. IDENTIFICACIÓN

J101253 ORDEN 158002799 UBICACIÓN VIVIBO RESIDENCIAL

	DIA	MES	AÑO
INICIO	29	04	2019
FINAL	29	04	2019

CUADRILLA: CENTRO HORA INICIO: 15:00 HORA FINAL: 16:00

PERIODICIDAD: MENSUAL ✓ / ANUAL

TIPO DE MTTO: PREVENTIVO ✓ / CORRECTIVO / EMERGENCIA

ACTIVIDAD: VERIFICACION ✓ / MANTENIMIENTO

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	✓		
MODELO	610 G - 00N - 1 D		
MARCA	YT		
SERIE	N08394		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACION	AMARILLO (Sustancias Peligrosas)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)
	B	INT	B	INT	B	EXT

B = BIEN, M = MAL ESTADO, P = PENDIENTE X INSTALAR, NA = NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (S-N-NA)	PRESENTA MALEZA	PRESENTA AGUA	PRESENTA PLAGAS	EQUIPO REQUIERE PINTURA	CAJA REQUIERE PINTURA INT.	CAJA REQUIERE PINTURA EXT.	CAJA LLAVE REQUIERE PINTURA
	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES

N

A

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD DE INYECCIÓN

	ENCONTRÓ	QUEDÓ
Presión de Línea	60 PSI	60 PSI
Presión tanque de expansión	N.A	N.A
Presión tanque de almacenamiento	30 PSI	30 PSI
Presión funcionamiento de la bomba	30 PSI	30 PSI
Presión de alivio tanque de expansión	—	—

Número de strokes/min	1/1 MINUTO	
cc/stroke	0.1 CC/EST.	
Número total de strokes	33	
Nivel tanque de almacenamiento	90	%
Batería	13.5	VDC
Voltaje panel solar	13.1	VDC
Temperatura	N.A	°C

OD DE GOTEO / ARRASTRE

Dosificación odorante del equipo (sólo odorizadores de Goteo)		cc/min
Nivel tanque de almacenamiento		%
Presión diferencial		PSI

VERIFICACION DE FUGAS			
Presencia De Fugas (S/N)	NO	Cantidad	0
Corrección (S/N)	NO	Cantidad	0
Grado 1: N/A		Ubicación	N/A
Grado 2:		Ubicación	
Grado 3:		Ubicación	

	SI	NO	
LIMPIEZA PANEL		✓	

	SI	NO	NA
ALARMAS		✓	

CUAL

DIGITADO POR: 2019 MAYO 2 5 Vanessa Londoño S. O & M

OBSERVACIONES: SE HIZO TRASVASE DESDE EL TANQUE AUXILIAR. SE DEJO TANQUE DEL ODORIZADOR EN 0% Y el AUXILIAR EN UN 40%

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VERTIDOS

N/A

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC-337

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES

6. OBSERVACIONES GENERALES

EL EQUIPO OPERA CON NORMALIDAD Y SIN FUGAS.

EJECUTO

ALFONSO RODRIGUEZ

Nombre y firma

ALFONSO R.

EJECUTO

Nombre y firma

REVISO / AVALO

Nombre y firma

Supervisor Pelado

20/04/11-29

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

ESTACION ODORIZACION

RC-037

1. IDENTIFICACIÓN

TAG: 710253 ORDEN: 16J900473 UBICACIÓN: YUMBO RESIDENCIAL

	DIA	MES	AÑO
INICIO	28	05	2019
FINAL			

CUADRILLA: 349 HORA INICIO: 13:10 HORA FINAL: 14:10

PERIODICIDAD: MENSUAL ✓ / ANUAL

TIPO DE MTTO: PREVENTIVO / CORRECTIVO / EMERGENCIA

ACTIVIDAD: VERIFICACION / MANTENIMIENTO

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	/		
MODELO	610 G		
MARCA	YZ		
SERIE	N08356		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACION	AMARILLO (Distancias Peligrosas)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int- Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int- Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int- Ext)
	B	EXT	B	INT	B	EXT

B = BIEN, M = MAL ESTADO, P = PENDIENTE X INSTALAR, NA = NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (S, N, N/A)	PRESENTA MALEZA	PRESENTA ROEDR	PRESENTA FUGAS	EQUIPO REQUIERE PINTURA	CAJA REQUIERE PINTURA INT	CAJA REQUIERE PINTURA EXT	CAJA SCADA REQUIERE PINTURA
	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES

NO / A.

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD. DE INYECCIÓN

	ENCONTRÓ	QUEDÓ
Presión de Línea	60	60
Presión tanque de expansión	N.A	N.A
Presión tanque de almacenamiento	30	30
Presión funcionamiento de la bomba	30	30
Presión de alivio tanque de expansión	—	—

Número de strokes/min	1/1 MINUTO.	
cc/stroke	0.1 cc/EST.	
Número total de strokes	11	
Nivel tanque de almacenamiento	93	%
Batería	13.2	VDC
Voltaje panel solar	N/A.	VDC
Temperatura		

OD. DE GOTEO / ARRASTRE

Dosificación odorante del equipo (sólo odorizadores de Goteo)	/	cc/min
Nivel tanque de almacenamiento	/	%
Presión diferencial	/	PSI

VERIFICACION DE FUGAS			
Presencia De Fugas (S/N)	NO	Cantidad	0
Corrección (S/N)	NO	Cantidad	0
Grado 1:	Ubicación	N/A	
Grado 2:	Ubicación		
Grado 3:	Ubicación		

DIGITADO POR:
2019 JUN. 21
Vanessa Londoño S.
O & M

LIMPIEZA PANEL: SI / NO ✓

ALARMAS: SI / NO ✓ / N/A — CUAL

OBSERVACIONES: ODORIZADOR ESTABA APAGADO PROVE LA SELENOIDE ESTABA MALA.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VEHICULOS: RESPEL (VEHACUCO)

Gases de Occidente
— Tu conexión con una vida mejor —

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC-037

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES
3181	VALVULA SELENOIDE 1		1088.				

6. OBSERVACIONES GENERALES

SE INSTALO VALVULA SELENOIDE EN ODORIZADOR. SE DEJO EQUIPO FUNCIONANDO CON NORMALIDAD

Cierre total por cambio de Valvula Selenoide.

EJECUTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ Y APROBÓ
ESAUD JULIANA	ESTEBAN OQUENDO	
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y firma
		Fecha: 2-Jun-17

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

GdO

ESTACION ODORIZACION

RG-037

1. IDENTIFICACIÓN

TAG: 7100253 ORDEN: [illegible] UBICACIÓN: Yumbo Residencial

	DIA	MES	AÑO
INICIO	14	05	2019
FINAL	14	05	2019

CUADRILLA: 349 HORA INICIO: 8:30 HORA FINAL: 10:30

PERIODICIDAD	MENSUAL	X
	ANUAL	
TIPO DE MTTO	PREVENTIVO	X
	CORRECTIVO	
	EMERGENCIA	
ACTIVIDAD	VERIFICACION	X
	MANTENIMIENTO	

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	X		
MODELO	610 6		
MARCA	Y2		
SERIE	N≠B398		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACION	AMARILLO (Sustancias Peligrosas)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)
	B	INT	B	INT	B	EXT

B = BIEN M = MAL ESTADO P = PENDIENTE X INSTALAR NA = NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (S-N-NA)	PRESENTA MALEZA	PRESENTA AGUA	PRESENTA PLAGAS	FALTA REQUIERE PINTURA	CAJA REQUIERE PINTURA INT	CAJA REQUIERE PINTURA EXT	CAJA SOLDA REQUIERE PINTURA
	N	S	N	N	N	N	N

OBSERVACIONES:

N/A

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD. DE INYECCIÓN

	ENCONTRÓ	QUEDÓ
Presión de Linea	60	60
Presión tanque de expansión	N/A	N/A
Presión tanque de almacenamiento	31.2	31.2
Presión funcionamiento de la bomba	31.2	31.2
Presión de alivio tanque de expansión	—	—

Número de strokes/mn	1/1 min	
cc/stroke	0.1 c.c/Stroke	
Número total de strokes	11	
Nivel tanque de almacenamiento	85	%
Bateria	13.2	VDC
Voltaje panel solar	13.2	VDC
Temperatura	—	

OD. DE GOTEO / ARRASTRE

Dosificación odorante del equipo (sólo odorizadores de Goteo)	/	cc/min
Nivel tanque de almacenamiento	/	%
Presión diferencial	/	Psi

VERIFICACION DE FUGAS			
Presencia De Fugas (S/N)	N	Cantidad	N
Corrosión (S/N)	N	Cantidad	N
Grado 1:	N/A	Ubicación	
Grado 2:		Ubicación	N/A
Grado 3:		Ubicación	

DIGITADO POR:
2019 MAY 27
Vanessa Londoño S.
O & M

	SI	NO
LIMPIEZA PANEL		X

	SI	NO	NA
ALARMAS		X	

CUAL: _____

OBSERVACIONES: Se realiza purga del equipo, se realiza limpieza en contactos electronicos del controlador y bobina de Solenoide. Se deja equipo operando.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VERTIDOS: Respel Castrol

Vigencia: 201608 02
VERSION 7

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC-037

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES

5. OBSERVACIONES GENERALES

Se recomienda cambio de cabeza Seccionador.

N.N. Se cambia Cabeza Seccionador

EJECUTÓ

Ernesto Lucumí

Nombre y firma

EJECUTÓ

Esteban Oquendo.

Nombre y firma

REVISÓ Y APROBÓ

Nombre y firma

Fecha 21/May/19

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

ESTACION ODORIZACION

RC-037

1. IDENTIFICACIÓN

TAG 7101253 ORDEN 165738017 UBICACIÓN EDM YOPAL RESIDENCIAL

	DIA	MES	AÑO
INICIAL	20	06	2019
FINAL	20	06	2019

CUADRILLA CENTRO HORA INICIO 15:00 HORA FINAL

PERIODICIDAD: MENSUAL [ ] ANUAL [ ]

TIPO DE MTTO: PREVENTIVO [ ] CORRECTIVO [ ] EMERGENCIA [✓]

ACTIVIDAD: VERIFICACION [✓] MANTENIMIENTO [ ]

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	✓		
MODELO	6106 - 06N - 1D		
MARCA	YZ		
SERIE	NOE3598		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACIÓN	AMARILLO (Sustancias Peligrosas)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int-Ext)
	B	INT	B	INT	B	EXT

B - BUEN M - MAL ESTADO P - PENDIENTE X - ESTALAR NA - NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (S/N/NA)	PRESENCIA AGUA	PRESENCIA ACEITE	PRESENCIA PLAGAS	CUERPO EXTRAÑO PINTURA	FALTA PERNOS PINTURA	FALTA PERNOS PINTURA	CUERPO EXTRAÑO PINTURA
	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES EQUIPO CUENTA CON FICHAS TECNICAS, NO PUEDA DESCARGAR DOMICILIO.

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD_DE INYECCIÓN

	ENCONTRO	DEJADO
Presión de Linea	60 PSI	60 PSI
Presion tanque de expansión	N/A	N/A
Presión tanque de almacenamiento	30 PSI	30 PSI
Presión funcionamiento de la bomba	30 PSI	30 PSI
Presión de alivio tanque de expansion	N/A	N/A

Numero de strokes/min	1STRKE/1 MIN	
cc/stroke	01 CC/STROKE	
Numero total de strokes		
Nivel tanque de almacenamiento	78	%
Bateria	12,9	VDC
Volta e panel solar	12,9	VDC
Temperatura	N/A	°F

OD DE GOTEO / ARRASTRE

Dosificación (diluyente del producto / producto)	N/A
Nivel tanque de almacenamiento	N/A
Presión diferencial	

VERIFICACION DE FUGAS

Presencia De Fugas (S/N)	NO	Cantidad	N/A
Corrección (S/N)	NO	Cantidad	
Grado 1		Ubicación	
Grado 2	N/A	Ubicación	N/A
Grado 3		Ubicación	

	SI	NO
LIMPIEZA PANEL		✓

	SI	NO	N/A	CUAL
ALARMAS			✓	

DIGITADO POR: 20 JUN 25 Vanessa Londoño S. O & M

OBSERVACIONES N/A

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS REMOVIDOS RESPEL (VE Hidrolo)

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC 037

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES
	N				N		
	A				A		

5. OBSERVACIONES GENERALES

SE CONOCE EQUIPO EXCENDIDO, INYECCION DE OXIDANTE ESTRUCTURAL SE REALIZA PROCEDIMIENTO DE PURGA PREVENTIVO PARA CAMPAÑA DE OXIDANTE, SE RECOMIENDA CAMBIAR CIRCUITO DE 4PG. EN CINCO DE 3PG. EN VISITA X PEDIDOS SIN INSTRUMENTO

REALIZAR SEGUIMIENTO AL OXIDADOR.

EJECUTO TECNICO CALLE DE JUAN TORRES PLAZA ALEXANDER RODRIGUEZ ALEXANDER VILLANUEVA

Nombre y Firma

EJECUTO

Nombre y Firma

REVISO Y APROBO

Nombre y Firma

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

ESTACION ODORIZACION

RC-007

DIGITADO POR: ABR 25 Vanessa Londoño S.

1. IDENTIFICACIÓN

TAG _____ ORDEN 165738018 UBICACIÓN Yambo Residencial

CUADRILLA Centro HORA INICIO 10:30 HORA FINAL _____

	DIA	MES	AÑO
INICIO	20	OC	2019
FINAL	21	OC	

PERIODICIDAD: MENSUAL [ ] ANUAL [ ]

TIPO DE MTTO: PREVENTIVO [ ] CORRECTIVO [✓] EMERGENCIA [ ]

ACTIVIDAD: VERIFICACION [ ] MANTENIMIENTO [✓]

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	✓		
MODELO	630 LVO		
MARCA	47		
SERIE	408398		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO SEÑALIZACION	AMARILLO (Barreras Peligrosas)		AMARILLO (Espacio Confinado)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int- Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int- Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (Int- Ext)
	B	Ext	B	Int	B	Ext

B - BUENO M - MAL ESTADO P - PEDIENTE A INSTALAR NA - NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (B/M/NA)	PRESENTA MALEZA	PRESENTA AGUA	PRESENTA PLAGAS	CUENTA RECIPIENTE PARA RESIDUOS	CAJA REJILLA PROTECTORA	CAJA REJILLA PROTECTORA	CAJA TAPA RECIPIENTE PARA
	SI	SI		NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES
Se encuentra bunker con agua por condensación interna

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD DE INYECCIÓN

	ENCONTRÓ	DEJÓ
Presión de Linea	60	60
Presión tanque de expansión	N/A	N/A
Presión tanque de almacenamiento	30	30 ?
Presión funcionamiento de la bomba	30	30
Presión de aire tanque de expansión	N/A	N/A

Numero de strokes/min	1/47 30?
extstroke	
Numero total de strokes	903
Nivel tanque de almacenamiento	76
Bateria	12.96 VDC
Voltaje panel solar	12,98 VDC
Temperatura	

OD DE GOTEO / ARRASTRE

Desplazar en retroceso del registro (solo odorizadores de Goteo)	N/A	cm
Nivel tanque de almacenamiento	N/A	%
Presión diferencial	N/A	P

VERIFICACION DE FUGAS

Presencia de Fugas (S/N)	N	Cant Lbs	N/A
Corrosion (S/N)	N/A	Cant Lbs	N/A
Grado 1	Observ	N	
Grado 2	Observ		
Grado 3	Observ	N/A	

% Regulador > 40%

DIGITADO POR: ABR 25 Vanessa Londoño S. 08:41

	SI	NO
LIMPIEZA PANEL		✓

	SI	NO	NA
ALARMAS		✓	

CUAL _____

OBSERVACIONES Se conecta manualmente para el cambio de cheque en linea de inyección

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VERTIDOS

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC-037

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES

6. OBSERVACIONES GENERALES

Se realiza Cambio de chapa antihurto en buzón sin inyección instalando su operatividad y descripción equipo quedó inoperativo x stock/linea. Se monitorea inyección de ramal mostrar de recibo conservación en operatividad.

queda 1/47 seg, se cambia contratista del equipo.

EJECUTÓ

Pedro Luis Cifuentes / Alfonso Rodriguez / Duvan Valbi

Nombre y Firma

EJECUTÓ

Nombre y firma

REVISO Y APROBO

Nombre y firma

Firma

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

ESTACION ODORIZACION

RC-037

1. IDENTIFICACIÓN

TAG: _____ ORDEN: 165738019 UBICACIÓN: EM YARBO RESIDENCIAL

	DIA	MES	AÑO
FECHA INICIAL	24	05	2019
FECHA FINAL	24	05	2019

CUADRILLA: CENTRO HORA INICIO: 12:00 HORA FINAL: 12:30

PERIODICIDAD: MENSUAL ( ) ANUAL ( )

TIPO DE MTTO: PREVENTIVO ( ) CORRECTIVO (1) EMERGENCIA (✓)

ACTIVIDAD: VERIFICACION ( ) MANTENIMIENTO ( )

TIPO EQUIPO	INYECCION	GOTEO	ARRASTRE
	✓		
MODELO	G10G-DC-N-10		
MARCA	YZ		
SERIE	N033913 12/07/15		

2. ESTADO DE LA ESTACIÓN

ESTADO ESTRUCTURA	AMARILLO (Soldaduras Pequeñas)		AMARILLO (Soporte Cortante)		AMARILLO (Identificación)	
	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (In-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (In-Ext)	Estado (B/M/P/NA)	Ubicación (In-Ext)
	B	L	B	I	B	E

B: BIEN M: MAL ESTADO P: PENDIENTE X: NO ESTA EN LA UNIDAD NA: NO APLICA

ESTADO ESTACIÓN (S/N/NA)	PRESENTA MALEZA	PRESENTA AGUA	PRESENTA PLAGAS	EQUIPO ATRAVIESA VIA(S)	CAJA REGULADOR PRESENTA GT	CAJA REGULADOR CONTIENE GT	CAJA REGULADOR PRESENTA AGUA
	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES: N / A

3. CONDICIONES OPERATIVAS

OD DE INYECCIÓN

	ENCONTRÓ	QUEDÓ
Presión de Línea	60	60
Presión tanque de expansión	—	—
Presión tanque de almacenamiento	30	30
Presión funcionamiento de la bomba	30	30
Presión de alivio tanque de expansión	—	—

OD DE GOTEO / ARRASTRE

Distancia entre el punto de inyección y el punto de goteo	N/A m
Nivel tanque de almacenamiento	70 %
Presión diferencial	— m

Número de strokes/min	42 SPM/STROKE
cc/stroke	AL 100%
Número total de strokes	2125
Nivel tanque de almacenamiento	70 %
Batería	12.9 VDC
Volta e panel solar	12.9 VDC
Temperatura	—

VERIFICACION DE FUGAS

Presencia de fugas (S/N)	SI	Cantidad	SI / N/A
Corrosión (S/N)	NO	Cantidad	
Goteo 1	Ubicación	N / A	
Goteo 2	Ubicación		
Goteo 3	Ubicación		

LIMPIEZA PANEL: SI ( ) NO (✓)

ALARMAS: SI ( ) NO ( ) NA (✓) CUAL: _____

SUMINISTRO POR: MAR 25 2019 Ingeniero Londoño S. O & M

OBSERVACIONES: N / A

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O VERTIDOS: RESPEL (USUARIO)

ATENCION EN REDES SECUNDARIAS

RC-037

4. MATERIALES UTILIZADOS

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	OBSERVACIONES

6. OBSERVACIONES GENERALES

POR ORDEN DEL INGENIERO DIEGO TUTIVEN SE MODIFICA LA INYECCION DEL ODORIZADOR DE 9:30 A 9:45 QUEDA INYECTANDO CON NORMALIDAD.

EJECUTO	EJECUTO	REVISO Y APROBO
JHON FREDDY PADILLA	DENNY GUAMAN.	
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y firma

NOTA: RECUERDE UTILIZAR LOS EPP REQUERIDOS PARA LA LABOR

Fecha

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: _____ Hora _____

Nº Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: _____ Hora _____

Nº Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: _____ Hora _____

Nº Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: _____ Hora _____

Nº Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: _____ Hora _____

Nº Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: _____ Hora _____

Nº Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO

(7812 6358)

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

RG-024

FECHA (DD/MM/AA)	LOCALIDAD (MUNICIPIO)	SECTOR OPERATIVO (BARRIO)	PRODUCTO	CODIGO	LECTURA (M3)	HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECCION	REGULADORA	MARCA REGULADOR	CONCENTRACION (mg/m3)	PRESION (psi)
29-01-19	La Cumbre	Villanueva	3102287	49394622-17	134	9:00	9:06	cl2 Kr7 M2 IL casa 13 P1	La Cumbre	Huncor	0.85	8.5
0.1		(3094669 03)	1995818	7435 06589-17	34	9:07	9:13	Kr8 cl2 M2 01 casa 50 P1		Huncor	0.86	7.4
		(3081250367)	1979583	49394832-17	222	9:14	9:20	Kr8 cl2 M2-11 P1		Huncor	0.87	7.2
		(3092568 73)	1979887	7435 87152-17	114	9:22	9:28	cl2 Kr8-10 P2		Huncor	0.88	7.6
		(3182602 36)	2131627	743515929-17	66	9:30	9:36	cl2 Kr8-10 P3		Huncor	0.89	8.0
		(3092 82241)	1977514	00152922-17	121	9:37	9:43	cl2 Kr8-44 P1		Huncor	0.90	7.9
0.2		(3092 32240)	1977510	00437122-17	103	9:44	9:50	cl2 Kr8-M2 01 C-54 P1		Huncor	0.90	8.0
29-01-19	Yumbo	Trinidad 1	1422938	2411555-2013	984	11:00	11:06	Kr3 North cl 13 oeste-74	Yumbo	Huncor	0.70	8.2
3.4		(3085 9965)	1955142	491889122-16	224	11:08	11:14	Kr3 N cl 13 oeste-70	Aupi	Metrex	0.71	8.3
			1305239	1274885-2009	1503	11:16	11:22	Kr3 N cl 13 oeste-67		Huncor	0.72	8.1
			1341686	1613865-2011	888	11:24	11:30	Kr3 N cl 13 oeste-71		Huncor	0.73	8.3
			1288897	1322063-2010	1819	11:32	11:38	Kr3 N cl 13 oeste-61		Huncor	0.74	8.6
			1342027	7425 27707-13	387	11:40	11:46	Kr3 N cl 13 oeste-66		Huncor	0.75	7.7
3.6			1326118	05851221-2009	829	11:48	11:54	Kr3 N cl 13 oeste-57		Huncor	0.76	8.2

Servicios e Ingeniería
Carlos Alberto Castillo
Dirección de Operaciones
Cel: 317 367 4595

Germán Alberto Martínez

Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: 22-02-2019 Hora 3:08

Nº Medidor 1882265-2012

Odorización 0.66 % Intensidad

Presión 7.7 PCA

Usuario: Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: 22-02-2019 Hora 3:00

Nº Medidor 1260515-2009

Odorización 0.65 % Intensidad

Presión 7.0 PCA

Usuario: Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: 22-02-2019 Hora 2:20

Nº Medidor 4233207[illegible]2013

Odorización 0.60 % Intensidad

Presión 7.5 PCA

Usuario: Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: 22-02-2019 Hora 2:51

Nº Medidor 743276489-16

Odorización 0.64 % Intensidad

Presión 7.7 PCA

Usuario: Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: 22-02-2019 Hora 2:28

Nº Medidor [illegible]

Odorización 0.61 % Intensidad

Presión 8.2 PCA

Usuario: Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: 22-02-2019 Hora 2:44

Nº Medidor 2319471-2013

Odorización 0.63 % Intensidad

Presión 8.0 PCA

Usuario: Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: 22-02-2019 Hora 2:26

Nº Medidor 1314835-2017

Odorización 0.62 % Intensidad

Presión 6.9 PCA

Usuario: Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

RC-034

22-02-19	La Cumbre	Municipal	2155466	491787521-18	66	1:00	1:06	Kv2 cl3 Mz38 C-12 Pi	La Cumbre	Humcar	0.75	8.2
1.9			2111696	493673322-17	101	1:08	1:14	Kv2 cl3 Mz38 C-13 Pi		Humcar	0.76	8.3
			1991420	743586860-17	161	1:16	1:22	Kv2 cl3 Mz39 C-24 Pi		Humcar	0.77	8.0
			2111642	493877722-17	7	1:24	1:30	Kv2 cl3 Mz38 C-15-Pi		Humcar	0.78	8.4
			1978845	3587317-17	235	1:32	1:38	Kv 2 Cl3 - 28 Pi		Humcar	0.79	8.5
			1978676	743587221-17	144	1:40	1:46	Kv2 cl3 Mz39 C-21 Pi		Humcar	0.80	8.1
1.7			2156678	491130321-18	47	1:48	1:54	Kv2 cl3 - 30 Pi		Humcar	0.80	7.9
22-02-19	Yumbo	Trinidad 1	1315581	493320721-13	672	2:20	2:26	Kv3 Norte cl14 oeste 95	Yumbo	Humcar	0.60	7.5
4.5			1352832	007/7622-2010	1609	2:28	2:34	Kv3 N cl14 oeste 89	Acopi	Metrex	0.61	8.2
			1312012	1324835-2010	1300	2:36	2:42	Kv3 N cl14 oeste 81		Humcar	0.62	6.9
			1405931	2319971-2013	778	2:44	2:50	Kv3N cl14 oeste 71 Pi		Humcar	0.63	8.0
			1346250	743276489-16	405	2:52	2:58	Kv3N cl14 oeste 62		Metrex	0.64	7.7
			1268190	1260515-2009	1330	3:00	3:06	Kv3N cl14 oeste 50 A	Hola 01	Humcar	0.65	7.0
4.1			1390254	1983265-2012	653	3:08	3:14	Kv3N cl14 oeste 61		Metrex	0.66	7.4

Estado: Suministro ____ Inyección Fisiológica __X__ (N) Odorante: Int __X__ Mercaptano ____ Otro ____

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: EDGAR CARDENAS

NOMBRE Y FIRMA: Germán Alberto Martínez.

REVISADO POR:

Servicios de Ingeniería
Carlos Alberto Castillo
Director de Operaciones
Cel: 317 367 4598

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 19-03-2019 Hora 5:20

Nº Medidor 0042715

Odorización 0.85 % Intensidad

Presión 7.2 PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 19-03-2019 Hora 4:50

Nº Medidor 00014194-1995

Odorización 0.80 % Intensidad

Presión 7.9 PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 19-03-2019 Hora 5:22

Nº Medidor 13361654-2010

Odorización 0.84 % Intensidad

Presión 6.5 PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 19-03-2019 Hora 4:58

Nº Medidor C19220321-2014

Odorización 0.81 % Intensidad

Presión 7.1 PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 19-03-2019 Hora 5:14

Nº Medidor 41584-2013

Odorización 0.83 % Intensidad

Presión 6.3 PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 19-03-2019 Hora 5:06

Nº Medidor C19218431-2014

Odorización 0.84 % Intensidad

Presión 7.4 PCA

Usuario: _____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO
Gases de Occidente

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

RC-024

(70867873)

19-03-19	Yumbo	Pilas de Dapa	1932572	491699322-16	324	3:30	3:36	M2 05 C-05 Pi	Pilas de Dapa	Humicar	0.81	8.1
0.9	Pilas de Dapa	(70104962)	2029378	743468556-17	259	3:38	3:44	M2 05 C-63 Pi	Yumbo Acopi	Humicar	0.82	8.3
		(70913355)	1969929	01521722-16	44	3:46	3:52	Cgto Pilas de Dapa M2 05 C	31 Apto 103	Humicar	0.83	8.1
		(70900695)	1959057	491053662-16	283	3:54	4:00	M2 05 C-33B Pi		Humicar	0.84	8.9
		(70900009)	1958459	491742722-16	242	4:02	4:08	M2 05 C-18 Pi		Humicar	0.85	8.5
		(71528923)	2044251	743441031-17	549	4:10	4:16	M2 05 C-17 Pi		Metrex	0.86	8.1
0.9		(70123914)	2044243	3468818-17	57	4:18	4:24	Cgto Pilas de Dapa M2 05	Cs 36 ps 03	Metrex	0.87	7.1
19-03-19	Yumbo	Coopi Yumbo	1015823	00014194G-1998	3248	4:50	4:56	C110 Kv 31-216 Pi	Acopi Yumbo	Fiotec	0.80	7.9
0.8			1294058	01222021-2009	958	4:58	5:04	C110 Kv 31-222 Pi		Humicar	0.81	7.1
			1294044	01221821-2009	36	5:06	5:12	C110 Kv 31-222 Pi		Humica	0.82	7.4
			1415954	2415584-2013	733	5:14	5:20	C 10 Kv 31-232 ps 02		Metrex	0.83	8.3
			1315648	1338269-2010	11565	5:22	5:28	C110 Kv 31-232 Pi		Metrex	0.84	8.5
1.2			1015841	0043715-1998	6021	5:30	5:36	C 10 Kv 31-246 ps 03		Fiotec	0.85	7.2

Datos: Cantidad ____ Hoja de Registro ___ Y ___ (X) Descarga: Ref ___ Medidores ____ Otro ____

OBSERVACIONES

ELABORADO POR: EDGAR CARDENAS

NOMBRE Y FIRMA: German Alberto Martinez

Servicios e Ingeniería
Carlos Andrés Castillo
Director de Operaciones
REVISADO POR: Cel: 311 267 4588

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 11-04-19 Hora 16:43

Nº Medidor 13911777 12

Odorización 2.31 % Intensidad

Presión 3.2 PCA

Usuario: [illegible]
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 12-04-19 Hora 10:20

Nº Medidor 2251 346 13

Odorización 1.10 % Intensidad

Presión 2.0 PCA

Usuario: [illegible]
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 12-04-19 Hora 9:55

Nº Medidor 2251346-13

Odorización 1.10 % Intensidad

Presión 2.0 PCA

Usuario: [illegible]
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 12-04-19 Hora 10:12

Nº Medidor 2372376-13

Odorización 0.60 % Intensidad

Presión 2.0 PCA

Usuario: [illegible]
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 12-04-19 Hora 9:58

Nº Medidor 2251346-13

Odorización 1.10 % Intensidad

Presión 2.0 PCA

Usuario: [illegible]
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 12-04-19 Hora 10:04

Nº Medidor 2251484-13

Odorización 0.68 % Intensidad

Presión 2.8 PCA

Usuario: Manuel Pinto
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 12-04-19 Hora 10:06

Nº Medidor 2391774-13

Odorización 1.01 % Intensidad

Presión 2.7 PCA

Usuario: [illegible]
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

RO-024

FECHA (dd/mm/aaa)	LOCALIDAD (YOPAL/AGUAZUL)	SECTOR OPERATIVO (BARRIO)	PRODUCTO	MEDIDOR	LECTURA (M3)	HORA RADIO	HORA REAL	DIRECCION	REGULADORA	MARCA REGULADOR	CONCENTRACION (%)	PRESION (psi)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 14-05-2019 Hora 10:28

Nº Medidor [illegible]

Odorización [illegible] % Intensidad

Presión [illegible] PCA

Usuario: _____
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 14-05-2019 Hora 10:30

Nº Medidor [illegible]

Odorización [illegible] % Intensidad

Presión [illegible] PCA

Usuario: _____
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 14-05-2019 Hora 9:50

Nº Medidor [illegible]

Odorización [illegible] % Intensidad

Presión 9.5 PCA

Usuario: _____
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 14-05-2019 Hora 10:20

Nº Medidor [illegible]

Odorización [illegible] % Intensidad

Presión [illegible] PCA

Usuario: _____
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 14-05-2019 Hora 9:58

Nº Medidor [illegible]

Odorización [illegible] % Intensidad

Presión 8.3 PCA

Usuario: _____
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: [illegible] Hora 10:14

Nº Medidor [illegible]

Odorización [illegible] % Intensidad

Presión [illegible] PCA

Usuario: _____
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 14-05-2019 Hora 10:06

Nº Medidor [illegible]

Odorización [illegible] % Intensidad

Presión 7.9 PCA

Usuario: _____
Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

RC-034

FECHA	CONSECUTIVO	RUTA	PRODUCTO	SERVICIO	LECTURA GAS	HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECCION	LOCALIZACION	MARCA MEDIDOR	PRESION (PSI)	ESTADO
14-05-19	712416107	Tunia	2122090	743508178-17	71	8:30	8:36	Kr 3 C cl 2 sur Bl C Casa 12	La Cumbre	Humicar	0.78	9.0
1.2		30943178	1993348	49389622-17	212	8:38	8:44	Kr 3 cl 2 sur Mz 78 Casa 1 P1		Humicar	0.79	8.1
		30910615	1990974	743506596-17	177	8:46	8:52	Cl 2 sur Kr 2A Bl H Casa 39 P1		Humicar	0.80	8.6
		70958213	200 4110	743506374-17	114	8:54	9:00	Cl 1 B sur K 2A Mz C Casa 35 P1		Humicar	0.81	8.2
		712 05617	2134867	3515707-17	149	9:02	9:08	Cl 1A Sur Kr 2A Bl G Casa 33 P1		Humicar	0.82	8.0
		71243491	2121045	743568626-17	182	9:10	9:16	Cl 1A sur Kr 2B Bl F Casa 30 P1		Humicar	0.83	7.8
1.0		71286819	2148654	3568678-17	136	9:18	9:24	Cl 1A Sur Kr 2B Bl F Casa 32 P1		Humicar	0.84	8.3
14-05-19		URB Nuestra	1421147	3379814-2013	1254	9:50	9:56	Cl 14A Kr 14N-77 P1	Yumbo	Humicar	0.83	9.0
0.5		Señora de	1421146	2392344-2013	244	9:58	10:04	Cl 14A Kr 14N-71 P1		Humicar	0.84	8.3
		Guadalupe	1421141	2251346-2013	527	10:06	10:12	Cl 14 Kr 14N-41 P1		Humicar	0.85	7.9
			1421140	2392526-2013	1262	10:14	10:20	Cl 14 Kr 14N-35 P1		Humicar	0.86	8.0
			1421097	2391772-2013	495	10:22	10:28	Cl 14 Kr 14N-30 P1		Humicar	0.87	9.0
			1421139	2251484-2013	910	10:30	10:36	Cl 14 Kr 14N-29 P1		Humicar	0.88	8.3
0.0			1421138	2391745-2013	716	10:38	10:44	Cl 14 Kr 14N-23 P1		Humicar	0.89	8.7

Manómetro: Cuantitativo ____ (mg/m³) Fotómetro ____% ____ (%) Odorante: Tol ____% ____ Mercaptano ____ Otro ____

OBSERVACIONES

ELABORADO POR: EDUAR CARDONA

Nombre y firma: Germán Alberto Martínez

Servicios e Ingeniería
Carlos Andrés Castillo
Director de Operaciones
REVISADO POR: Cel: 317 367 4598

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

Nº Medidor_____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

Nº Medidor_____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

Nº Medidor_____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

Nº Medidor_____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

Nº Medidor_____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

Nº Medidor_____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

Nº Medidor_____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

FECHA (dd/mm/aa)	LOCALIDAD (MUNICIPIO)	SECTOR (REGULADOR) (RUBRO)	PRODUCTO	CONTRATO	MEDIDOR	LECTURA (M³)	HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECCION	REGULADORA	MARCA REGULADOR	PRESION (KG/CM²)	PRESION (KG/CM²)
13-06-19		La Manga		1993409	7935650670-17	216	8:30	8:36	Kr 6 C16-17 P1	Jumbo	Honeywell	0.79	9.0
1.2					3516601-17	102	8:42	8:44	Kr 6 C15 Hz 83 C-22 P1		Honeywell	0.80	8.6
				2132602	7935636622-17	241	8:46	8:50	Kr 6 C15 Hz 83 C-20 P1		Honeywell	0.81	8.2
				2132696	7936349901-18	193	8:54	9:00	Kr 6 C15-64 P1		Honeywell	0.82	9.0
				2132614	7934467390-17	159	9:02	9:08	Kr 6 C15 Hz 52 C-23 P1		Honeywell	0.83	8.8
				1993211	7936159859-17	166	9:10	9:16	Kr 6 C15 33 P1		Honeywell	0.84	9.0
0.7				1995001	4973519D-17	255	9:18	9:24	Kr 6 C15-22 P1		Honeywell	0.85	8.7
13-06-19		GRD Comes Rector		16E0022	7931476175-15	350	9:50	9:56	C1 14 AN Kr 13 AN-33 P1	Jumbo	Metrex	0.85	7.7
0.5				1216593	C5447A2-2004	806	9:58	10:04	C1 14 AN Kr 13 AN-44 P1		Honeywell	0.86	7.5
				1137604	C1961419-2006	2745	10:06	10:12	C1 13 AN Kr 2 DN 36 P1		Honeywell	0.87	7.2
				1253562	C0115B6-2004	1546	10:14	10:20	C1 13 AN Kr 2 DN-32 P1		Metrex	0.88	7.0
				1136481	C0162179-2002	3050	10:22	10:28	C1 14 AN Kr 13 AN-46 P1		Honeywell	0.89	8.2
				1137608	C0116711-2002	3165	10:30	10:36	C1 14 AN Kr 13 AN-45 P1		Honeywell	0.90	8.0
0.6				1137610	C0162125-2002	1299	10:38	10:44	C1 13 AN Kr 12 DN-23 P1		Honeywell	0.91	8.9

Operador Alcides Martinez

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha:_____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario:_____

Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

FECHA (dd-mm-aa)	LOCALIDAD (MUNICIPIO)	SECTOR OPERATIVO (BARRIO)	PROYECTO	CONTRATO	MEDIDOR	LECTURA (m3)	HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECCION	REGULADORA	MARCA REGULADOR	CONCENTRACION (mg/m3)	PRESION (psi)
20-06-19		Belalcazar		1243530	G1421223208	2484	3:40	3:55	cl 3 Kr 4 -102 P3		Honeywell	0.85	9.0
0.3				1341835	1356448-240	1750	4:00	4:10	Kr 5 cl 3 -37 P1		Honeywell	0.86	7.8
0.0													
20-06-19		Belalcazar		1134595	00515175T-2002	1119	4:15	4:21	cl1 Kr 2 -61 P1		Honeywell	0.85	9.0
0.6				1124597	00515175J-2002	2166	4:23	4:30	cl1 Kr 3 -3 P1		Honeywell	0.84	8.4
0.1													
20-06-19		Belalcazar		1132113	19830447-2012	331	4:32	4:38	Kr 2 cl2-44 P1		Honeywell	0.84	9.0
0.5				1134360	E149736-2002	2985	4:40	4:46	Kr 2 cl2 -52 P3		Honeywell	0.85	9.0
0.5													

Operario Alberto Martinez

Supervisor Ingeniería
Carlos Andrés Castillo
Jefe de Operaciones
Cel: 317 867 4598

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO Gases de Occidente S.A. ESP

Fecha: _____ Hora _____

N° Medidor _____

Odorización _____ % Intensidad

Presión _____ PCA

Usuario: _____ Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

FECHA (DD/MM/AA)	LOCALIDAD (MUNICIPIO)	SECTOR OPERATIVO (BARRIO)	PRODUCTO	CONTRATO	MEDIDOR	LECTURA (m³)	HORA INICIO	HORA FINAL	SINTOMAS	HERRAMIENTA	MARCA REGULADOR	CONCENTRACION PPM	PRESION BAR
25-06-19		Bolaleros		1185119	00815090002002	11017	9:00	9:12	K=4 c12-75 P1	Yuelco	Honeywell	0.54	8.5
5.8				1135134	00479618B-2001	3324	9:15	9:25	c14 K=3-60 P1		Honeywell	0.54	8.4
4.8													
25-06-19		Trinidad I		1678027	49110078B9-16	166	9:50	10:05	K=4 Nickel 05 Oak 31 R		Honeywell	0.42	9.5
8.4													
25-06-19		Trinidad		1242432	1970488-2009	780	10:10	10:20	C120 Coste K=2-34		Honeywell	0.34	9.0
9.4													
25-06-19		URB Carlos		1137659	00013780B-2003	3925	10:50	11:05	C113 BN K=15 N-75 P1		Honeywell	0.52	8.6
6.1		P. Pinto											
25-06-19		URB Nuestra		1145098?	7925370B-13	934	11:10	11:16	C116 N K=16-6 P1		Honeywell	0.50	8.6
7.1		Señora de Guadalupe											

Carlos Alberto Martinez

Estado

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

FECHA (DD/MM/AA)	LOCALIDAD (PARTIDO)	SECTOR OPERATIVO (LINEA)	PROGRESIVA	CONTRATO	MEDIDOR	LECTURA (M3)	HORA INICIO	HORA FINAL	OBSERVACIONES	REGULADORA	MARCA REGULADOR	PRESION ENTRADA (KG/CM2)	PRESION SALIDA (KG/CM2)
04-06-19 4.7		Sin Interrupción		1146755	49765021-17	1301	11:30	11:40	TV 17A C/25 L-19 V.	Vault	Multigas	0.60	0.5
25-06-19 3.6		La Estancia		1205140	04502217 2006	3764	11:50	12:00	C/35 K: 176-3 Fr		Pietro	0.67	2.8

Carmen Abril Martínez

GdO

REPORTE TOMA DE ODORIZANTE Y PRESION

RC-034

FECHA (DD/MM/AA)	LOCALIDAD (MUNICIPIO)	SECTOR OPERATIVO (BARRIO)	PRODUCTO	CONTRATO	ACCESO	LECTURA (M3)	HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECCION	REGULADORA	MARCA REGULADOR	CONCENTRACION (MG/KG)	PRESION (PSI)
29-06-19		Belalcazar		1198206	0409759-2006	9636	8:40	8:46	cl 3 Kr 4-86 P1	Yourbo	Huracan	0.55	8.9
5.9				1198207	0409779-2005	1122	8:48	8:54	cl 3 Kr 4-84 P2		Metrex	0.56	8.0
5.3				1254056	0809611-2007	2444	8:56	9:02	cl 3 Kr 4-80 P1		Huracan	0.54	8.2
29-06-19		Brisas de los Alamos		934976	3105959202	1745	9:50	9:56	AV 3A3 N cl 75N-11 P1	V. pasa	Huracan	0.85	8.6
0.6				948543	3027580-2012	660	10:00	10:06	AV 3A3 N Cl 75N-12 P1		Huracan	0.87	8.0
0.3				937888	0051955-2019	1638	10:05	10:14	AV3A2 N Cl 75EN-24 P1		Huracan	0.86	8.1
29-06-19		Aguacatal		462450	0564974-2006	2172	11:05	11:12	AV14Acosta cl 8 costa 60 P1	Chipichape	Huracan	0.82	9.0
0.7				461305	0021772-2006	3764	11:15	11:32	AV14Acosta Cl 8costa 51 P1		Huracan	0.81	8.7
0.3				464319	0016492-2006	3388	11:24	11:30	AV14Acosta Cl 8 costa 45 Apto 101		Huracan	0.81	8.8

Cesar Alberto Martinez

Servicios de Ingeniería
Carlos Andrés Castillo
Cel: 317 362 4508

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 29-06-2019 Hora 8:40

Nº Medidor 0409759-2005

Odorización 0.55 % Intensidad

Presión 8.9 PCA

Usuario [illegible] Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 29-06-2019 Hora 8:00

Nº Medidor 0409779-2005

Odorización 0.56 % Intensidad

Presión 8.0 PCA

Usuario [illegible] Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

GdO **Gases de Occidente S.A. ESP**

Fecha: 29-06-2019 Hora 8:50

Nº Medidor 0809411-2009

Odorización 0.54 % Intensidad

Presión 8.5 PCA

Usuario [illegible] Firma

Esta revisión no tiene cobro y se realiza para garantizar calidad y seguridad de la instalación. (Res. 100 Creg de 2003)

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-040

GdO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO I (MENSUAL) No. Orden: 152801069

Nombre de la estación:	ERM YUMBO RESIDENCIAL			Tag:	2704061
Fecha Inicial: 28/1/19	Fecha Final: 28/2/2019	Hora Inicial: 14:00	Hora Final: 17:00	Cuadrilla:	CENTRO

MANOMETROS	Analog	Digital	Cód. Manóm.	Fecha Calibración
Presión de Entrada	225	227	HN-0408	3-07/2019
Presión Intermedia (PSIG)	—	—	—	—
Presión de Salida	60	59	HN-0251	3-07/2019
Presión De Prueba (PSIG)	—	59	—	—

VERIFICACIÓN DE FUGAS			
Agua Jabonosa (S/N)	N	Sello Hermético	S
Pintura De Fugas (S/N)	N	Cubrefuga	—
Grietas (S/N)	N	Cartel	—
Oxidación (S/N)	—	Otros	—

MEDICIÓN				VERIFICACIÓN DEL KIT AISLANTE		
Tipo De Medidor	TURBINA	Libre de Medidor (S/N)	N	Aislamiento		
Marca De Medidor	A. METER	Diámetro Del Medidor (Pulg)	3"	Estado De Tornillos	Bien	Mal
Modelo De Medidor	NEOTORQ	Marca De Medidor		Empaques	Bien	Mal
Diámetro De Medidor Entrante	ALE 360	Temperatura De Gas (°C)	15	Estado Cuerpo	Bien	Mal
Clase De Corrector De Volumen	080Y3Y05FN	Lectura Mecánica Medidor		Estado Tapa	Bien	Mal
Número Serie Del Corrector	—	Lectura Mecánica Index	7095133	Presión Inicial (V)	8.32 mV	
Marca Serie De Corrector	—	Lectura Digital	9.223374	Presión Corregida (V)	3.06 mV	

FILTRACIÓN						ACTUADOR	Encontró	Quedó
Separador De Líquidos	Si	No	Estado Interior	Bueno	Malo	Corte De Alta Presión (PSIG)	75	75
						Corte De Baja Presión (PSIG)	30	30
Presencia De Líquidos	Si	No	Presión Diferencial (PSIG)	Encontró	Quedó	Nivel de Líquidos (S/N)	N	N
				0	0			

VALVULAS DE ESTACIÓN	Entrada	Salida	By-pass
Actuante (S/N)	S	S	S
Hermeticidad (S/N)	S	S	S

VALVULA DE SEGURIDAD	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa
Presión De Cierre (PSIG)	69	—	69	—
Presión De Corte (PSIG)	63	—	63	—
PRUEBA FLUJO CERO	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa
Presión De Salida (PSIG) Operativa	63	—	63	—
Presión De Salida (PSIG) Stand By	—	—	—	—
Cumple Con Test Flujo (S/N)	Cumple Con Test Flujo (S/N)			

ETAPA DE REGULACION	Encontró		Quedó	
Presión De Trabajo (PSIG) Operativa	60	—	60	—
Presión De Trabajo (PSIG) Stand By	—	—	—	—
Presión De Monitor (PSIG) Operativa	61	—	63	—
Presión De Monitor (PSIG) Stand By	—	—	—	—
Presión De Disparo Sobrepresión (PSIG) Operativa	—	—	—	—
Presión De Disparo Sobrepresión (PSIG) Stand By	—	—	—	—
Tipo De Regulador	AYRAL			
Marca del Regulador	A. METER			
Modelo del Regulador	VESTRON			

VERIFICACIÓN SISTEMA DE COMUNICACIÓN				
Comunicación	Si	No	Antena	Bien
Encendido Led's	Rojo	Verde	Cable	Bien
				124

FILTRO HEXSECTOR		UBICACIÓN	
Estado Interior (S/N)	B	Bueno	N
Nivel de Grafito	2	Tapa Roscada	
		Buje	SI

OPERACIÓN BYPASS		
Condición	Posición	—

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO II (SEMESTRAL) No. Orden:

SPIN TEST DE LA TURBINA				BANCA HIDRAHAGMA	
Marca Del Medidor	A. METER			Referencia	
Modelo De Medidor	GT			Tamaño Medidor	Q Del Regulador (Pulg)
Tipo Pipa Medidor	PLASTICO			Presión (PSIG)	
Serie	094 198820			Pulsos 1ª Etapa	Pulsos
Hermeticidad Medidor	Si	No	N/A	Indicación 1ª Etapa	
TIEMPO (S)					
Diámetro	Pequeña	Quedó			
Tiempo Real	Tiempo Máximo				

DIC. 2019 0 5 VIVIANA VISAL V. O & M

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO III (ANUAL) No. Orden:

MANTENIMIENTO A ACTUADOR NEUMATICO						MANTENIMIENTO A PILOTOS SISTEMA DE REGULADOR					
Cuerpo Actuador (S/N)		Cambio de Empaques (S/N)				Piloto					
Diafragma	Estado Diafragma	Medidor Interno Actuador (S/N)				Modelo		Diámetro			
	Funcionamiento	Cambio de Diafragma (S/N)				Cuerpo Piloto		Cambio Piloto			
Mantenimiento Válvulas Entrada/Salida (S/N)		Estado Eje (S/N)				Cambio Piloto (S/N)					
Mantenimiento Válvula By-pass (S/N)		Bueno	Malo	N/A		Ubicación	Instalación	Bueno		Bueno	
Cambio Eje (S/N)		Mantenimiento Regulador (S/N)						Operativo		Operativo	

MANTENIMIENTO A MEDIDOR								
Medidor Intervenido (S/N)	Bueno	Malo	N/A	Estado de Actas	Bueno	Malo	N/A	
Cambio Diafragmas	Si	No		Empaques	Bueno	Malo	N/A	

* RECUERDE UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE REQUERIDOS

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-010

SE REALIZA MTTO PREVENTIVO Y SE HACE INSPECCION DE FUGAS. SE HACE PRUEBA A EL SISTEMA DE ALUMBRADO Y SE DEJA ENCENDIDO CON EL TEMPORIZADOR. SE HACE ASEO GENERAL Y SACUDIDA DE PANELES.

N/A

LLEVAR CAL DE REPUESTO PARA LA INSPECCION DE PRUEBA DE PRESION

	ENTRADA [PSI]		AMBIENTE (INTERIOR)		CARRETE		REGULADOR DE PRESION		ARMARIO	
	Lectura	Observaciones	Lectura	Observaciones	Lectura	Observaciones	Lectura	Observaciones	Lectura	Observaciones
	0	C	A	E	0	E	0	E	P	P

		SI		SI		NO		NO		NO		NO		NO

VERIFICACION FINAL ESTACION DE REGULACION Y MEDICION

Calibración con TSO # 151940923

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-049

Gdo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO I (MENSUAL) No. Orden: 150171764

Nombre de la estación:	ERM Yumbo Residencial			Tag:	27P(061)
Fecha inicial: 14/11/19	Fecha Final: 14/11/19	Hora inicial: 13:00	Hora Final: 17:00	Duración:	249

MANOMETROS	Analog	Digital	Cód. Mant/to	Próx.Calibración
Presión entrada (PI-1)	2.22	2.20	0404	2019-07-31
Presión salida (PI-2)	—	—	—	—
Presión de operación (PI-3)	60	60	0051	2019-07-31
Presión de Medición (PI-4)	—	—	—	—

VERIFICACIÓN DE FUGAS			
Fugas Válvulas (V1-V2)	S	Conexiones (C1-C2)	S
Diferencial de Regulación (DR)	S	Cierre (C3)	S
Cierre de (V3)	S	Cierre (C4)	S
Cierre de (V4)	S	Cierre (C5)	S

MEDICIÓN				VERIFICACIÓN DEL KIT AISLANTE		
Tipo De Medidor	Turbina	Cubicaje Medidor (CM)	5.0	Aislamiento Eléctrico	OK	NO
Marca de Medidor	Americano Mfg	Diámetro del Medidor (Pulg)	3	Estado Empaquetaduras	Bueno	Malo
Marca De Corrector Instalado	Motorola	Valor De Alimentación	13.24	Estado Tornillos	Bueno	Malo
Modelo Corrector Instalado	Acc 3600	Temperatura De Gabinete °C	19	Estado Tuercas	Bueno	Malo
Serie De Transductor Instalado	085 SJVOSEM	Lectura Inicial de la Medición		Estado Empaquetaduras	Bueno	Malo
Número De Serie De Corrector	U	Lectura Mecánica Inicial	6796140	Volumen Inicial (Vi)	13.45	
Prueba Hermeticidad Medidor	S	Lectura Digital	6626071	Volumen Empaquetaduras	-192	

FILTRACIÓN					
Diferencial de Presión	Si	No	Elemento Filtrante	Bueno	Malo
		X		X	
Indicador de Saturación	Si	No	Presión Diferencial (PD-1)	Encendió	Sonido
		X		0	0

ACTUADOR	Encendió	Cerró
Cierre De Alta Presión (P1-C1)	75	75
Cierre De Baja Presión (P2-C2)	35	35
Presión de operación (PO-1)	70	

VALVULAS DE ESTADO	Entrada	Salida	By pass
Posición	S	S	S
Indicador (IND)	B	B	B

VALVULA DE SEGURIDAD	1° Disparo	2° Disparo	1° Cierre	2° Cierre
Presión De Disparo (PS-1)	69	/	67	/
Presión De Cierre (PS-2)	67		62	

PRUEBA FLUJO CERO	1° Disparo	2° Disparo	1° Cierre	2° Cierre
Presión De Disparo (PS-1) Operativa	66	/	64	/
Presión De Salida (PS-2) Válvula	—		—	
Cumple Flujo Cero Válvula (SI/NO)	Cumple con Especificación			

ETAPA DE REGULACION	Entrada		Salida	
Presión De Disparo (PS-1) Operativa	58	/	60	/
Presión De Regulación (PR-1) Operativa	—		—	
Presión De Monitor (PS-3) Operativa	63	/	67	/
Presión De Monitor (PS-3) Salida By		/		/
Presión Disparo Cut Off (PS-4) Operativa		/		/
Presión Disparo Cut Off (PS-4) Operativa		/		/
Tipo de Regulador				
Marca de Regulador				
Tipo Regulador Instalado				

VERIFICACIÓN SISTEMA DE COMUNICACIÓN					
Comunicación	SI	/	NO	Hora	124
Encontrado en	Medidor	/	Gabinete		

FILTRO RESTRICTOR		UBICACIÓN	
Diámetro Interno Corrector	3	Medidor	/
Longitud (cm)	5	Gabinete	
		Ninguno	

OPERACIÓN BYPASS			
Inicio	10:20	Fin	16:08

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO II (SEMESTRAL) No. Orden:

SINTESIS DE LA TURBINA					
Marca de Medidor	Americano Mfg				
Modelo de Medidor	3 ET				
Especificación Técnica	Residencial				
Serie	09K - 799820				
Diámetro Medidor	3	Pulg	mm		

TIEMPO (S)					
Operación	3"	Encontrado	65	Quedó	65
Temperatura			Temperatura		

MANGA Y/O DIAFRAGMA	
Referencia	
Kilometraje (KM)	ID Del Regulador (Pulg)
Almacenaje (MM)	
Montaje 1° Etapa	2° Etapa
Fabricación 1° Etapa	2° Etapa

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO III (ANUAL) No. Orden:

MANTENIMIENTO A ACTUADOR NEUMATICO					
Marca Actuador (Mfg)		Cambio Diafragma (Und)			
Limpieza	Cuerpo Válvula		Marca Diafragma (Mfg)		
	Tapa Diafragma	A-	Cambio Empaquetaduras (Und)		
Marca Actuador (Mfg)			Estado Vástago		
Marca Diafragma (Mfg)			Bueno	Malo	N/A
Cambio Diafragma			Mantenimiento Regulador (Und)		

MANTENIMIENTO A PILOTOS SISTEMA DE REGULADOR					
Marca			Modelo		
Tipo Piloto			Cambio Diafragma (Und)		
Limpieza	Cuerpo		Diafragma		
	Tapa		Empaquetaduras		

DIGITADO POR: VIVIANA VIDAL V. O & M

MANTENIMIENTO A MEDIDOR								
Limpieza de Instrumentos	Bueno	Malo	N/A		Cristales de Vidrio	Bueno	Malo	N/A
Cambio de Instrumentos	Si	No	N/A		Estado Tornillos	Bueno	Malo	N/A

* RECUERDE UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE REQUERIDOS

I radio HTO original y calibracion e
desmantelamiento a TSO. Of retira asesor general

Presion = Qi 0.03 Temperatura: 7= 7:01
30. 30.078 13= 13:21
100. 100.078 19= 19:04.

Rupel Antonio L.

	ADIL (min EPP)		AMARILLO (LLAVES cerradas)		AMARILLO (Instalacion)		ROJO (Servicio interrumpido)		AMARILLO (Reclamos)	
	D	EXT	D	EXT	D	DT	D	EXT	D	EXT

		5		S		N		N		N		N		N

VERIFICACION FINAL ESTACION DE REGULACION Y MEDICION

	ABIERTO	CERRADA	VALVULA BY PASS	ABIERTA	CERRADA	POSICION REGULADORA EN CAJA		SI	NO
	ABIERTO	CERRADA	VALVULA ENTRADA	3.26		POSICION REGULADORA		SI	NO
	ABIERTO	CERRADA	VALVULA SALIDA	6.52		VERIFICACION FINAL		SI	NO
	SI	NO	HORA 15:00	FECHA 14/01/2019		PRESION REGULADOR DE SERVICIO		Turno	

MATERIALES UTILIZADOS

DESCRIPCION	ITEM	CANTIDAD	CUADRILLA

RESPONSABLE: Samuel Lucero
NOMBRE Y APELLIDO

REVISO:
NOMBRE Y APELLIDO

FISCALIZO: Esteban Ogando
NOMBRE Y APELLIDO

FECHA/HORA: 2019-01-18

GdO

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-040

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO I (MENSUAL) No. Orden: 158823040

Nombre de la estación:	ERA YOPAL RESIDENCIAL			Tag:	2704061
Fecha Inicial: 06-03/19	Fecha Final: 06-03/2019	Hora Inicial: 09:15	Hora Final: 15:45	Cuadrilla:	LENTRO

MANOMETROS	Análogo	Digital	Cód. Medidor	Próx. Calibración
Presión Entrada (PSI):	210	212	HN-0480	31-01/2019
Presión Intermedia (PSI):	—	—	—	—
Presión Salida (PSI):	60	60	HN-0251	31-01/2019
Presión De Medición (PSI):	—	60	—	—

VERIFICACIÓN DE FUGAS			
Agua Jabonosa (S/N):	S	Detector (S/N):	S
Pistola De Fugas (S/N):	N	Cámara:	—
Dirección (S/N):	N/A	Sonidor:	—
Clasificación Fuga:	—	Ubicación:	—

MEDICION				VERIFICACIÓN DEL KIT AISLANTE		
Tipo De Medidor:	TURBINA	Lubricó Medidor (S/N):	N	Aceite en el Kit Aislante:	Si	No
Marca Del Medidor:	A. METER	Diámetro Del Medidor (Pulg):	3"	Estado del Empaque:	Bueno	Malo
Marca Del Corrector Electrónico:	MOTOROLA	Voltaje De Alimentación:	12 VDC	Estado Resorte:	Bueno	Malo
Modelo Del Corrector Electrónico:	ACE 3600	Temperatura De Gradas °C:	15 °C	Estado Cerrojo:	Bueno	Malo
Serial del Corrector Electrónico:		Lectura Mecánica Medidor:	710764	Estado Espárragos:	Bueno	Malo
Número Dígitos De Corrector:		Lectura Mecánica Volts:	710764	Potencial Antes (V):	-0.853VDC	
Unidad Ingeniería De Corrector:	—	Lectura Digital:	91888837	Potencial Después (V):	-1.232VDC	

FILTRACION					
Diferencial De Presión	Si	No	Elemento Filtrante	Bueno	Malo
	—				—
Diferencial De Líquidos	Si	No	Presión Diferencial (PSIG)	Entrada	Cuerpo
	—			0	0

VALVULAS DE ESTACIÓN	Entrada	Salida	By pass
Aislamiento (S/N):	S	S	S
Hermeticidad (S/N):	B	B	B

ACTUADOR	Encontró	Quedó
Corte De Alta Presión (PSIG):	75	75
Corte De Baja Presión (PSIG):	30	30
Reinicio corte ejecutado (S/N):	N	—

VALVULA DE SEGURIDAD	1° Etapa	2° Etapa	1° Etapa	2° Etapa
Presión De Disparo (PSIG):	69	—	69	—
Presión De Cierre (PSIG):	67	—	67	—
PRUEBA FLUJO CERO	**1° Etapa**	**2° Etapa**	**1° Etapa**	**2° Etapa**
Presión De Salida (PSIG) Operativa:	65	—	64	—
Presión De Salida (PSIG) Standby:	—	—		—
Cumple Flujo Cero 1a Etapa (S/N):	Cumple Flujo Cero 2a Etapa(S/N):			

ETAPA DE REGULACION	Encontró		Quedó	
Presión Del Trabajado (PSIG) Operativa:	60	—	60	—
Presión Del Trabajado (PSIG) Stand By:	—	—	—	—
Presión Del Monitor (PSIG) Operativa:	63	—	63	—
Presión Del Monitor (PSIG) Stand By:	—	—	—	—
Presión Disparo Slam Shut (PSIG) Operativa:	—	—	—	—
Presión Disparo Slam Shut (PSIG) Standby:	—	—	—	—
Tipo de Regulador:	AXIAL			
Marca del Regulador:	A. METER			
Tipo de Actuador del Regulador:	RESORTE			

VERIFICACIÓN SISTEMA DE COMUNICACIÓN				
Comunicación RTU:	SI	NO	N/A	Estado
Tipo comunicación:	Radio	GPRS	N/A	

FILTRO RESTRICCION		LOCALIZACIÓN	
Estado (Bueno/Cambio):	B	Monitor:	N/A
Revisó (S/N):	S	Trabajado:	A
		Bypass:	

OPERACIÓN BYPASS			
Operativo:	—	Hora Final:	—

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO II (SEMESTRAL) No. Orden:

SPIN TEST DE LA TURBINA			
Marca Del Medidor:	A. METER		
Modelo Del Medidor:	3 GT		
Tipo Rotor (Cobre/Plastico):	PLASTICO		
Serial:	CAK 795820		
Limpieza Medidor:	SI	NO	N/A

TIEMPO (S)			
Ordenado:	Mediaje	Quedó:	N/A
Tiempo Ajustado:	1	Tiempo Muerto:	

MANGA Y/O DIAGRAMA			
Retención:	N		
Intervalo (S/N):		Q Del Registrador (Pulg):	
Reemplazo (S/N):			
Monitor: 1° Etapa	2° Etapa	Bypass	
Trabajado: 1° Etapa	2° Etapa		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO III (ANUAL) No. Orden:

MANTENIMIENTO A ACTUADOR NEUMATICO				
Mantenimiento Piston (S/N):		Cambio de Aceite (S/N):		
Ubicación:	Punto disparo alto:		Mantenimiento Actuador (S/N):	
	Punto disparo bajo:		Cambio de O-ring actuador (S/N):	
Mantenimiento Válvula Diferencial (S/N):			Estado del Vástago:	
Mantenimiento Válvula Diferencial (S/N):			Bueno	Malo	N/A
Cambio de Aceite (S/N):			Mantenimiento Regulador (S/N):	

MANTENIMIENTO A PILOTOS SISTEMA DE REGULACION							
Ubicación:							
Monitor:							
Line Gunn/Mon:							
Cambio Aceite (S/N):							
Ubicación:	Trabajado:		Bueno		Monitor		Stand By
			Operativo				Operativo

MANTENIMIENTO A MEDICIÓN								
Limpieza Medidor (S/N):	Bueno	Malo	N/A		Estado de Valor:	Bueno	Malo	N/A
Cambio de Elastómeros:	Si	No	N/A		Estado Cilindro:	Bueno	Malo	N/A

DIGITADO
2019 MAR
VIVIANA VIDAL L.
O & M

* RECUERDE UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE REQUERIDOS

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-040

OBSERVACIONES: SE REALIZA MTTO MENSUAL A LA ERM, SE HIZO PRUEBA AL DISTINTA DE REGULACION Y DE INCLUSIO LOS SET QUE QUEDARON EN OPERACION COMO TRABAJADOR - MONITOR, FILTRO CON PRESION DIFERENCIAL EN 0, TOMA CALIBRE, EL CORRECTOR Y MEDIO ESPESORES EN AMBOS LADOS DE LA ERM.

MEDIDAS CORRECTIVAS: SE RECOMIENDA PINTURA PARA LA ERM

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS GENERADOS: DEPOSITADOS EN LA BOLSA CORRESPONDIENTE

ESTADO GENERAL	ANTES (para ERM)		ABANDERAMIENTO (verificación)		ARMADO (Calentamiento)		HOSTIGAMIENTO (verificación)		ARMADO (Operación)	
	Estado (BUENO, M)	Observación (en caso de M)	Estado (BUENO, M)	Observación (en caso de M)	Estado (BUENO, M)	Observación (en caso de M)	Estado (BUENO, M)	Observación (en caso de M)	Estado (BUENO, M)	Observación (en caso de M)
	B	Fc	B	F	B	E	B	E	—	—

ESTADO ESTACIÓN (ENTRADA)	PRESENTA AISLAMIENTO	SI	PRESENTA FUGA	SI	PRESENTA PLUMAS	NO	SUPERFICIE EXTERIOR PINTADA	SI	CAJA REQUIERE PINTURA EXT	NO	CAJA REQUIERE LIMPIEZA INTERIOR	NO	CAJA ESTÁ LIMPIA DE RESIDUOS	NO

VERIFICACIÓN FINAL ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN

SALIDA ENTRADA	ABIERTA	CERRADA	VALVULA BY-PASS			MEDICIÓN REGISTRA INCLINACIÓN Y ENCENDIDO	SI ✓	NO	N/A
ENTRADA SALIDA	ABIERTA	CERRADA	PRESIÓN ENTRADA	210		ACTIVIDAD ENMARCADO	SI ✓	NO	N/A
ENTRADA SALIDA	ABIERTA	CERRADA	PRESIÓN SALIDA	60		GRADUACIÓN ADECUADO	SI ✓	NO	N/A
¿FUGA EN VENTEO Y VENTEO	SI	NO	HORA 15:45	FECHA 06-03-2019		NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE	[illegible]		

MATERIALES UTILIZADOS:

DESCRIPCIÓN	ITEM	CANTIDAD	CUADRILLA

LEIDO: DEFENSE BORDEAUX
NOMBRE Y FIRMA

REVISO: [signature]
NOMBRE Y FIRMA

LEIDO: [signature]
NOMBRE Y FIRMA

FECHA REV: 2019-03-14

OBSERVACIONES: CC 1572373 19
FALTA CORREA POR PINTURA CON ERM

Versión 9
Vigencia: 2016-09-11

GdO

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-040

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO I (MENSUAL) No. Orden: 1580022258

Nombre de la estación:	EDS GUAYCO RESIDENCIAL			Seg.	270406
Fecha Inicial: 26/04/17	Fecha Final: 27/04/2017	Hora Inicial: 10:30	Hora Final: 16:45	Cuadrilla:	CENTRO

MANOMETROS	Analog.	Digital	Cód. Manóm.	Próx.Calibración
Presión Dinámica (PSI)	225	241	MN-0285	31-07/2017
Presión Intermedia (PSI)				
Presión de Salida (PSI)	60	60	MN-0251	31-07/2019
Presión Calibración (PSI)		60		

VERIFICACIÓN DE FUGAS			
Aguas jabonosa (SPI)	B	Detector (SPI)	B
Presencia De Fugas (SPI)	B	Cantidad	—
Corrección (SPI)	—	Cantidad	—
Clasificación fuga	—	Ubicación	—

MEDICION				VERIFICACIÓN DEL KIT ASILANTE		
Tipo De Medición	TURBINA	Lubricó Medidor (SMI)	NO	Aseo en el Kit Asilante	B	Bien
Marca Del Medidor	AMERICAN METER	Calibrado Del Medidor (Mes)	3	Estado Del Empaque	Bueno	Malo
Marca Del Corrector Electrónico	MOTOROLA	Voltaje De Alimentación	13.47 VDC	Estado Secundario	Bueno	Malo
Modelo Del Corrector Electrónico	ACE 3600	Temperatura En Grados °C	19.7 °C	Estado Cubierta	Bueno	Malo
Serie Del Corrector Electrónico	9767902	Lectura Mecánica Medidor	—	Estado Empaques	Bueno	Malo
Número De Serie Del Corrector	—	Lectura Mecánica Index	7222162	Potencial Anodo (V)	-1.425 VDC	
Próxima Fecha De Calibración	—	Lectura Digital	9767805	Potencial Retorno (V)	-0.346 VDC	

FILTRACIÓN					
Presencia De Lodos	SI	NO	Elemento Filtrante	Bueno	Malo
Presencia De Líquidos	SI	NO	Presión Diferencial (PSIG)	Encontró	Quedó
				4	17

ACTUADOR	Encontró	Quedó
Curva De Alta Presión (PSIG)	75	75
Curva De Baja Presión (PSIG)	3.5	3.5
Rotación Ensamblamiento (SAI)	NO	NO

VALVULAS DE ESTACIÓN	Entrada	Salida	By-pass
Asiento (SAI)	B	B	B
Hermeticidad (SAI)	B	B	B

VALVULA DE SEGURIDAD	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa
Presión De Disparo (PSIG)	67	—	67	—
Presión De Cierre (PSIG)	67	—	67	—
PRUEBA FLUJO CERO	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa
Presión De Salida (PSIG) Operativa	65	—	65	—
Presión De Salida (PSIG) Stand By	—	—		—
Corrido Flujo Cero 1a Etapa (SAI)	B	Corrido Flujo Cero 2a Etapa (SAI)		—

ETAPA DE REGULACION	Encontró		Quedó	
Presión De Trabajo (PSIG) Operativa	60	—	60	—
Presión De Trabajo (PSIG) Stand By	—	—	—	—
Presión De Monitor (PSIG) Operativa	65	—	65	—
Presión De Monitor (PSIG) Stand By	—	—	—	—
Presión Disparo Slam-Shut (PSIG) Operativa	—	—	—	—
Presión Disparo Slam-Shut (PSIG) Stand By	—	—	—	—
Tipo de Regulador	AXIAL			
Marca del Regulador	AMERICAN METER			
Corrido Flujo Cero 1a Etapa (SAI)				

VERIFICACION SISTEMA DE COMUNICACION					
Comunicación (SAI)	SI	NO	N/A	Orden	924
Tipo comunicación	Radio	GPRS	N/A		

FILTRO RESTRICTOR		SEDACIÓN	
Estado (Bueno/Cambio)	N/A	Modelo	N/A
Medida (SAI)		Trabajado	
		Diseño	

OPERACIÓN BYPASS			
Hora Inicio	—	Hora Final	—

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO II (SEMESTRAL) No. Orden:

SPIN TEST DE LA TURBINA			
Marca Del Medidor	AMERICAN METER		
Modelo Del Medidor	3 G T		
Tipo Rotor (Plastico-Aluminio)	PLASTICO		
Serie	0514		
Encontró el Medidor	SI	NO	N/A

TIEMPO (S)			
Objetivo	Encontró	Quedó	
Tiempo Obtenido	Tiempo Mínimo		

MARCHA Y/O DISPARADOR				
Referencia	N/A			
Indicadores (SAI)				ID Del Regulador (Psig)
Hermeticidad (SAI)				
Monitor	1ª Etapa	2ª Etapa	Bypass	
Trabajador	1ª Etapa	2ª Etapa		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO III (ANUAL) No. Orden:

MANTENIMIENTO A ACTUADOR NEUMATICO			
Sistema cierre Presa (SAI)		Cambio de kit piston (SAI)	
Ubicación	Punto disparo alto	Medida cuerpo Actuador (DIA)	
	Punto disparo bajo	Cambio de Actuador (SAI)	
Mantenimiento Válvula Direccionales (SAI)		Estado del Eje	
Mantenimiento Válvulas Direccionales (SAI)		Bueno	Malo	N/A
Cambio de Eje (SAI)		Mantenimiento Regulador (SAI)	

MANTENIMIENTO A PILOTOS SISTEMA DE REGULADOR					
Marca Piloto					
Monitor		Trabajador			
Kit Sucio/Malo		Cambio Kit/Sucio SAI			
Ubicación	Trabajador	Stand By		Monitor	Stand By
		Operativo			Operativo

MANTENIMIENTO A MEDIDOR								
Retiro de Herrumbre	Bueno	Malo	N/A	Estado de Tubo	Bueno	Malo	N/A	
Cambio de Empaques	SI	NO	N/A	Estado Tornillos	Bueno	Malo	N/A	

* RECUERDE UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE REQUERIDOS

Verónica Londoño G

Vigente a: 2016-02-11

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-040

OBSERVACIONES:

SE REALIZA MTTO PREVENTIVO A LA ERM DE LA CUAL SE CAMBIO APUNTADOR MECA, SE HIZO PRUEBA DE FLUJO Y SE ENCONTRO SISTEMA COMO TRABAJADOR-MONITOR Y DE DETO COMO MONITOR-TRABAJANDO. EL FILTRO SE ENCONTRO CON DIFERENCIAL DE SISTEMA DE MEDICION OPERA CON NORMALIDAD SE USO BOQUERAS A VALVULA DE AGUJA Y ACOPLADOR. ERM PRESENTA ALTA CONDENSACION DE HUMEDAD INTERNA.

MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS

ERM Y PATIN REQUIEREN PINTURA ALCRIDE AL NIVEL DE CASETA.

RECOMENDACIONES, HISTORIAS O VENTAJOS: LAVADO EN LAS BOLSAS CORRESPONDIENTES

EQUIPO INSPECCIONADO	APR (uso EPP)		ABASTECIMIENTO (gasolina)		ABASTECIMIENTO (aceite motor)		ABASTECIMIENTO (aceite transmisión)		ABASTECIMIENTO (refrigerante)	
	Estado (BUENO/MALO)	Observaciones (en caso de ser necesario)	Estado (BUENO/MALO)	Observaciones (en caso de ser necesario)	Estado (BUENO/MALO)	Observaciones (en caso de ser necesario)	Estado (BUENO/MALO)	Observaciones (en caso de ser necesario)	Estado (BUENO/MALO)	Observaciones (en caso de ser necesario)
	B	E	B	E	B	E	B	E	B	E

ESTADO ESTACION AL FINALIZAR	PRESION INICIAL	31	PRESENTA FUGA	SI	PRESENTA PLAGAS	NO	ESTADO EMISARIO (RESPONSIVA)	SI	CAJA REQUIERE PINTURA	NO	CAJA REQUIERE LIMPIEZA INTERNA	NO	CAJA ESTA PERFECTA	NO

VERIFICACION FINAL ESTACION DE REGULACION Y MEDICION

VALVULA ENTRADA	ABIERTA	CERRADA	PRESION SALIDA	ABIERTA	CERRADA	MEDIDOR DE GASTO MATEMATICA Y DIGITAL	SI	NO	N/A
VALVULA SALIDA	ABIERTA	CERRADA	PRESION ENTRADA	241		ACTUADOR REGULADO	SI	NO	N/A
VENTEO DE GAS	ABIERTA	CERRADA	PRESION SALIDA	6.0		ODORIZANTE HABILITADO	SI	NO	N/A
PERSONAL RESPONSABLE DE CONTROL	SI	NO	HORA 16:15	FECHA 24-04-2021		NOMBRE DE PERSONA QUE FIRMA	LUIS HAN CAMPAÑAS		

MATERIALES UTILIZADOS

DESCRIPCION	ITEM	CANTIDAD	CUADRILLA

ELABORO: ALFONSO RODRIGUEZ
NOMBRE Y FIRMA: ALFONSO R.

REVISO: [signature]
NOMBRE Y FIRMA: CESAR CITAUERIA.

AUTORIZO: [signature]
NOMBRE Y FIRMA: CESAR CITAUERIA. 30/9/2021

NOTAS DEL SUPERVISOR:

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-040

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO I (MENSUAL) No. Orden

Nombre del Mantenedor	Yuniod Rodriguez			Fecha	27-06-
Hora Inicial	15:50	Hora Final	16:30	Consecutivo	399

PARAMETROS	Medida	Digital	Cód. Medidor	Fecha Calibración	VERIFICACIÓN DE FUGAS	
	210	231	0402	2019/03/21		
	00	00	0231	2019/04/30		
	00	00				

MEDICIÓN			VERIFICACIÓN DEL KIT ACOPLAMIENTO	
Turbina Flujo de Retor		N		
Presión		18.2		
Temperatura		23.0		
Presión Salida FW		-		
		993306		2012
		993306		691

FILTRACIÓN				ACTUADOR		
					33	33
					30	30
					60	60
				VÁLVULA DE SEGURIDAD		
					03	03
					03	03
				PRUEBA FLUJO CERO		
					03	03

VÁLVULAS DE ESTACIÓN					
	M				

ESTADO DE REGULACIÓN			VERIFICACIÓN SISTEMA DE COMUNICACIÓN	
	60	60		104
	63	60		
			FILTRO RESTRICTOR	UBICACIÓN
	Axial			
	Rotación			
			UBICACIÓN BYPASS	
			19:32	19:34

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO II (SEMESTRAL) No. Orden

UBICACIÓN DE LA TURBINA		MARCA Y DIMENSIONES	
Cuarto de Retor			
Plastico			
04K-99582			
TIEMPO (S)			

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 3 No. Orden

MANTENIMIENTO A ACTUADOR NEUMÁTICO			MANTENIMIENTO A PISTOS SISTEMA DE REGULADOR	

MANTENIMIENTO A VERDOR	

DIGITADO POR: 2015 OCT 23 VIVIANA VIDAL V. C.I. [illegible]

* REQUIERE UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE REQUERIDOS

CONTROL DE MANTENIMIENTO A ESTACIONES

RC-040

Se realizo mantenimiento correctivo a la válvula reguladora de 2" marca Dresser Directrol de la estación de regulación de [illegible], se realizo reparación de cuerpo valvula de 4".

Presion: D: 0.023 SO: 50.065 SY: 59.495

Temperatura: 7.91 = 7.97 13.91 = 14.01 19.91 = 24.05

Regal

D	EST	L	EST	D	EST	B	EST	D	EST										

VERIFICACION FINAL ESTACION DE REGULACION Y MEDICION

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
NIT.800167643-5

Santiago de Cali, Noviembre 23 de 2009

ORDEN DE TRABAJO

Jumbo

HUERFANOS 9 o 10 AM

ORDEN	FEC SOL	FEC PROGRAMAC	MEDIO	TIPO
76-092-393714	19-NOV-09		TELEFONO	INCORPORADO

(C)

SISTEMATIZADO

CUADRILLA: 500-JOHNNY REY VALIENTE NEGRETE

MULTIFAMILIAR: -1-UNIFAMILIAR

DIRECCION: CR 4 CL 3 - 5 PISO 01 **CICLO:**432

BARRIO: 110-BELALCAZAR

USUARIO: 186039-TREJOS DE LOPEZ SONIA **TELEFONO:**6698897

CATEGORIA: COMERCIAL **SUBCATEGORIA:**ESTRATO 1

MEDIDOR: 13335931-2005-55 **MARCA:**SAMGAS MR8 - PP 40

SOLICITANTE: JAIME CASTILLO

TIPO DE SERVICIO: 1713-SOLICITUD VISITA TECNICA

DEPENDENCIA: SERVICIOS TECNICOS

OBSERVACIONES: JAIME CASTILO-3126786337-REALIZAR LO NECESARIO PARA Q LA LINEA QUEDE CUMPLIENTO CON LA NORMA Y FUNCIONANDO/COBRAR 2 CUOTAS/

VALOR: -- **GASODOMESTICO:**--

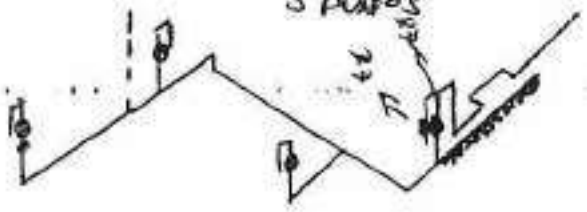
ULT LECTURA	CONS. FACTURADO	CONS. PROMEDIO	TRABAJO EJECUTADO
7336	118	98	

FEC SERVICIO	LECTURA SERV	NOMBRE TECNICO	HORA INICIO	HORA FIN
24 NOV 09	07338-4	Carlos Andrés Escobar	10:00	10:45

OBSERVACIONES

2 desmontes 86.000
INST 1 DT 97.000
TUBERIA REUTILIZA 3/4 14mts 259.000
TUBERIA NUEVA 3/4 17 mts 229.000
3 CODOS 3/4 90.000
1D UNIVERSAL 1/2 250.000

Bajar tuberia al piso y realizar puntos requeridos 5 puntos



-Ningun funcionario de Gases De Occidente S.A. E.S.P. esta autorizado para recibir dinero en efectivo.
-El presente documento constituye constancia de notificacion personal.
-Autorizo a Gases De Occidente S.A. E.S.P. cobrar en la factura del servicio de gas la cuota mensula y la financiacion correspondiente al servicio o bien suministrado liquidado a la tasa maxima legal permitida.
-Vigilada por la superintendencia de Servicios Publicos SSP NUIR 2-76001000-5

X Jaime Castillo P. 12. Cuotas de 134.192

Firma Cliente

C.C. X 14.962.160

Total A pagar: 1413.000

CASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
NIT.800167643-5

Santiago de Cali, Septiembre 12 de 2012

660915

ORDEN DE TRABAJO

ORDEN	FEC SOL	FEC PROGRAMAC	MEDIO	TIPO
5 802 660900	12-SEP-12		PERSONAL	P

CUADRILLA: 641 P.L. GAS LTDA COMERCIAL

MULTIFAMILIAR: UNIFAMILIAR

DIRECCION: CR 4 CL 1 - 5 PISO 01 CICLO: 133

BARRIO: LAS DELICIAS

USUARIO: 186679-LOS DE LOPEZ SONIA TELEFONO: 6838897

CATEGORIA: COMERCIAL SUBCATEGORIA: ESTRATO 1

MEDIDOR: 13335931-2805-56 MARCA: SANGAS

SOLICITANTE: SONIA LOPEZ

TIPO DE SERVICIO: 1711-SOLICITUD VISITA TECNICA

DEPENDENCIA: SERVICIOS TECNICOS

No. cuotas a diferir Reparacion : -24-

OBSERVACIONES: EN VISITA DEL TECNICO PEDRO TORO SE ENCONTRO QUE DE DEBE CAMBIAR REGULADOR DE 2 ESTUFA 3217644278

OBSERVACIONES ADICIONALES:

VALOR: 748,000-

GASODOMESTICO: Sonia Lopez

ULT LECTURA	CONS. FACTURADO	CONS. PROMEDIO	TRABAJO EJECUTADO
11347	189	162	1789 X 34

F C SERVICIO	LECTURA SERV	NOMBRE TECNICO	HORA INICIO	HORA FIN
17 sep /022	11399	Luis Bojas	11:05	12:30

OBSERVACIONES

Se Realizo Cambio de Reguladores RCAB quedo con Valvula en entrada y Soldg X 70 cms c/u ; una Estufa de 3 anillos de 15 cms c/u y un horno de 2 Plantas de 1" X 40 cms c/u quedo probado sin fugas - otros dos puntos quedan taponados

-Ningun funcionario de Gases De Occidente S.A. E.S.P. esta autorizado para recibir dinero en efectivo.
-El presente documento constituye constancia de notificacion personal.
-Autorizo a Gases De Occidente S.A. E.S.P. cobrar en la factura del servicio de gas la cuota mensula y la financiacion correspondiente al servicio o bien suministrado liquidado a la tasa maxima legal permitida.
-Vigilada por la superintendencia de Servicios Publicos SSP NUIR 2-76001000-5

Sonia Lopez

Firma Cliente

CC 31465583 Junto V

Total A pagar: 748,000-

VERIFICACION Y CERTIFICACION DE INSTALACIONES INTERNAS

SUSCRIPCION 186037 CATEGORIA: RESIDENCIAL ☐ COMERCIAL ☒ RC-75

INSTALACION NUEVA ☐ INSTALACION EN SERVICIO ☒ MODIFICACION Y/O REPARACION DE INSTALACION ☐ INSTAL. Y/O CONEX EQUIPO DE CONSUMO ☐

Resolución 1671 de 2002 de la SIC, Circular 14 de 2003, y Resolución 1569 de julio 5 de 2006 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

1. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VENTILACIÓN

RECINTO No. 1			RECINTO No. 2		
No.	EQUIPO DE CONSUMO	POTENCIA	No.	EQUIPO DE CONSUMO	POTENCIA
1	Horno 2 Hab 151	11 kW	1		kW
2	Estufa 3Q	13.1 kW	2		kW
3	Horno 5 Hab 103	20 kW	3		kW
4	3/4 x	kW	4		kW
P= TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW)		44	P= TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW)		
V= VOLUMEN DEL RECINTO (m³)		475	V= VOLUMEN DEL RECINTO (m³)		
Confinado: V/P < 3,4 m³/kW			Confinado: V/P < 3,4 m³/kW		
CONFINADO	NO CONFINADO X		CONFINADO	NO CONFINADO	
Si es confinado verifique aberturas de Ventilación directa al exterior: 11 cm²/kW			Si es confinado verifique aberturas de Ventilación directa al exterior: 11 cm²/kW		
MAXIMA POTENCIA PERMITIDA QUE PUEDE INSTALARSE EN EL FUTURO (kW)		49	MAXIMA POTENCIA PERMITIDA QUE PUEDE INSTALARSE EN EL FUTURO (kW)		

2. CAPACIDAD MEDIDOR

Capacidad máxima instalada (m3/h): 9

3. PRUEBA DE HERMETICIDAD

Lectura inicial	181	Estanqueidad			
Lectura final	181	Cumple	X		
Tiempo (min)	12	No cumple	Cr	Ncr	
Con aire inerte		Detector Metano	X		
Odometro/medidor	X	Agua jabonosa	X		
Presión Estática (in H_2O)		8.1			
Presión Dinámica (in H2O)					

4. Verificación de CO ppm Recinto 1

P-1	P-2	P-3	Cumple	No Cumple	
0	0	0	X	Cr	Ncr

Verificación de CO ppm Recinto 2

P-1	P-2	P-3	Cumple	No Cumple	
				Cr	Ncr

5. OTROS REQUISITOS

	EVALUAC		
	C	Cr	Ncr
Hermeticidad instalacion	X		
Existencia y operatividad valvulas	X		
Trazado y materiales	X		
Condiciones de ventilacion	X		
Instalacion, funcionamiento Artefactos a gas	X		
Centro de medicion y regulacion	X		
Hermeticidad línea matriz			

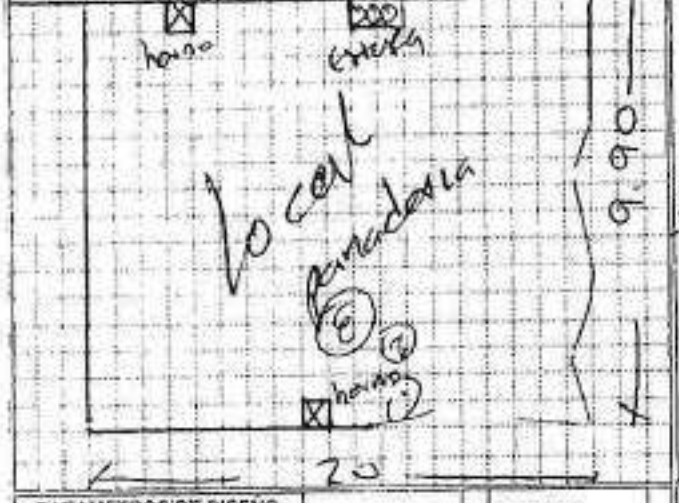
8. DUCTO DE EVACUACION

	SI	NO
Calentador tipo A ☐ B ☐ C ☐		

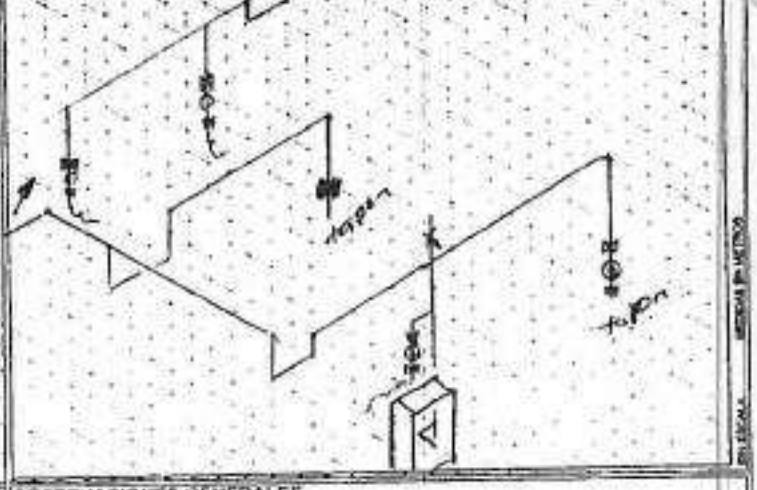
20 x 9.90 x 2.40 = 475

Con la firma de este formato el usuario declara: a) haber recibido información sobre el manejo seguro del gas natural, instrucciones sobre los equipos, normas de seguridad para la detección y control de fugas de la instalación y los gasodomésticos y/o equipos de consumo; b) Que se le informó sobre la posibilidad de solicitar la inspección de monóxido de carbono; c) Haber recibido copia de este certificado; d) Que fue informado sobre el derecho que tiene a presentar descargos contra este certificado así como a estar presente por sí mismo o mediante apoderado al momento de la visita de inspección. Si usted no ejerce su derecho a ser escuchado oportunamente, el usuario se compromete a no hacer reclamos por fallas en la instalación y/o equipos de consumo, para la respectiva suscripción y certificación de la misma. Con este certificado se deja constancia que esta instalación ha sido revisada de acuerdo con los requisitos mínimos exigidos por la Resolución 1671 de 2002 y sus modificaciones incorporadas en el Título II Capítulo Primero Numeral 1.2.6. de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio y la resolución 1569 de 2006 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

6. PLANTA RECINTO



7. ISOMETRICO



PARAMETROS DE DISEÑO ACOMETIDA: CORRIENTE ☐ ESPECIAL X

PARAMETROS DE DISEÑO ACOMETIDA

NUMERO DEL TRAMO	LONGITUD ML	DIAMETRO	MATERIAL
1	1	1	1

DISEÑO TIPO:

CAPACIDAD MAXIMA kW:

OBSERVACIONES GENERALES

TIPO DE CERTIFICADO

CERTIFICADO DE INSPECCION	
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD	X

INSTALACION REVISADA	
INSTALACION INSPECCIONADA	
INSTALACION CERTIFICADA	X

RESULTADO DE LA REVISION

NOMBRE INSTALADOR - CODIGO Y SELLO: USALEMENTAGAS TECNICO

NOMBRE INSPECTOR - CODIGO Y SELLO: Pedro Alonso Toro Codigo SIC 17054

NOMBRE, FIRMA Y C.C. USUARIO O QUIEN SE ENCUENTRE EN EL PREDIO

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
NIT.800167643-5

Santiago de Cali, September 12 de 2012

660915

ORDEN DE TRABAJO

ORDEN	FEC SOL	FEC PROGRAMAC	MEDIO	TIPO
76 [illegible] 668400	12-SEP-12		PERSONAL	P

CUADRILLA: 644 P.L GAS LTDA COMERCIAL

MULTIFAMILIAR: 1 UNIFAMILIAR

DIRECCION: CRA CL 3 5 PISO 01 CICLO: 131

BARRIO: LIDO BELALCAZAR

USUARIO: 186079 TREJOS DE LOPEZ SONIA TELEFONO: 6618867

CATEGORIA: COMERCIAL SUBCATEGORIA: ESTRATO 1

MEDIDOR: 11335971 2005-05 MARCA: SAMGAS

SOLICITANTE: SONIA LOPEZ

TIPO DE SERVICIO: 1731-SOLICITUD VISITA TECNICA

DEPENDENCIA: SERVICIOS TECNICOS

No. cuotas a diferir Reparacion : -24-

OBSERVACIONES: EN VISITA DEL TECNICO PEDRO TORO SE ENCONTRO QUE SE DEBE CAMBIAR REGULADOR DE 2 ESTAPA 3217644278

OBSERVACIONES ADICIONALES:

VALOR: 748,000- GASODOMESTICO: Sonia Lopez

ULT LECTURA	CONS. FACTURADO	CONS. PROMEDIO	TRABAJO EJECUTADO
11343	139	167	1789 X 3

FEC SERVICIO	LECTURA SERV	NOMBRE TECNICO	HORA INICIO	HORA FIN
17 sep/2012	11399	Luis Rojas	11:05	12:30

OBSERVACIONES

Se Realizo Instal de Reguladores RCAB quedo con Valvula en entrada y Salida quedo Conectado horno de 5 Plantas 3/4 C/u X 70 cms c/u ; una Estufa de 3 anillos de 15 cms c/u y un horno de 2 Plantas de 1" X 40 cms c/u quedo Probado Sin Fugas - otras dos puntas quedan taponadas

-Ningun funcionario de Gases De Occidente S.A. E.S.P. esta autorizado para recibir dinero en efectivo.
-El presente documento constituye constancia de notificacion personal.
-Autorizo a Gases De Occidente S.A. E.S.P. cobrar en la factura del servicio de gas la cuota mensula y la financiacion correspondiente al servicio o bien suministrado liquidado a la tasa maxima legal permitida.
-Vigilada por la superintendencia de Servicios Publicos SSP NUIR 2-76001000-5

Sonia Lopez

Firma Cliente:
C.C. 31465583 Juanb V

Total A pagar: 748,000-

VERIFICACION Y CERTIFICACION DE INSTALACIONES INTERNAS

SUSCRIPCION 186037 CATEGORIA: RESIDENCIAL ☐ COMERCIAL ☒ RC-75

INSTALACION NUEVA ☐ INSTALACION EN SERVICIO ☒ MODIFICACION Y/O REPARACION DE INSTALACION ☐ INSTAL. Y/O CONEX EQUIPO DE CONSUMO ☐

Resolución 1067 de 2002, 0179 de 2010, y Resolución 1326 de 2009 del Ministerio de Comercio Industria y Turismo

1. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VENTILACIÓN

RECINTO No. 1			RECINTO No. 2		
No	EQUIPO DE CONSUMO	POTENCIA	No	EQUIPO DE CONSUMO	POTENCIA
1	Horno 2 Hornillas	11 kW	1		kW
2	Estufa 3B	13 kW	2		kW
3	Horno 5 Hornillas	20 kW	3		kW
4	3/4 x	kW	4		kW
P= TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW)		44	P= TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW)		
V= VOLUMEN DEL RECINTO (m³)		475	V= VOLUMEN DEL RECINTO (m³)		
Confinado: V/P < 3,4 m³/kW			Confinado: V/P < 3,4 m³/kW		
CONFINADO	NO CONFINADO X		CONFINADO	NO CONFINADO	
Si es confinado verifique aberturas de Ventilación directa al exterior: 11 cm²/kW			Si es confinado verifique aberturas de Ventilación directa al exterior: 11 cm²/kW		
MAXIMA POTENCIA PERMITIDA QUE PUEDE INSTALARSE EN EL FUTURO (kW)		49	MAXIMA POTENCIA PERMITIDA QUE PUEDE INSTALARSE EN EL FUTURO (kW)		

CALCULO

20 × 9.90 × 2.40 = 475

2. CAPACIDAD MEDIDOR

Capacidad medida instalada (m³/h): 6

3. PRUEBA DE HERMETICIDAD

Lectura inicial	181	Estanqueidad		
Lectura final	181	Cumple	X	
Tiempo (min)	12	No cumple	Cr	Ncr
Con aire inerte		Detector Metano		X
Odómetro/medidor	X	Agua jabonosa		X
Presión Estática (in H_2O)		8.61		
Presión Dinámica (in H_2O)				

4. Verificación de CO ppm Recinto 1

P-1	P-2	P-3	Cumple	No Cumple	
			X	Cr	Ncr

Verificación de CO ppm Recinto 2

P-1	P-2	P-3	Cumple	No Cumple	
				Cr	Ncr

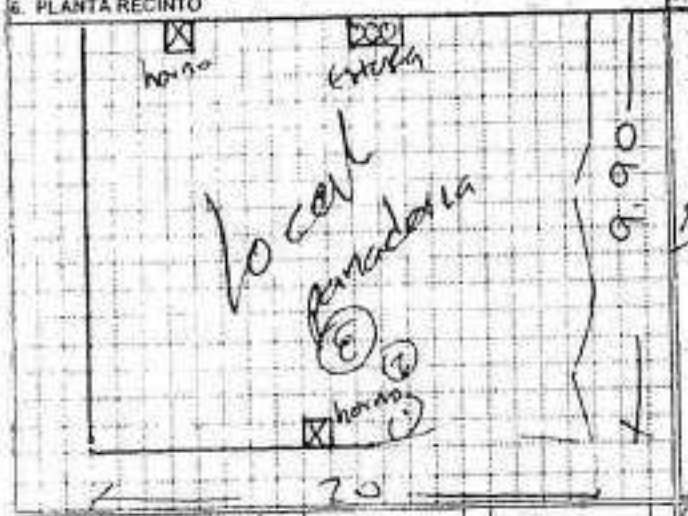
5. OTROS REQUISITOS

	EVALUAC		
	C	Cr	Ncr
Hermeticidad instalacion	X		
Existencia y operatividad valvulas	X		
Trazado y materiales	X		
Condiciones de ventilacion	X		
Instalacion funcionamiento Artefactos a gas	X		
Centro de medicion y regulacion	X		
Hermeticidad linea matriz			

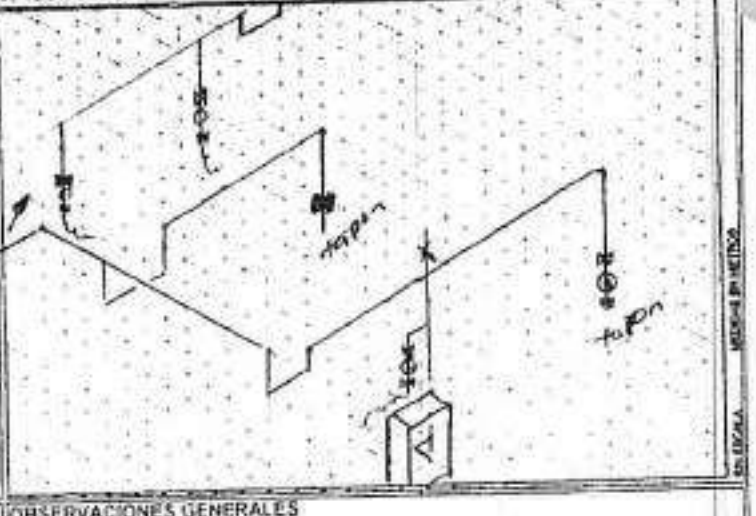
8. DUCTO DE EVACUACION

		SI	NO
Calentador tipo	A ☐ B ☐ C ☐		

6. PLANTA RECINTO



7. ISOMETRICO



PARAMETROS DE DISEÑO ACOMETIDA	CORRIENTE	ESPECIAL X

PARAMETROS DE DISEÑO ACOMETIDA			
NUMERO DE TRAMO	LONGITUD ML	DIAMETRO	MATERIAL
1	7	1	1

DISEÑO TIPO

CAPACIDAD MAXIMA KW

OBSERVACIONES GENERALES

TIPO DE CERTIFICADO	
CERTIFICADO DE INSPECCION	X
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD	

INSTALACION REVISADA	USE GAS EN EL HOGAR TECNICOS	Pedro Alonso Toro Codigo: SIC 17054	
INSTALACION INSPECCIONADA			
INSTALACION CERTIFICADA	X		
RESULTADO DE LA REVISION	NOMBRE INSTALADOR - CODIGO Y SELLO	NOMBRE INSPECTOR - CODIGO Y SELLO	NOMBRE, FIRMA Y C.C. USUARIO O QUIEN SE ENCUENTRE EN EL PREDIO

CONTRATO 186039

Evidencia de GPNV 1013

Ordenes de trabajo

Suscripc

No. Serv. Servicio

	Numero	Orden	T Rep	T Rea	Est	Fec. Elabor.	Fec. Ejecuc	Cuad.
76	892	102131	5010	5010	10	29-07-2005	29-07-2005	506
76	892	102130	5009	5009	10	29-07-2005	29-07-2005	506
76	892	102129	5000	5000	10	29-07-2005	29-07-2005	506
76	892	102126	1013	1013	10	29-07-2005	29-07-2005	
76	892	102133	8061	8061	10	29-07-2005	29-07-2005	506
76	892	102132	8060	8060	10	29-07-2005	29-07-2005	506

Descripcion ESFERA INGENIERIA LTDA

CONTRATO 186039 PANTALLAZO 4048

Ordenes de trabajo

Suscripc.

No. Serv. Servicio

	Numero Orden		T Rep	T Rea	Est	Fec Elabor	Fec Ejecuc	Cuad
76	892	688426	1056	1056	10	05-12-2012	07-12-2012	991
76	892	687630	1259	1259	10	03-12-2012	05-12-2012	803
76	892	671681	1094	1094	3	22-10-2012		-1
76	892	661027	4048	[illegible]	10	18-09-2012	20-09-2012	69
76	892	661026	1789	1789	10	18-09-2012	18-09-2012	644
76	892	661025	1789	1789	10	18-09-2012	18-09-2012	644

Descripcion INSP. SERV. ASOC. COMERCIAL

CONTRATO 186039 PANTALLAZO 1211

Ordenes de trabajo

Suscripc.

No. Serv. Servicio

	Numero Orden		T Rep	T Rea	Est	Fec Elabor.	Fec. Ejecuc.	Cuad.
76	892	1006191	1479	1479	10	31-05-2013	21-06-2013	803
76	892	747479	1056	1056	10	06-05-2013	09-05-2013	991
76	892	723203	1056	1056	10	06-03-2013	08-03-2013	991
76	892	703182	1211	[illegible]	10	16-01-2013	18-01-2013	74
76	892	692347	1699	1699	2	14-12-2012		96
76	892	690063	1914	1914	10	07-12-2012	12-12-2012	1019

Descripcion CERTIFICACION TRABAJOS PRP

VERIFICACION Y CERTIFICACION DE INSTALACIONES INTERNAS

SUSCRIPCION 186039 CATEGORIA: RESIDENCIAL ☐ COMERCIAL ☒ RC-75

INSTALACION NUEVA ☐ INSTALACION EN SERVICIO ☒ MODIFICACION Y/O REPARACION DE INSTALACION ☐ INSTAL. Y/O CONEX. EQUIPO DE CONSUMO ☐

Resolución 1447 de 2002 de la S.I.C. modificada 3906 de 2003 y Resolución 1326 de julio 1 de 2009 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

1. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VENTILACIÓN

RECINTO No. 1			RECINTO No. 2		
No	EQUIPO DE CONSUMO	POTENCIA	No	EQUIPO DE CONSUMO	POTENCIA
1	Agua 2 Hatol	8,98 kW	1		kW
2	Estufa 3Q	13 kW	2		kW
3		kW	3		kW
4		kW	4		kW
P= TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW)		21,9	P= TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW)		
V= VOLUMEN DEL RECINTO (m³)		421	V= VOLUMEN DEL RECINTO (m³)		
Confinado: V/P < 3,4 m³/kW			Confinado: V/P < 3,4 m³/kW		
CONFINADO		NO CONFINADO X	CONFINADO		NO CONFINADO
Si es confinado verifique aberturas de:			Si es confinado verifique aberturas de:		
Ventilación directa al exterior 11 cm²/kW			Ventilación directa al exterior 11 cm²/kW		
MAXIMA POTENCIA PERMITIDA QUE PUEDE INSTALARSE EN EL FUTURO (kW)		60	MAXIMA POTENCIA PERMITIDA QUE PUEDE INSTALARSE EN EL FUTURO (kW)		

CALCULO:

9,66 x 2,60 x 16,80 = 421

Con la firma de este formato el usuario declara: a) Haber recibido información sobre el manejo seguro del gas natural, instrucciones sobre los requisitos mínimos de seguridad para el funcionamiento de la instalación y los procedimientos ante equipos de consumo. b) Que se le informó sobre la posibilidad de instalar un detector de concentración de ambiente. c) Haber recibido copia de este certificado. d) Que toda información sobre el derecho que tiene a presentar descargos contra este certificado, así como a estar atendido por un técnico al momento de la visita y esperar durante 15 minutos la presencia del técnico, ingeniero, o* técnico se comprometa a: e) No retirar precintos de equipos de consumo que no cumplan simultáneamente con los acápites 1 y 2 de este certificado. f) Notificar a la empresa distribuidora cualquier modificación de la instalación ya conocida antes o adicional de piezas/accesorios y/o equipos de consumo, para la respectiva aprobación y certificación de la empresa. Con este certificado se deja constancia que esta instalación ha sido revisada de acuerdo con los requisitos mínimos exigidos por la Resolución 1447 de 2002 y sus modificaciones incorporada en el Título B Capítulo Primero Numeral 1.2.5 de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio y la resolución 1326 de 2009 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

2. CAPACIDAD MEDIDOR

Capacidad máxima instalada (m3/h) 8

3. PRUEBA DE HERMETICIDAD

Lectura inicial	132	Estanqueidad			
Lectura final	132	Cumple	X		
Tiempo (min)	12	No cumple		Cr	Ncr
Con aire inerte		Detector Metano			N
Oxímetro/medidor	X	Agua jabonosa			N
Presión Estática (in H_2O)		9			
Presión Dinámica (in H2O)		8,2			

4. Verificación de CO ppm Recinto 1

P-1	P-2	P-3	Cumple	No Cumple	
				Cr	Ncr
0	0	0	X		

Verificación de CO ppm Recinto 2

P-1	P-2	P-3	Cumple	No Cumple	
				Cr	Ncr

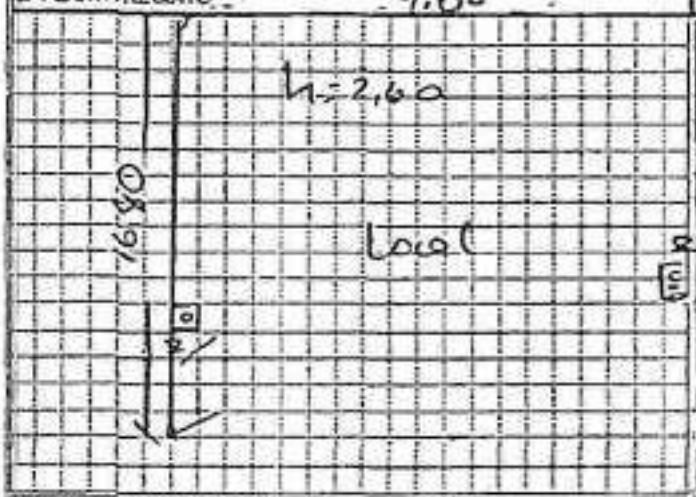
5. OTROS REQUISITOS

	EVALUAC. C	Cr	Ncr
Hermeticidad Instalación	X		
Existencia y operatividad válvulas	X		
Trazado y materiales	X		
Condiciones de ventilación	X		
Instalación, funcionamiento Artefacto a gas	X		
Centro de medición y regulación	X		
Hermeticidad línea matriz	—		

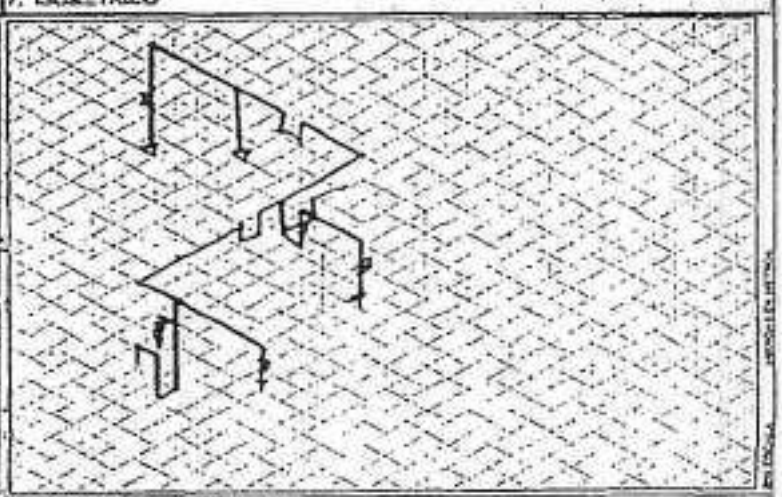
8. DUCTO DE EVACUACION

	SI	NO
Calentador tipo A ☐ B ☐ C ☐	—	

6. PLANTA RECINTO



7. ISOMETRICO



PARAMETROS DE DISEÑO ACOMETIDA	CORRIENTE	ESPECIAL X

PARAMETROS DE DISEÑO ACOMETIDA

NUMERO DEL TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO	MATERIAL

DISEÑO TIPO

CAPACIDAD MAXIMA (m³/h)

OBSERVACIONES GENERALES

TIPO DE CERTIFICADO

CERTIFICADO DE INSPECCION	X
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD	

INSTALACION RECHAZADA	
INSTALACION INSPECCIONADA	
INSTALACION CERTIFICADA	X

RESULTADO DE LA REVISION

NOMBRE INSTALADOR - CODIGO Y SELLO

Pedro Alonso Toro
Ruta SIT 6664

NOMBRE INSPECTOR - CODIGO Y SELLO

Tatiana Ortiz.
29.973737

NOMBRE, FIRMA Y C.C. USUARIO O QUIEN SE ENCUENTRE EN EL PREDIO

FORMULARIO DE CERTIFICACION TRABAJOS PRP

Fecha de Impresión : 17/01/2013

Cuadrilla : 74 CUADRILLA REVISION PERIODICA

Orden :	76 - 892 - 701182	Tipo de trabajo :	1211	CERTIFICACION TRABAJOS PRP
Suscripción :	186039 _ TREJOS DE LOPEZ SONIA	Ciclo :	433	YUMBO
Dirección :	CR 4 CL 3 - 5 PISO 01	Barrio :	110	BELALCAZAR
Teléfono :	6698697	Multifamiliar :	-1	UNIFAMILIAR
Fecha Instalación :	29/07/2005	Medidor :	13335931-2005-55	
Fecha conexión :	29/07/2005	Marca :	55	EMCAS
Fecha ultima RP :	30/01/2010 Fecha programación : 10/01/2013	Categoria :	2	COMERCIAL
Estado técnico	1 CON SERVICIO	Trab. Terceros (S/N) :	NO	Suspendido (S/N) NO

Fecha de Ejecución : 18-1-13 Hora de inicio : 18:00 Hora Fin : 18:30 Lectura Actual 11617.6

DEFECTOS

TRABAJOS REALIZADOS

ORDEN	TRABAJO EJECUTADO	CUADRILLA

Observaciones: SE GENERA PARA CERRAR CICLO DE 1531 USUARIO CERTIFICADO CON ASOCIADO

Resultado de la Certificación : Certificada X Rechazada ____ Inspeccionada ____

Usuario Suspendido : SI ____ NO ____ Lectura de Suspension : ____

OBSERVACIONES GENERALES :

Se realiza CN, red intrinsica en AC sin novedad, red sin anomalía. se certifica

Tatiana Ortiz Pedro toro

Nombre de quien Atiende Nombre del Tecnico No. RUT ____

- Ningún funcionario de Gases de Occidente S.A. E.S.P. está autorizado a recibir dinero en efectivo.
- El presente documento constituye constancia de notificación personal.
- Vigilado por la Superintendencia de Servicios Público SSP NUIR 2-7600100000-5.

Gases de Occidente SA ESP ofrece garantía de 3 meses para los trabajos de puntos nuevos, mantenimiento, modificación y/o reparaciones del centro de medición y red interna efectuados por la compañía a partir del momento en que se presta el servicio. Excepciones de la garantía: (i) Fuerza mayor o caso fortuito; (ii) Hecho de un tercero; (iii) uso indebido del bien por parte del consumidor; (iv) componentes eléctricos y (v) no atención.

27-01-2017

GASES DE OCCIDENTE S A ESP 800167643-5	ORDEN DE TRABAJO

DATOS DE LA ORDEN

Departamento	5-VALLE DEL CAUCA	Localidad	52-YUMBO
Sector Operativo	1655-BELALCAZAR (YUMBO)	Numero de la Orden	90151742
Tipo de Trabajo	12486 SOLICITUD SOPORTE TECNICO	Unidad Operativa	780-CUADRILLA GENERICA INSPECCION SERVICIO ASOCIADO
Fecha de ejecucion		Fecha asignacion del trabajo	25-01-2017 10:11:27

DATOS DEL CLIENTE

Solicitud	88260173 Venta de Servicios de Ingeniería	Fecha de Solicitud	25-01-2017 09:56:09
Actividad	9000079 SOPORTE TECNICO	Meses RP Transcurridos	48
Suscripción / Contrato	1186039 TREJOS DE LOPEZ SONIA	NIT / CC	31485583
Dirección	KR 4 CL 3 - 5 PISO 01	Telefono	8898897
Categoría	2-COMERCIAL	Presión de Medicion	5
Estado del producto	1 Activo	Tipo de inmueble	2-VIVIENDA
Numero de Medidor	13335931 2005-55	Marca del Medidor	SANGAS
Producto	1186039	Hora Asignada	25-01-2017 10:11:27
Comentario de la orden	HENRY VALENCIA - TEL 3184958757- USUARIO INFORMA QUE TIENE DOS MEDIDORES UNO RESIDENCIAL Y COMERCIAL SOLICITA IR A VERIFICAR LOS NUMERO DE CONTRATO Y CONTADOR DE CADA UNO Y VER CUAL ES EL MAS APROPIADO PARA ACTIVAR YA QUE VA FUNCIONAR UNA NOTARIA // Orden PNO: 76317130 Comentario PNO: LECT 17137,2, LOCAL VACIO DESHABITADO PORTONES GRIS FACHADA BLANCA, CM SIN ANOMA, NADIE EN LOCAL /		

DATOS TECNICOS DE LA INSTALACION

Numero de cuotas diferido		Sello instalado en el medidor		Presion dinamica (psi)	
Hora Inicial de Actividad		Hora Final de Actividad		Presión de Medición (psi)	
Centro de medición Ubicación		Entrada Flujo Medidor			

ITEMS UTILIZADOS

ITEM	CANTIDAD/LONGITUD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL

No. Medidor retirado		Marca		Año		Lectura
No. Medidor instalado		Marca		Año		Lectura

OBSERVACIONES DE LA ORDEN

Se evidencia Medidor Sensus 418 - Serie 13335931-2005 - Lect 17137,2. Para local Comercial -
- Medidor # 8150416 - 2002 - Ricoh - Lect 702,250 para uso Residencial

COMENTARIOS Y/O SUGERENCIAS DEL CLIENTE

El Negocio Independiente de Gases de Occidente S.A.E.S.P. está autorizado para recibir dinero y/o cheques como constancia notificación personal. Si Autoriza a Gases de Occidente S.A. E.S.P. cobrar en factura servicios de gas de tecnico normal y financiación correspondiente al servicio o bien suministrado. Aquellos a bien materiales legal permitidos. Vigilada por superintendencia de servicios públicos. NUR 2 760H009. IMPORTANTE: Gases de Occidente S.A.E.S.P. Investigaciones. Debera para todos Centro de medición, servicios postventa y mantenimiento, modificaciones). 4 años a instalación externa y cargos por consumo realizado por la Compañía, a partir de que se emita la factura. Excepciones generales: 1 Fuerza mayor o caso fortuito 2 Hecho de un tercero. 3 Uso indebido del bien por parte del consumidor. 4 Componentes electricos. 5 No aplicación a instalaciones de gas natural vehicular.

ENTREGA DE LA INSTALACION

Nombre Cliente o quien recibe el trabajo: Henry valencia — Firma Cliente o quien recibe el trabajo: Henry Valencia D

C.C. _____ Nombre del Técnico: Luis Angel Ramos — Firma del Tecnico: Luis Angel R. — Codigo SIC: CC 94.521.443

Cliente acepta construcción SI [ ] NO [ ] Firma _____ No Aplica [ ]

- No se evidencia Red interna del Medidor Residencial.
- Se Recomienda si se Utiliza - el Medidor Comercial Regular a 2 etapas - se Requiere Construcción de toda La red interna

GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. SANTIAGO DE CALI, 26/SEP/2007 07:07
Nit: 800167643 5 oiot

ORDEN DE TRABAJO

Orden	Fec Solicitud	Hora	Fec Programac	Fecha Ejecucion	Tipo
232046	25 09 2007	03:36	26-09-2007	26-09-07	P

Municipio : 892 - YUMBO
Cuadrilla : 69
Multifamiliar: UNIFAMILIAR
Direccion : CR 4 CL 3 - 1 PISO 01
Barrio : BELALCAZAR Zona: ZONA VALLE DEL CAUCA
Usuario : 125110 TREJOS GOMEZ MARIA ELIZABETH Tel: 6570400
Categoria : RESIDENCIAL
Subcategoria : ESTRATO 2 Ciclo: ###
Medidor : 0081504l6 Marca: RICOH
Solicitante : SERV TECNICOS
Tipo Servicio: 1944 - SERVICIO PRESTADO X LA EMPRESA
Dependencia : SERVICIOS TECNICOS
Observaciones: VERIFICAR SI HAY VIVIENDA CONSTRUIDA USUARIO DICE Q LA DEMO LIERON Y TIENE OT DE RP PENDIENTE

Valor :

Ult Lect	Cons Fact	Prom	Trab Ejec	Lect Act	Cuad	Hora Ini	Hora Fin
702	0	21	1944	702m3	69	15:00	15:11

OBSERVACIONES CUADRILLA

LA instalación era para el segundo piso. No hay ni ninguna casa demolida. Se deja suspendido el servicio se troca la valvula del Centro de medición

Pedro A Tejo

- Ningun funcionario de Gases de Occidente S.A. E.S.P esta autorizado para recibir dinero en efectivo.
- El presente documento constituye constancia de notificacion personal.
- Autorizo a Gases de Occidente S.A. E.S.P. cobrar en la factura del servicio de gas la cuota mensual y la financiacion correspondiente a este servicio o bien suministrado liquidado a la tasa maxima legal permitida.
- Vigilada por la Superintendencia de Servicios Publicos SSP NUIR 2-76001000-5
- Recibi a entera satisfaccion este servicio o bien suministrado.

Total a Pagar:

Castillo P.

Firma Cliente
C.C. 1d 962160 Cali

Gas de Occidente

INSTALACION DE GAS NATURAL
FICHA TECNICA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

RC-699

contrato 1180039

Residencial [X] Comercial [X]
Construccion [ ] Reforma [X] No catalogable [ ]
Descripcion trabajo: Reforma de 1 a 2

TIPO DE EDIFICACION

Existente	Diseño (mismo isométrico)	
Nuevo (Anexos)	Memoria Técnica	
	Planos firmados y aprobados	
	Isométrico	
	Concepto de disponibilidad	

Persona competente que firma los planos o diseño
Nombre / CC:
Profesion:
TP [ ] CCL [ ]
Calificador

CAPACIDAD DE MEDIDOR
Capacidad máxima instalada (m³/h): 7.7

PRUEBA DE HERMETICIDAD

Información	Tramos nuevos y reformados: Aire [ ] Gas inerte [ ]	Tramos existentes: Odometro [X]
Lectura inicial		171373
Lectura final		171373
Tiempo (min)		15

CONDICIONES DE VENTILACION

RECINTO No. 1

No	EQUIPO DE CONSUMO	Categoria	POTENCIA
1			kW
2			kW
3			kW
4			kW

P = TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW):
V = VOLUMEN DEL RECINTO (m³): 38.6

AIRE	METODO DE VENTILACION
Proviene del Interior [X]	Metodo Estandar V/P > 3,4 M3/KW [X]; El mismo piso [ ] El diferente piso [ ]
Proviene del Exterior [ ]	Metodo 1 [ ] Metodo 2 [ ] Monoespacio [ ]; directo [ ] conducto h [ ] v [ ] c [ ]
Combinacion Int y Ext [ ]	Diligencie area de aire obtenido del interior y exterior
S. mecanic [ ]	Tasa minima > 0.034 M3/Min por KW [ ]

REGISTRO _____ cm _____ cm= _____ cm²
ABERTURAS _____ cm _____ cm= _____ cm²

Máxima potencia permitida que puede instalarse en el futuro, tener en cuenta capacidad del medidor: kW

RECINTO No. 2

No.	EQUIPO DE CONSUMO	Categoria	POTENCIA
1			kW
2			kW
3			kW
4			kW

P = TOTAL POTENCIA INSTALADA (kW):
V = VOLUMEN DEL RECINTO (m³):

AIRE	METODO DE VENTILACION
Proviene del Interior [ ]	Metodo Estandar V/P > 3,4 M3/KW [ ]; El mismo piso [ ] El diferente piso [ ]
Proviene del Exterior [ ]	Metodo 1 [ ] Metodo 2 [ ] Monoespacio [ ]; directo [ ] conducto h [ ] v [ ] c [ ]
Combinacion Int y Ext [ ]	Diligencie area de aire obtenido del interior y exterior
S. mecanic [ ]	Tasa minima > 0.034 M3/Min por KW [ ]

REGISTRO _____ cm _____ cm= _____ cm²
ABERTURAS _____ cm _____ cm= _____ cm²

Máxima potencia permitida que puede instalarse en el futuro, tener en cuenta capacidad del medidor: kW

VERIFICACION DE MONOXIDO

	P1	P2	P3
Recinto 1			
Recinto 2			

CALCULOS
VL = 5.34 x 2.42 x h 2.48 = 38.6 m3

PARAMETROS DE DISEÑO ACOMETIDA CORRIENTE [ ] ESPECIAL [ ]

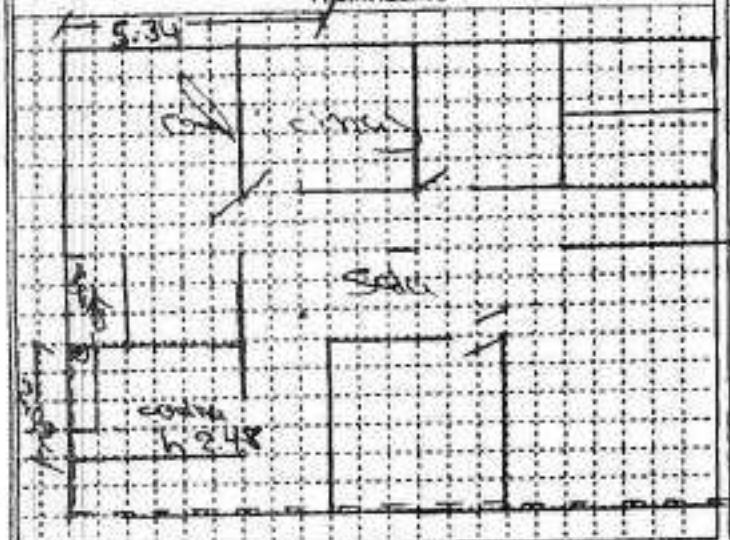
PARAMETROS DE DISEÑO INSTALACION EN EDIFICACIONES EXISTENTES

Tramo	Material	Diametro	Longitud (m)	Caudal (m3)	Caida (mbr)	%	M/E	V/O
A-B	A.G	3/4	0.30				M E	V O
B-C	A.G	1/2	23.24				M E	V O
	PeaPe	1/2	4.72				M E	V O
							M E	V O

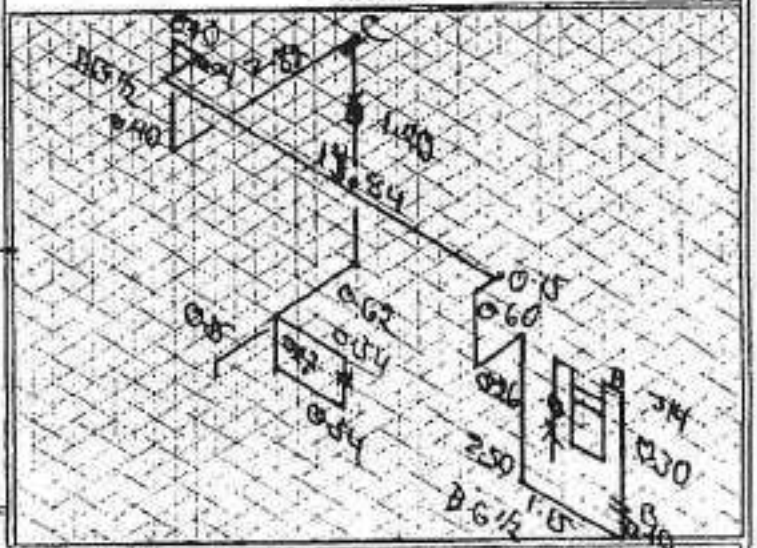
TRAZABILIDAD DE LOS MATERIALES Y/O EQUIPOS

MATERIAL O EQUIPO	PROVEEDOR	CERTIFICADO	# CERTIFICADO
A.G	Colmena	CC DCP	3206
PeaPe	Colmena	CC DCP	SC-CER244994
Valvula de Pesa	TTI	CC DCP	5311-2505
		CC DCP	
		CC DCP	

PLANTA RECINTO



ISOMETRO



Con la firma de este formulario la empresa declara que: a) la instalación entregada fue diseñada, construida o reformada cumpliendo los requisitos establecidos por la Resolución 90312 de 2013 (RITIME); b) que para edificaciones nuevas la persona que firma los planos de diseño cumple lo dispuesto en el Artículo 34 de la ley 842 de 2003, o aquella que la modifique o sustituya y que se ejecutó estudio de acuerdo a lo señalado en la ley 1480 de 2011, o aquella que la modifique o sustituya; c) la información registrada en este formato es veraz y cumple los requisitos legales y normativos aplicables; d) la información registrada corresponde a lo existente en campo; e) se le informo al usuario sobre la posibilidad de instalar un detector de monoxido de carbono.

OBSERVACIONES GENERALES

EQUIPOS USADOS	
METANO	1578
MONOXIDO	
MANOMETRO	

INSTALADOR
FABIAN JOACHI
CC No. 1000[illegible]

Nombre: Hernan Valencia P
CC 94454400 Cali
Concepto favorable de Disponibilidad del servicio por parte de la distribuidora:

CCL: Certificado de competencia Labo al. RITC: Reglamento Tec. TP: Tarjeta Profesional N: nuevo E: existente V: a la vista O: oculto DCP: Declaracion conformidad (proveed.) CC: Certificado conformidad

Version: 1

OK 04-02-16

GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
800187643-5

ORDEN DE TRABAJO

DATOS DE LA ORDEN

Departamento	5-VALLE DEL CAUCA	Localidad	52-YUMBO
Sector Operativo	1855-BELALCAZAR (YUMBO)	Número de la Orden	90452001
Tipo de Trabajo	12155-COTIZAR TRABAJOS VARIOS	Unidad Operativa	382-O Y G MUNICIPIOS S.A
Fecha de ejecución	03- 02- 2017	Fecha asignación del trabajo	30-01-2017 07:39:59

DATOS DEL CLIENTE

Solicitud	40491910 - Venta de Servicios de Ingeniería	Fecha de Solicitud	30-01-2017 07:27:30
Actividad	4000050 - COTIZAR TRABAJOS VARIOS	Meses Rº Transcurridos	48
Suscripción / Contrato	1186039-TREJOS DE LOPEZ SONIA	NIT / CC	31465503
Dirección	KR 4 CL 3 - 5 PISO 01	Teléfono	8898897
Categoría	2-COMERCIAL	Presión de Medición	5
Estado del producto	1-Activo	Tipo de inmueble	2-VIVIENDA
Número de Medidor	13335931-2005-55	Marca del Medidor	SANGAS
Producto	1186039	Hora Acordada	30-01-2017 07:39:59
Comentario de la orden	YUMBO VALLE HENRY VALENCIA CC 94452420 TELEFONO 318 4958757 CELULAR JORGE TEL 3117207848 BARRIO BELALCAZAR CRA 4 CL 3 05 PISO 01 COMERCIAL SSOLICITA REALIZAR LA PARTE INTERNA DE LA INSTALACION MEDIDOR 13335931-2005 // Orden PNO 76317130 Comentario PNO LECT 17137.2 LOCAL VACIO DESHABITADO PORTONES GRIS FACHADA BLANCA CM SIN ANOMA, NADIE EN LOCAL /		

DATOS TECNICOS DE LA INSTALACIÓN

Número de cuotas diferido	12	Sello instalado en el medidor	ok	Presión dinámica (psi)	025
Hora inicial de Actividad	10:40	Hora Final de Actividad	4:00	Presión de Medición (psi)	5
Centro de medición Ubicación	Fachada	Entrada Flujo Medidor	1352		

ITEMS UTILIZADOS

ITEM	CANTIDAD/LONGITUD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
TVI 1004222	L	62.150	62.150
TVI 1004201	28	21.200	593.600
CV 1004232	2	27.650	55.300
CV 4983254	4	19.350	77.400
CR 1005086	1	164.100	164.100
CV 1004935	1	29.000	29.000
TVH 1009408	1	15.900	15.900
			$ 997.450

No. Medidor retirado		Marca		Año		Lectura	
No. Medidor instalado		Marca		Año		Lectura	

OBSERVACIONES DE LA ORDEN

Se hace retiro de red, se cobra 5354 x que mudo a enlace con circuitería interior. Se cobra una derivante de tramo de tubería de 3m. Se deja punto taponado por falta de autorización de excavación

COMENTARIOS Y/O SUGERENCIAS DEL CLIENTE

1 Negociación autorizada por Gases de Occidente S.A. E.S.P. esta autorizado para recibir dinero 2 Este documento constituye constancia y notificación personal 3 Asesores e Cases de Occidente S.A. E.S.P. cobrar en factura servicio de gas la cuota mensual y financiación correspondiente al servicio o bien suministrado facturado a tasa máxima legal permitida 4 Vigilada por superintendencia de servicios públicos PBX 2-7600300-1. IMPORTANTE: Gases de Occidente S.A. E.S.P. ofrece garantía 3 meses para nuevo punto de medición, servicios postventa (mantenimiento, modificaciones), 6 años a instalación interna y cargo por consumo realizada por la Compañía, a partir de que la central se ponga en Estos poseen garantía 1 Fuerza mayor o caso fortuito 2 Hecho de un tercero 3 Uso indebido del bien por parte del consumidor 4 Componentes eléctricos 5 No atención a instrucciones de instalación o mantenimiento inadecuado

ENTREGA DE LA INSTALACIÓN

Nombre Cliente / persona que atiende: Henry Valencia Cliente o usuario recibe el trabajo: Henry Valencia Patiño

CC: Nombre: Jorge Trejos Firma: Cargo(s): 16913948

CC 94452420 Cali.

Cliente acepta conciliación SI [ ] NO [ ] Firma: No Aplica [ ]

Para colocar estufa

E&C INGENIERIA SAS

ONAC ACREDITADO — ISO/IEC 17020:2012

INFORME DE INSPECCIÓN RESIDENCIAL Y COMERCIAL PERIÓDICAS FI-02

(Versión: 04)

PERIÓDICA [ ] RESIDENCIAL [ ] COMERCIAL [X] LÍNEA MATRIZ [ ] Nº 220685

I. DATOS DE LA INSTALACIÓN

DIRECCIÓN	KR 4 C13-5		FECHA INSPECCIÓN 03 04 18
CÓDIGO/SUSCRIPCIÓN/PÓLIZA	1160639		ORDEN 9115287
DEPARTAMENTO	Valle	MUNICIPIO Yumbo	REQUERIMIENTO

II. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN EN PUNTOS VISIBLES

TUBERÍA Y ACCESORIOS: Acero [X] Cobre [ ] PEAD [ ] PEMD [ ] CPST [ ] Otro [ ] — TIPO DE UNIÓN: Roscada [ ] Soldada [ ] Mecánica [ ] Anillos [ ]

TRAZADO: Empotrado [ ] A la vista [X] Enterrado [ ] Por cubierta [ ] Otro [ ] — TIPO DE REGULACIÓN: Etapa 1 [ ] 2da [ ] No [ ] Otro [ ]

TIPO DE GAS: Natural [X] GLP [ ] — PRESIÓN MÁXIMA LÍNEA INDIVIDUAL: 23 [ ] 50 [ ] 140 [ ] 250 [ ] Otra [ ] — PRESIÓN MÁXIMA LÍNEA MATRIZ: 200 [ ] Otra [ ]

Artefacto Conectado	Tipo ESTUFA	Marca DACCA	kW 6.5	Tipo	Marca	kW	Tipo	Marca	kW	Tipo	Marca	kW
MEDIDOR	Marca SENSUS	Tipo MB	Serie 13335931	UTE [X]	DER [ ]	UBICACIÓN DEL MEDIDOR: Cuarto de Servicios [ ] Nº Pisos: 1				Otro: Medidor en Caja [ ]		

HERMETICIDAD DE LA INSTALACIÓN LÍNEA MATRIZ

DEFECTO CRÍTICO	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A
Equipo Nº					
Fecha (aa/m/d)					
Tiempo de ensayo de hermeticidad					X
Se detecta fuga con el agua jabonosa - Método Complementario					X
La concentración de gas en la instalación es del					

Equipo Nº: —

HERMETICIDAD DE LA INSTALACIÓN LÍNEA INDIVIDUAL

DEFECTO CRÍTICO	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A
La lectura no varía durante un mínimo de 10 min	550	550	X		
Se detecta fuga con el agua jabonosa - Método Complementario			X		

Serie del medidor de la instalación: 13335931

DETECCIÓN DE FUGAS

DEFECTO CRÍTICO	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A
Equipo Nº: M06/600213			
Lectura 0.00 % Volumen	X		
Se detecta fuga con el agua jabonosa - Método Complementario	X		

TRAZADO GENERAL DE LA INSTALACIÓN EN SUS PARTES VISIBLES

DEFECTO CRÍTICO	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A
Mecanismo de cierre del vástago posterior del regulador descarga al interior de la vivienda o recinto	X		

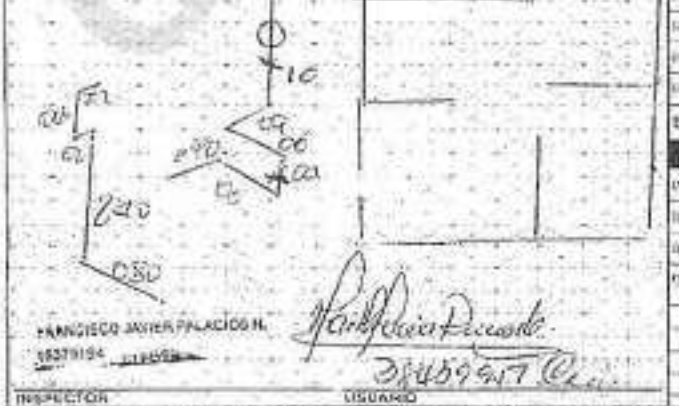
DEFECTO NO CRÍTICO	SI	NO	N/A
Tramos de tubería a la vista carente de protección	X		
Dispositivo de antiacople de la tubería que se encuentra a la vista	X		
Tubería a la vista con corrosión regular y no está encaminada que lo haga por los alcores y techos			X
La tubería pasa por condiciones de edificaciones con ventilación donde se podría acumular el gas en caso de una fuga o áreas donde existan fuentes/motores eléctricos, recipientes de combustible o sustancias cuyo vapores puedan formar combustión			X

INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	SI	NO
El tubo ventila en la red ventilable		X
Se dispone del dimensionamiento de ventilación		

VISTA EN PLANTA (Salidas - Válvulas - Artefactos - Ubicación de Ventilación)

Detalle Ventilación: V = 2.5 X 2.7 X 4.0 = 53 m³

Ø: 3/4 pulg 1/2



FRANCISCO JAVIER PALACIOS H. — 16379194 — CVDEN

INSPECTOR

USUARIO

SE ENCUENTRA EN LA INSTALACIÓN UN RIESGO QUE NO ESTÁ CONTEMPLADO COMO DEFECTO EN LA RESOLUCIÓN 90924 ANEXO 2

ÁREA DE VENTILACIÓN AETA	VOLUMEN RECINTO (m³)	Nº ARTEF.	POTENCIA DE DISEÑO (kW)	POTENCIA INSTALADA (kW)	VOL. MÍNIMO REQUERIDO SI	VOL. MÍNIMO REQUERIDO NO	ÁREA DE VENTILACIÓN SUPERIOR (cm²)	ÁREA DE VENTILACIÓN INFERIOR (cm²)
RECINTO 1	53	1	—	6.5	X		—	—
RECINTO 2	—	—	—	—			—	—
RECINTO 3	—	—	—	—			—	—
RECINTO 4	—	—	—	—			—	—

CONDICIONES DE VENTILACIÓN	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A
DEFECTO CRÍTICO			
Ubicación			X
Cálculos y dimensiones	X		
Cuando no se satisfacen las condiciones de ventilación y la concentración CO en el ambiente es mayor a este (Riesgo en V.I)			X
DEFECTO NO CRÍTICO	SI	NO	N/A
Construido por el usuario (Propietario - Inquilino/arrendatario)			X

MÉTODO DE VENTILACIÓN DE LOS RECINTOS INTERIORES

ANVM - Exterior [ ] Mallas [ ] N/A [ ]
ANVM - Interior [ ] Rejas - Ductos [ ] N/A [ ]
Ductos Metálicos [ ] Vacíos Hasta 5 pisos [ ] Combinación (Rejas y Ductos) [ ]
Combinación (Rejas y Ductos) [ ] Vacíos Para más de 5 pisos [ ] Ductos de Shaft [ ]

RECINTO	CLASIFICACIÓN ARTEFACTO	ANVM	ANVM	ANVM TAMAÑO	CLASIFICACIÓN ARTEFACTO	ANVM	ANVM	ANVM TAMAÑO	CLASIFICACIÓN ARTEFACTO	ANVM	ANVM	ANVM TAMAÑO
1	—			1	—			1	—			
2	—			2	—			2	—			
3	—			3	—			3	—			

Opción Clasificación artefacto ANVM y la Potencia es CERO (X) para los recintos que no indiquen artefactos

UBICACIÓN DE LOS ARTEFACTOS	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A
DEFECTO CRÍTICO			
Artefacto a gas en cuarto destinado para uso comercial, baño, cocineta, armario, closets en el interior de la vivienda o en compartimiento de material combustible			X
Artefacto a gas instalado a gas	X		
Turbina o ventilador ubicado en cocina/cocineta en el dormit.			X

EXISTENCIA Y OPERATIVIDAD DE LAS VÁLVULAS	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A
DEFECTO CRÍTICO			
Válvula o la entrada del medidor (en)	X		
Válvula controla todo distribución, suministro totalmente el paso del gas	X		
DEFECTO NO CRÍTICO	SI	NO	N/A
Válvula controla un artefacto, suspende totalmente el paso del gas	X		
Válvula para cada artefacto de gas	X		
Válvula de bola acceso que controla el flujo de gas a un artefacto	X		
Inconveniente parcial o total del suministro de la válvula que controla el flujo de gas a la instalación o a un artefacto	X		

MEDICIÓN DE CO	ARTEFACTO	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	CUMPLE SI	CUMPLE NO	CUMPLE N/A	DEFECTO CRÍTICO	DEFECTO NO CRÍTICO
RECINTO 1	Estufa	0	0	0	X				
RECINTO 2	—	—	—	—					
RECINTO 3	—	—	—	—					
RECINTO 4	—	—	—	—					

Equipo Nº: SDD42301H

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

INSTALACIÓN SE ENCUENTRA: Con Defectos Críticos [ ] Con Defectos No Críticos [ ] Sin Defectos [X]

Instalación puede continuar en servicio: SI [X] NO [ ]

Instalación cumplió requisitos y criterios verificados: SI [X] NO [ ]

OBSERVACIONES: Certificada

VER INSTRUCCIONES Y ADVERTENCIAS EN EL USO SEGURO DEL SERVICIO DE GAS COMBUSTIBLE

GASES DEL OCCIDENTE S.A. ESP
800167943-8

ORDEN DE TRABAJO 108

DATOS DE LA ORDEN

Departamento	9-VALLE DEL CAUCA	Localidad	52-YUMBO
Sector Operativo	9552-BELALCAZAR (YUMBO)	Número de la Orden	91332487
Unidad Operativa	9520-EAC CERT SERV ASOCIADOS	Fecha de Asignación (dd/mm/yyyy hh:mm)	04-02-2017 11:43:41
Contratista	1574-EAC INGENIERIA S.A.S	Fecha máxima de entrega del trabajo	05-02-2017 00:36:41
Tipo de Trabajo	12150-INSPECCION Y/O CERTIFICACION TRABAJO ASOCIADO	Fecha Final de Ejecución(dd/mm/yyyy hh:mm)	10-2-2017

DATOS DEL CLIENTE

Solicitud	88401830 - Venta de Servicios de Ingeniería	Estado del producto	1-Activo
Actividad	9510004 - INSPECCION Y/O CERTIFICACION TRABAJO ASOCIADO RESIDENCIAL	Estado Corte	1 - CONEXION
Suscriptor	1186039-TREJOS DE LOPEZ SONIA	NIT / CC	31162985
Dirección	KR 4 CL 3 - 5 PISO 01	Teléfono	8958897
Categoría	2-COMERCIAL	Subcategoría	1-UNICO -COMERCIAL
Lectura Estimada	17138	Número del Medidor	10335931-2005-15
Posición de Medidor (PSI)	5	Marca del Medidor	SANGAS SCM 5.25 MR 0
Producto	1186039	Meses RP Transcurridos	49 450
Observación de la orden	YUMBO VALLE HENRY VALENCIA CC 94652420 TELEFONO 318 4558757 CELULAR JOHOE TEL 3117207848 BARRIO BELALCAZAR CRA 4 CL 3 05 PISO 01 COMERCIAL SOLICITA REALIZAR LA PARTE INTERNA DE LA INSTALACION MEDIDOR 10335931-2005 P Orden PNO: 75317138 Comentario PNO: LECT 17137.2, LOCAL VACIO DESHABITADO PORTONES GRIS FACHADA BLANCA, CM SIN ANOMA, MADRE EN LOCAL /		

COMENTARIOS CONTRATISTA EJECUTOR

Propuesta - Ejecutada:ERAFP

DESCRIPCION CALIFICACION	CALIFICACION	OBSERVACION	
IM - Instalacion en edificio	(✓)	FO - Formato orden de trabajo	(✓)
OB - Obra civil	(✓)	TE - Tiempo ejecucion	(✓)
RI - Revision instalacion y materiales	(✓)	AC - Atencion cliente	(✓)
II - Inspeccion instalacion	(✓)	PP - Presentacion personal	(✓)
LA - Localizacion accesorios	(✓)	DG - Dudo gasodomestico	(✓)
FG - Funcionamiento gasodomesticos	(✓)	VR - Verificacion reclmos	(✓)
PI - Presion interna	(✓)	HI - Hermeticidad de la interna	(✓)
EI - Entrega instruccion	(✓)	AU - Otras actividades por usuario	(✓)
VE - Anomalias, reporte de emergencias	(✓)	Serie Detector Metano	MR 6 1000
Serie Detector Monoxido	3D0927011	Serie Manometro	

ITEMS UTILIZADOS

CODIGO	CANTIDAD/LONGITUD	CODIGO	CANTIDAD/LONGITUD

OBSERVACIONES DE LA ORDEN

ENTREGA DE LA INSTALACION

FRANCISCO JAVIER PALACIOS N.

Fecha 10-2-2017 Nombre Usuario y/o Apoderado

Términos y condiciones

Prueba sin validez

Santiago de Cali, 26 de junio de 2019.

Asunto:
EMERGENCIA CONFLAGRACIÓN NOTARIA YUMBO
EVIDENCIAS DE TRAZABILIDAD METROLOGICA DE EQUIPOS

Acorde con la información suministrada por Diego Fernando Torres (Jefe de Mantenimiento) en la cual presentó el listado de equipos usados durante y después del evento, desde la Jefatura de Aseguramiento Metrológico me permito adjuntar los certificados de calibración vigentes de los equipos referenciados a continuación:

EQUIPO	SERIE	FECHA DE CALIBRACIÓN
Manómetro Media/Alta	MN1237	24-ago-18
Manómetro Media/Alta	MN7245	21-may-19
Manómetro Media/Alta	MN1247	28-may-19
Detector de Gas tipo Alfombra	06401001131	17-sep-18
Detector de Gas CH4	4954	17-jun-19
Detector de Gas CH4	6365	17-jun-19

Cordialmente,

Germán José Covelli Solano
Jefe Aseguramiento Metrológico
Gases de Occidente S.A. ESP.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NUMERO
Number: [illegible]

LABORATORIO: Laboratory:	PRESION
INSTRUMENTO: Instrument:	MANOMETRO DE CARATULA MEDIA ALTA
FABRICANTE: Manufacturer:	ASHCROFT
MODELO: Model:	2-1/2" X 1/4" N-T
CODIGO: Code:	6980211G17
NUMERO DE SERIE: Serial Number:	9W1232
RANGO DE MEDICIÓN: Measurement Range:	[illegible]
DIVISIÓN DE ESCALA: Scale of Division:	1 PSI (6.89 KPa)
CLASE: Accuracy:	1 y/o [illegible] %
CONDICION DEL INSTRUMENTO: Instrument Condition:	APTO PARA CALIBRACION
METODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO: Method:	COMPARACION DIRECTA PATRON. EL METODO DE CALIBRACION UTILIZADO ESTA BASADO EN LA NORMA [illegible] CALIBRATION OF PRESSURE GAUGES
MEDIO: Medium:	ACEITE TELLUS 22
TRAZABILIDAD: Traceability:	CERTIFICADO [illegible]
SOLICITANTE: Customer:	GVM - EQUIPOS LABORATORIO
DIRECCION: Address:	CENTRO COMERCIAL [illegible]
PATRON UTILIZADO: Patron:	MANOMETRO DIGITAL [illegible]
EXACTITUD: Accuracy:	0.05 %
PRECARGAS: Preload:	1
FECHA RECEPCIÓN EQUIPO: Date of Equipment Reception:	2018/08/23
FECHA DE CALIBRACION: Date of Calibration:	2018/08/24
FECHA DE EMISION: Date of issue:	2018/08/24
NUMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS: Number of pages and documents Attached:	1

CRISTHIAN ALEXIS JIMENEZ SANCHEZ
Cargo: TECNICO METROLOGO
Elaborado por: Elaborado By:

IVAN ANDRES SALAZAR MEJIA
Cargo: COORDINADOR DE LABORATORIO
Revisado por: Checked By:

LABORATORIO DE METROLOGIA "GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP"
CALLE 44 # 28F - 76, 12 DE OCTUBRE, SANTIAGO DE CALI
Teléfono: 4157300 E-mail: [illegible]

LABORATORIO DE METROLOGIA
[illegible]

GdO

ONAC

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE PRESIÓN

NÚMERO: [illegible]
FECHA: [illegible]

CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales durante la calibración fueron:
Temperatura: 23°C +/- 1°C
Humedad Relativa: 50% +/- 10%

Las condiciones ambientales máximas y mínimas encontradas durante la calibración fueron:
Tmax: 26.20 °C, Tmin: 19.90 °C, Dif. T: 6.30 °C
HRmax: 45.90 %HR, HRmin: 43.70 %HR, Dif. HR: 2.10 %HR

RESULTADOS CALIBRACIÓN INICIAL

Algunos datos que se deben tener en cuenta del proceso de calibración son:
En la calibración se aplicó la secuencia **C**
Diferencia de altura: 0.00000 metros
Posición (corrección): HORIZONTAL

Las unidades de las medidas expresadas a continuación se encuentran en Pound force per Square Inche (**PSI**)

LECTURAS PATRÓN	LECTURAS INSTRUMENTO					
PP	PI(Sub)1	PI(Sub)2	PI(Baj)1	PI(Baj)2	Error(Prom)	Histéresis
0.00	0.00	N/A	0.00	N/A	0.00	0.00
30.00	30.50	N/A	30.50	N/A	0.50	0.00
50.00	50.50	N/A	50.50	N/A	0.50	0.00
80.00	80.00	N/A	80.00	N/A	0.00	0.00
100.00	99.50	N/A	99.50	N/A	-0.50	0.00

Los resultados de la calibración inicial expresados en unidades del sistema internacional se encuentran en kilopascal (**kPa**)

LECTURAS PATRÓN	LECTURAS INSTRUMENTO					
PP	PI(Sub)1	PI(Sub)2	PI(Baj)1	PI(Baj)2	Error(Prom)	Histéresis
0.0	0.0	N/A	0.0	N/A	0.0	0.0
206.8	210.3	N/A	210.3	N/A	3.4	0.0
344.7	348.2	N/A	348.2	N/A	3.4	0.0
551.6	551.6	N/A	551.6	N/A	0.0	0.0
689.5	686.0	N/A	686.0	N/A	-3.4	0.0

LABORATORIO DE METROLOGIA
[illegible]

GdO

ONAC

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE PRESIÓN

NUMERO: [illegible]

ERROR MÁXIMO:	0.50 PSI (3.4 kPa)
HISTERESIS MÁXIMA:	0.00 PSI (0.0 kPa)
INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:	+/- 0.58 PSI (+/- 4.0 kPa)

Factor de cobertura K=2 y Nivel de Confianza de 95%. La incertidumbre expandida de la medición antes reportada se estableció usando la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura es de 95%.

OBSERVACIONES

EQUIPO CONFORME DE ACUERDO AL PLAN DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO DEL GDO

Este certificado expresa únicamente el resultado de las mediciones realizadas los cuales están relacionados únicamente con el instrumento calibrado. No podrá ser reproducido parcial o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del Laboratorio que lo emitió.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizan las mediciones. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NUMERO: 161693 Bis
Number

LABORATORIO:	PRESION
INSTRUMENTO:	MANOMETRO DE CARATULA MEDIA ALTA
FABRICANTE:	BOURDON
MODELO:	2 1/2" X 1/4" SR
CODIGO	0341117245
NUMERO DE SERIE:	M67245
RANGO DE MEDICIÓN:	DE 0 A 30 PSI (DE 0.00 A 206.84 kPa)
DIVISION ESCALA:	0.5 PSI (3.45 kPa)
EXACTITUD:	2.500 %
CONDICION DEL INSTRUMENTO:	APTO PARA CALIBRACION
SOLICITANTE:	CONAVIS - AVISTAZABAL CONSTRUCTORES ASOCIADOS
DIRECCION:	CALLEJON LAS PALMAS, CASA 11, BARRIO LA CAMBELARIA
FECHA RECEPCION EQUIPO:	2019/05/13
FECHA DE CALIBRACION:	2019/05/21
FECHA DE EMISION:	2019/05/21
NUMERO DE PAGINAS INCLUYENDO ANEXOS:	3

ALEX FERNANDO LOAIZA RENDON
Cargo: TECNICO CALIBRADOR
Calibrated by

GERMAN JOSE COVELLI
Cargo: JEFE DE SECCION ASEGURAMIENTO METROLOGICO
Revisado por: Checked by

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas los cuales están relacionados unicamente con el instrumento calibrado. No podrá ser reproducido parcialmente o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que emite.

This certificate is only related to the performed measurements results which are related only to the calibrated instrument. It must not be partially or totally reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizan las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory assumes not responsibility for the damages caused by the misuse of the calibrated instruments.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

The user is responsible for having the instruments recalibrated at appropriate intervals.

LABORATORIO DE METROLOGIA, GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
CALLE 44 # 28F – 79, 12 DE OCTUBRE, SANTIAGO DE CALI
Telefono 4187311, mail: wramos@gasesdeoccidente.com

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 28F - 79 Barrio 12 Octubre
PBX: 418 7300 Ext. 2461 - 2607 | Fax: 418 7345
Cali - Colombia

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE PRESION

NUMERO
Number :

METODO:

[illegible] comparado con PATRON ERO DIGITAL S/N 1315141 DE 0 A 60 PSI PSI con clase de exactitud de 0.050 %, elevando: AIRE [illegible] para [illegible] las presiones, las lecturas del calibrado se efectuaron en ascenso y descenso de acuerdo con los [illegible] durante unos minutos en carga máxima.

[illegible] se realizaron 1 precargas y las lecturas se efectuaron en ascenso y descenso de acuerdo con [illegible]

[illegible] la incertidumbre C

[illegible] la norma DKD R6 1:2014 CALIBRATION OF PRESSURE GAUGES

TRAZABILIDAD

[illegible] de Calibración de Laboratorio de Metrología de Gases De Occidente S.A. Esp., asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los [illegible] a patrones nacionales de referencia, los cuales se encuentran trazados a patrones reconocidos internacionalmente.

[illegible] de Laboratorio de Metrología de Gases De Occidente S.A. Esp., validada y mantiene como patrón **MANOMETRO DIGITAL S/N 1315141 DE 0 A 60 PSI PSI**, el cual se le garantiza trazabilidad a través del **CERTIFICADO CERT-18-EMP-1260-3284 DEL CDT DE GAS**

CONDICIONES AMBIENTALES

[illegible] ambientales durante la calibración fueron:
[illegible]
[illegible]

[illegible] ambientales máximas y mínimas alcanzadas durante la calibración fueron:
[illegible]
[illegible]

RESULTADOS CALIBRACION INICIAL

[illegible] en cuenta el proceso de calibración se:
[illegible]
[illegible]

[illegible] unidad registrada a continuación se encuentran en Pound-force per Square Inche (**PSI**)

LECTURAS PATRON	LECTURAS INSTRUMENTO					
PP	PI(Sub)1	PI(Sub)2	PI(Baj)1	PI(Baj)2	Error(Prom)	Histeresis
0.00	0.00	N/A	0.00	N/A	0.00	0.00
8.00	8.10	N/A	8.10	N/A	0.10	0.00
15.00	15.00	N/A	15.10	N/A	0.05	0.10
23.00	22.80	N/A	22.90	N/A	0.15	0.10
30.00	29.80	N/A	29.80	N/A	0.20	0.00

LABORATORIO DE METROLOGÍA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 Nro. 2N - 39 Puerto Tejada
PBX: 418 7500 Ext. 2901 - 2907 Fax: 434 7345
Cali - Colombia

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE PRESIÓN

NÚMERO
Number 16169336

[illegible] en inicial expresadas en unidades del sistema internacional se encuentran en kilopascal (**kPa**).

LECTURAS PATRÓN	LECTURAS INSTRUMENTO					
PP	PI(Sub)1	PI(Sub)2	PI(Baj)1	PI(Baj)2	Error(Prom)	Histéresis
0.00	0.00	N/A	0.00	N/A	0.00	0.00
55.16	55.85	N/A	55.85	N/A	0.69	0.00
103.42	103.42	N/A	101.11	N/A	0.34	0.69
158.59	157.20	N/A	157.89	N/A	1.03	0.69
206.84	205.46	N/A	205.46	N/A	1.38	0.00

[illegible] el instrumento sometido a prueba y el patrón es:

Pr - No = -0.20 PSI (1.38 kPa)

[illegible] respecto al valor máximo de la escala es:

$$\frac{-0.20}{30} \times 100 = -0.67\ \%$$

[illegible] de las lecturas de presión que han sido dadas por el instrumento a prueba es:

+/- 0.13 PSI (+/- 0.92 kPa)

[illegible] Nivel de Confianza de 95%. La incertidumbre expandida de la medición antes reportada se establece como la incertidumbre estándar combinada multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura es de 95%.

OBSERVACIONES

[illegible] DE ACUERDO AL PLAN DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO DE GDO

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 2B1 - 70 Barrio 12 Octubre
PBX: 418 7500 Ext 2967 - 2907 Fax: 418 7365
Cali - Colombia

[illegible]

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO
Number 161990263

LABORATORIO: Laboratory	PRESION
INSTRUMENTO: Instrument	MANOMETRO DE CARATULA MEDIA ALTA
FABRICANTE: Manufacturer	ASHCROFT
MODELO: Model	2 1/2" X 1/4" NPT
CÓDIGO: Code	84502111247
NÚMERO DE SERIE: Serial Number	MN:247
RANGO DE MEDICIÓN: Measurement Range	(DE 0 A 100) PSI (DE 0.00 A 689.48) kPa
DIVISIÓN DE ESCALA: Scale of Division	1 PSI (6.89 kPa)
CLASE: Accuracy	1.600 %
CONDICIÓN DEL INSTRUMENTO: Instrument Condition	APTO PARA CALIBRACIÓN
MÉTODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO: Method	COMPARACIÓN DIRECTA PATRÓN. EL MÉTODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO ESTÁ BASADO EN LA NORMA DKD-R6-1:2014 CALIBRATION OF PRESSURE GAUGES
MEDIO: Medium	ACEITE TELLUS 22
TRAZABILIDAD: Traceability	CERTIFICADO CERT-17-EMP-1399-2813 DEL CDT DE GAS
SOLICITANTE: Customer	OYM - EQUIPOS LABORATORIO
DIRECCIÓN: Address	CENTRO COMERCIAL CHIPICHAPE BOD. 2 PISO 4
PATRÓN UTILIZADO: Pattern	MANOMETRO DIGITAL S/N 1315618 DE 0 A 160 PSI
EXACTITUD: Accuracy	0.050 %
PRECARGAS: Preload	1
FECHA RECEPCIÓN EQUIPO: Date of Equipment Reception	2019/05/21
FECHA DE CALIBRACIÓN: Date of Calibration	2019/05/28
FECHA DE EMISIÓN: Date of issue	2019/05/28
NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS: Number of pages and documents Attached	3

CRISTHIAN ALEXIS JIMENEZ SANCHEZ
Cargo: TECNICO METROLOGO
Calibrado por - Calibrated By

GERMAN JOSE COVELLI
Cargo: JEFE DE SECCION ASEGURAMIENTO METROLOGICO
Revisado por - Checked By

LABORATORIO DE METROLOGÍA, GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
CALLE 44 # 28F - 79, 12 DE OCTUBRE, SANTIAGO DE CALI
Teléfono:4167300 E-mail: ivans@gasesdeoccidente.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 28F - 79, Barrio 12 Octubre
PBX: 416 7300 Ext. 2861 - 2807 / Fax: 416 7345
Cali – Colombia

GdO

ACREDITADO ONAC

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE PRESIÓN

NÚMERO
Number 161990263

CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales durante la calibración fueron:
Temperatura: 23°C +/- 5°C
Humedad Relativa: 50% +/- 10%

Las condiciones ambientales máximas y mínimas alcanzadas durante la calibración fueron:

Tmax: 21.20 °C; Tmin: 20.90 °C; Dif. T: 0.30 °C

HRmax: 58.40 %HR; HRmin: 56.40 %HR; Dif. HR: 2.00 %HR

RESULTADOS CALIBRACIÓN INICIAL

Algunos datos que se deben tener en cuenta del proceso de calibración son:
En la calibración se aplicó la secuencia **C**

Diferencia de altura: 0.00030 metros
Posicion (conexión): VERTICAL

Las unidades de las medidas expresadas a continuación se encuentran en Pound-force per Square Inche (**PSI**).

LECTURAS PATRÓN	LECTURAS INSTRUMENTO					
PP	PI(Sub)1	PI(Sub)2	PI(Baj)1	PI(Baj)2	Error(Prom)	Histéresis
0.00	0.00	N/A	0.00	N/A	0.00	0.00
30.00	30.00	N/A	30.00	N/A	0.00	0.00
50.00	50.00	N/A	50.00	N/A	0.00	0.00
80.00	79.50	N/A	79.50	N/A	-0.50	0.00
100.00	99.00	N/A	99.00	N/A	-1.00	0.00

Los resultados de la calibración inicial expresados en unidades del sistema internacional se encuentran en kilopascal (**kPa**).

LECTURAS PATRÓN	LECTURAS INSTRUMENTO					
PP	PI(Sub)1	PI(Sub)2	PI(Baj)1	PI(Baj)2	Error(Prom)	Histéresis
0.0	0.0	N/A	0.0	N/A	0.0	0.0
206.8	206.8	N/A	206.8	N/A	0.0	0.0
344.7	344.7	N/A	344.7	N/A	0.0	0.0
551.6	548.1	N/A	548.1	N/A	-3.4	0.0
689.5	682.6	N/A	682.6	N/A	-6.9	0.0

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 28F - 79, Barrio 12 Octubre
PBX: 418 7300 Ext. 2861 - 2807 / Fax: 418 7346
Cali - Colombia

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE PRESIÓN

NÚMERO
Number 161990263

ERROR MÁXIMO:	-1.00 PSI (-6.9 kPa)
HISTERESIS MÁXIMA:	0.00 PSI (0.0 kPa)
INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:	+/- 0.59 PSI (+/- 4.0 kPa)

Factor de cobertura K=2 y Nivel de Confianza de 95%. La incertidumbre expandida de la medición antes reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura es de 95%.

OBSERVACIONES

EQUIPO CONFORME DE ACUERDO AL PLAN DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO DE GDO.

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas los cuales están relacionados únicamente con el instrumento calibrado. No podrá ser reproducido parcial o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del Laboratorio que lo emite.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizan las mediciones. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 28F - 79. Barrio 12 Octubre
PBX: 418 7300 Ext. 2861 - 2807 / Fax: 418 7345
Cali - Colombia

REVOLUTION

SEWERIN

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Certificado Número:	SRCC18-182	**Fecha de Calibración:**	2018-09-17

Procedimiento de Certificación Seguido

De Acuerdo con Procedimiento POR-EXT-001

Identificación del Equipo

Modelo	Ex - Tec HS690
Fabricante	Hermann Sewerin GMBH
Número de Serie	054.01.001131.09.08
Propietario	GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
Dirección	Cr. 44 No. 28F - 75 Bo. Obrero Cali-Valle

Comprobación Caudal del Dispositivo de Aspiración

Depresión > 150 mBar	340 mbar
Caudal Modo Medición Gas	50 l/h
Caudal Modo Determinación LIE	38 l/h

Comprobación Tiempos de Respuesta

Tiempo de Respuesta Riesgo LIE (t_{50})	5 seg
Tiempo de Respuesta Medición de Gas (t_{50})	6 seg

Comprobación del Analizador de Etano

Modo Análisis de Etano	N/A

Comprobación Umbrales de Alarma (Configuraciones de Fábrica)

AL1 20% LIE	OK	*AL2 50%LIE*	OK
AL3 100% LIE	OK	*AL4 20 PPM*	OK

Condiciones Ambientales de Calibración

Temperatura	18,5 °C
Humedad Relativa	64 %

Gases Patrones de Referencia

Tipo de Gas	*Concentración*	*No. de Certificado*	*Laboratorio*	*Incertidumbre de Medición*
CH_4	10 ppm	03 0179	Praxair	± 0,1%
CH_4	100ppm	03 0177	Praxair	± 0,1%
CH_4	1000ppm	32 060	Praxair	± 2%
CH_4	1,0 % Vol	09 0478	Praxair	± 2%
CH_4	2,2 % Vol	04 6218	Praxair	± 0,1%
CH_4	100 % Vol	112200125141	Praxair	± 0,03%
CO	2,5 % Vol	09 0539	Praxair	± 2%
CO_2	20 % Vol	03 0205	Praxair	± 1%

Certificado Numero: SRCC18-182 Número de Serie: 054 01 001131 09 08

Puntos de Calibración

Tipo de Gas	Rango	Resultado	Tipo de Gas	Rango	Resultado
[illegible]	0ppm	OK	A_2F	0,00 %Vol	OK
[illegible]	10ppm	OK	CO_2	2,00 %Vol	OK
[illegible]	100ppm	OK	CO_2	20 % Vol	OK
[illegible]	0,1 % Vol	OK			
[illegible]	1,0 % Vol	OK			
[illegible]	9 % Vol	OK			
[illegible]	2,20 % Vol	OK			
[illegible]	100 % Vol	OK			

Resultados de la Verificación

Tipo de Gas	Valores Teóricos		Valores de Entrada		Valores de Salida	
	Rango	Rango Admisible	Valor Real	Desviación	Valor Real	Desviación
[illegible]	0ppm	-0,3ppm a +0,3ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm
[illegible]	10ppm	>10ppm 10 seg	6ppm	-4ppm	12ppm	2ppm
[illegible]	100ppm	> 100ppm 10 seg	94ppm	-6ppm	120ppm	20ppm
[illegible]	1000ppm	>1000ppm 10 seg	980ppm	-20ppm	1200ppm	200ppm
[illegible]	1,00 %Vol	0,8% a 1,2 %Vol	0,76 %Vol	-0,24 %Vol	1,00 %Vol	0,00 %Vol
[illegible]	0,00 %Vol	-0,3% a +0,3%Vol	0,00 %Vol	0,00 %Vol	0,00 %Vol	0,00 %Vol
[illegible]	2,20 %Vol	2,0% a 2,4%Vol	2,20 %Vol	0,00 %Vol	2,20 %Vol	0,00 %Vol
[illegible]	100 %Vol	98% a 102%Vol	99 %Vol	-1 %Vol	100 %Vol	0 %Vol
[illegible]	0,00 %Vol	-0,3% a +0,3%Vol	0,00 %Vol	0,00 %Vol	0,00 %Vol	0,00 %Vol
[illegible]	2,00 %Vol	1,8% a 2,2%Vol	2,00 %Vol	0,00 %Vol	2,00 %Vol	0,00 %Vol
[illegible]	20 %Vol	18% a 22%Vol	18 %Vol	-2 %Vol	20 %Vol	0 %Vol

Técnico	Responsable del Dpto.	Realizado por
ING. DANIEL ALBARRACIN	ING. JULIO CAMPO	[illegible]

NOTA IMPORTANTE

LOS RESULTADOS DE ESTE CERTIFICADO SOLO ESTAN RELACIONADOS CON EL EQUIPO EVALUADO Y PIERDE VALIDEZ SI LOS SELLOS DE GARANTIA DEL EQUIPO SON REMOVIDOS. EXPIRA: 2019-09-17

La reproducción del documento solo podrá ser hecha integramente sin alteración alguna

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

N° 03 0179

Grilla Plasma Alfracción

CERTIFICADO DE ANALISIS

Vegetal Patrón Calibración

PRAXAIR

Praxair Peru Industriales S.R.L.
Sucursal Principal

CERTIFICADO DE ANALISIS

N° 02 060

Mezcla Patrón Calibración

	GC-5015376
	CGA 590
	Cilindro
	31/01/2019
	31/01/2021

				± 2%

Este certificado de calibración es válido para el cilindro indicado y para las condiciones de uso especificadas. La información contenida en este documento es confidencial y de propiedad de Praxair Peru Industriales S.R.L. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización escrita.

CERTIFICADO DE ANALISIS

CERTIFICADO DE ANALISIS

N° 04 0218

Nicolás Patrón Calderón

PRAXAIR

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

* Fecha de Envasado	03/02/2016
* Fecha de Llenado	06/01/2016
Fecha de Expiración	06/01/2019
Producto	Metano 3.7
Presentación	Cilindros
Cliente	REVICOL

El contenido del Metano 3.7 con lote N° 1122001291A1, serial de cilindro N°028739G8 y capacidad [illegible] cumple con las especificaciones abajo relacionadas

PARAMETRO	ESPECIFICACIÓN
PUREZA	99.97%
HUMEDAD	Menor a 5 ppm
OXIGENO	Menor a 10 ppm
NITROGENO	Menor a 100 ppm
HIDRO CARBUROS	menor a 250 ppm

ROSAURA ORTEGA LORA
JEFE DE CALIDAD
OXIGENOS DE COLOMBIA Ltda

PRAXAIR

CERTIFICADO DE ANALISIS

N° 09 0535

Mezcla Patrón Calibración

PRAXAIR

Praxair Gases Industriales Ltda.
Sede Principal

CERTIFICADO DE ANALISIS

Mezcla Patrón Calibración

N° 03 0285

N° Lote Producto	
Conexión Válvula	
Método de Llenado	
Fecha de Llenado	
Fecha Expiración	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

	NUMERO 3650115080
LABORATORIO:	CONCENTRACION DE GAS
INSTRUMENTO:	DETECTORES DE GAS CH4
FABRICANTE:	SENSIT
MODELO:	RAE-3
CODIGO:	003081503S7
NUMERO DE SERIE:	4954
DIVISION DE ESCALA:	0.1 %LEL
RANGO DE MEDICION:	DE 0 A 100
METODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO:	COMPARACION DIRECTA A PATRON. EL METODO DE CALIBRACION UTILIZADO ESTA BASADO EN EL PROCEDIMIENTO O INSTRUCTIVO I-114 CALIBRACION DE DETECTORES DE GAS
SOLICITANTE:	OXM - CIUDADELA INDUSTRIAL II
DIRECCION:	CALI
TRAZABILIDAD:	CERTIFICADO 1GTI: 215134 de PORTAGAS
PATRON UTILIZADO:	GAS DE REFERENCIA S/N DG03581 0 A 50 %LEL
FECHA RECEPCION EQUIPO:	2019/08/13
FECHA DE CALIBRACION:	2019/08/17
FECHA DE EMISION:	2019/08/17
NUMERO DE PAGINAS INCLUYENDO ANEXOS:	2
CONDICIONES AMBIENTALES:	Humedad Relativa: 62% +/- 20% Temperatura: 20 °C +/- 4°C

ALEX FERNANDO LOAIZA RENDON
Cargo: TECNICO METROLOGO
Revisado por

IVAN ANDRES SALAZAR MEJIA
Cargo: COORDINADOR DE LABORATORIO
Revisado por

LABORATORIO DE METROLOGIA, GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
CALLE 44 # 28F - 70, 12 DE OCTUBRE, SANTIAGO DE CALI
Telefono 418 7307 E-mail: acmsi@gasesdeoccidente.com

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 28F - 70 Barrio 12 Octubre
PBX: 418 7307 Ext. 2851 - 2867 Fax: 418 7501
Cali - Colombia

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACION
LABORATORIO DE CONCENTRACIÓN DE GAS

NUMERO: [illegible]

RESULTADOS DE LA CALIBRACION

Las concentraciones de las mezclas suministradas a continuación se encuentran en %LEL

EQUIPO	GAS PATRÓN	ERROR
51.2 %LEL	50.0 %LEL	1.2 %LEL
51.2 %LEL	50.0 %LEL	1.2 %LEL
51.2 %LEL	50.0 %LEL	1.2 %LEL

[illegible] y nivel de confianza de 95%. La incertidumbre expandida de la de medición reportada se establece con la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura es de 95%

± 1.0 %LEL

OBSERVACIONES

[illegible] DE ACUERDO AL PLAN DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO DE GDO

[illegible] el resultado de las mediciones realizadas, los cuales están relacionados únicamente con el instrumento calibrado [illegible] totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del Laboratorio que lo emite.

[illegible] el periodo establecido se refieren al instrumento y condiciones en que se realizan las mediciones. El Laboratorio que lo [illegible] de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

[illegible] se recomienda calibrar su instrumento a intervalos apropiados.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases del Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 20F - 74 Barrio La Ospina
PBX: 416 7000 Ext. 2561 - 2562 Fax: 416 7545
Cali - Colombia

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 1640070609

LABORATORIO:	CONCENTRACIÓN DE GAS
INSTRUMENTO:	DETECTORES DE GAS CH4
FABRICANTE:	SENSIT
MODELO:	HPG-3
CÓDIGO:	8920015006.89
NUMERO DE SERIE:	4365
DIVISION DE ESCALA	0.1 %LEL
RANGO DE MEDICION:	DE 0 A 100
METODO DE CALIBRACION UTILIZADO:	COMPARACIÓN DIRECTA PATRON. EL METODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO ESTA BASADO EN EL PROCEDIMIENTO O INSTRUCTIVO I-114 CALIBRACION DETECTORES DE GAS
SOLICITANTE	LUIS ANGEL RAMOS CUELLAR
DIRECCION:	TECNICO DE RIEGA
TRAZABILIDAD:	CERTIFICADO LOTE 215114 DE PORTAGAS
PATRON UTILIZADO:	GAS DE REFERENCIA S/N 0G0358 0 A 50 %LEL
FECHA RECEPCION EQUIPO:	2019/06/12
FECHA DE CALIBRACION:	2019/06/17
FECHA DE EMISION:	2019/06/17
NUMERO DE PAGINAS INCLUYENDO ANEXOS:	2
CONDICIONES AMBIENTALES:	Humedad Relativa: 60% +/- 20%. Temperatura: 20°C +/- 4°C

ALEX FERNANDO LOAIZA RENDON
Cargo: TECNICO DE PROCESO
Calificación:

IVAN ANDRES SALAZAR MEJIA
Cargo: COORDINADOR DE LABORATORIO
Revisado por

LABORATORIO DE METROLOGIA, GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
CALLE 44 # 28F - 29, 12 DE OCTUBRE, SANTIAGO DE CALI
Teléfonos 4187300 Ext. email: ventas@gasesdeoccidente.com

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 44 No. 28F -29, Barrio 12 Octubre
PBX: 418 7300 Ext. 2864 / 2867 Fax: 418 7384
Cali - Colombia

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE CONCENTRACION DE GAS

NUMERO: [illegible]

RESULTADOS DE LA CALIBRACION
[illegible] expresadas a continuación se encuentran en %LEL

EQUIPO	GAS PATRÓN	ERROR
50.2 %LEL	50.0 %LEL	0.3 %LEL
50.3 %LEL	50.0 %LEL	0.3 %LEL
50.3 %LEL	50.0 %LEL	0.3 %LEL

[illegible] de confianza de 95%. La incertidumbre expandida de la de medición reportada se establece con la de estándar combinada multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura es de 95%.

± 1.0 %LEL

OBSERVACIONES

[illegible] CONFORME AL SOLICITADO AL PLAN DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO DE GDO

[illegible] resultado relativo a [illegible] el resultado de las mediciones realizadas los cuales están relacionados únicamente con el instrumento calibrado. No [illegible] [illegible] total o [illegible], excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del Laboratorio que lo expide.

[illegible] resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizan las mediciones. El Laboratorio que lo expide [illegible] responsabilidad de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

[illegible] recalibración de los instrumentos a intervalos apropiados.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGÍA
Gases de Occidente S.A. ESP
Calle 45 No. 26T - 79, Barrio 12 Octubre
PBX: 416 7300 Ext. 2861 - 2607 Fax: 416 7345
Cali – Colombia

INFORME DE RESULTADOS
RESULT REPORT

NÚMERO

LABORATORIO:	TEMPERATURA
INSTRUMENTO:	PLANCHA DE TERMOFUSION
FABRICANTE:	CENTRAL
CÓDIGO:	8920817703I
NÚMERO DE SERIE:	5565325
MODELO:	SOCKET
EXACTITUD:	2.10 %
ERROR PROMEDIO ABSOLUTO:	3.50
MÉTODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO:	COMPARACIÓN DIRECTA PATRÓN EL MÉTODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO ESTÁ BASADO EN EL PROCEDIMIENTO O INSTRUCTIVO I - 118 COMPROBACION DE PLANCHAS DE TERMOFUSION
TRAZABILIDAD:	CERTIFICADO CLT 406118 DE CONAMET
SOLICITANTE:	PEDRO ALONSO TORO LONDOÑO
DIRECCIÓN:	TECNICO DE YUMBO
PATRÓN UTILIZADO:	TERMOMETRO DIGITAL S/N 80510167 DE -40 A 2192 °F
FECHA RECEPCIÓN:	2019/05/17
FECHA DE COMPROBACIÓN:	2019/05/20
FECHA DE EMISIÓN:	2019/05/20
NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS:	7
CONDICIONES AMBIENTALES:	20°C +/- 4°C 60%HR +/- 20%HR

CRISTHIAN ALEXIS JIMENEZ SANCHEZ
Cargo: TECNICO METROLOGO
Realizado por

GERMAN JOSE COVELLI
Cargo: JEFE DE SECCION ASEGURAMIENTO METROLOGICO
Revisado por

LABORATORIO DE METROLOGÍA. GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
CALLE 44 # 28F - 79, 12 DE OCTUBRE, SANTIAGO DE CALI
teléfono:4187300 E-mail: mansi@gasesdeoccidente.com

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. E.S.P.
Calle 44 No. 28F - 79 Barrio 12 Octubre
PBX: 418 7300 Ext: 2961 - 2907 Fax: 418 7345
Cali - Colombia

GdO

NÚMERO 00125570

RESULTADOS DE LA COMPROBACIÓN

Las Unidades de las medidas expresadas a continuación se encuentran en °F

TEMPERATURA PATRÓN(TP)	TEMPERATURA PLANCHA(TC)	DIFERENCIA (D) = TC -TP
480.20	480.00	-0.20
478.40	480.00	1.60
475.20	480.00	4.80
472.60	480.00	7.40

OBSERVACIONES

EQUIPO CONFORME DE ACUERDO AL PLAN DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO DE GDO. LA TEMPERATURA PROMEDIO DEL TERMÓMETRO BIMETALICO DURANTE LA COMPROBACIÓN FUE: 502 °F

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGIA
Gases de Occidente S.A. E.S.P.
Calle 44 No. 2M - 73 Barrio 12 de Julio
PBX: 418 7300 Ext. 2901 - 2801 Fax: 418 7349
Cali - Colombia

TOMA DATOS - PLANCHAS DE TERMOFUSIÓN
RC-315

ORDEN No.	161252580	No. SERIE	5566325
FECHA RECEPCIÓN	2019-05-17	FECHA DE CALIBRACIÓN	2019-05-20
UNIDAD OPERATIVA	1179	UBICACIÓN	Pedro Toro

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO	Plancha de Termofusion	FABRICANTE	Central	CODIGO INTERNO	49206127631
MODELO	1/2" A 2"	TIPO	Socket		

PATRON	TERMOMETRO DIGITAL FLUKE 50S, S/N: 80510167	CODIGO	52007120040,00
TRAZABILIDAD	Certificado de Calibración No. CLT 406118	PROVEEDOR CALIBRACIÓN	CONAMET

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA (°C)	21,2	HUMEDAD RELATIVA (%)	52,8	ALISTAMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS PATRONES Y AUXILIARES	OK

TEMPERATURA (°F) TERMOMETRO	TEMPERATURA (°F) TERMOMETRO PATRON (TP)	TEMPERATURA (°F) CARAS DE PLANCHA (TC)	DIFERENCIA (°F) TC - TP
506	480,2	480	-0,2
504	478,4	480	1,6
500	475,2	480	4,8
498	472,6	480	7,4

CONFORME:	X	
REQUIERE MANTENIMIENTO:		X

CERTIFICADO HASTA: 2019-11-16

SELECCIONE:	X	X	X

OBSERVACIONES:
La temperatura objetivo para las caras de plancha de pegas a socket es 480°F +/- 10°F
La temperatura objetivo para las caras de plancha de pegas a tope es 410°F +/- 18°F
La Temperatura promedio del Termometro durante la Comprobacion fue 502 °F

ELABORADO POR:

Técnico Metrologo

REVISADO REVISADO POR:

Jefe Aseguramiento Metrologico y/o Coordinador Laboratorio

Version 6

GdO

ONAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 2019-[illegible]

LABORATORIO:	TEMPERATURA
INSTRUMENTO:	TERMÓMETRO BIMETÁLICO
FABRICANTE:	CENTRAL
NÚMERO DE SERIE:	IN0054
CÓDIGO:	03208120054
RANGO DE MEDICIÓN:	(0 A 160 A 650) °F (DE 32 A 343.33) °C
DIVISIÓN ESCALA:	10 °F (5.56 °C)
MODELO:	1" X 3/16"
PROFUNDIDAD DE INMERSIÓN:	114.00 mm
CONDICIÓN DEL INSTRUMENTO:	APTO PARA CALIBRACIÓN
SOLICITANTE:	PEDRO ALONSO TORO LOMBOÑO
DIRECCIÓN:	TECNICO DE YUMBO
PATRÓN UTILIZADO:	TERMÓMETRO ELÉCTRICO CON INDICADOR S/N 3456 DE -200 A 661 °C
MÉTODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO:	COMPARACIÓN DIRECTA PATRÓN. EL MÉTODO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO ESTÁ BASADO EN LA NORMA NT VVS 103:1994 THERMOMETERS, CONTACT, DIRECT READING CALIBRATION
MEDIO:	BLOQUE TERMICO 9144
TRAZABILIDAD:	CERTIFICADO 07C11009 DE FLUKE
FECHA RECEPCIÓN EQUIPO:	2019/05/17
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2019/05/20
FECHA DE EMISIÓN:	2019/05/20
NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS:	2
CONDICIONES AMBIENTALES:	Humedad Relativa: 50% +/- 10% Temperatura: 20°C +/- 2° C

CRISTHIAN ALEXIS JIMENEZ SANCHEZ
Cargo: TECNICO METROLOGO
Calibrado por

GERMAN JOSE COVELLI
Cargo: JEFE DE SECCION ASEGURAMIENTO METROLOGICO
Revisado por

LABORATORIO DE METROLOGÍA, GASES DE OCCIDENTE S.A. ESP
CALLE 44 # 28F - 79, 12 DE OCTUBRE, SANTIAGO DE CALI
Teléfono: 4187300 E-mail: [illegible]

LABORATORIO DE METROLOGÍA
[illegible]

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE TEMPERATURA

RESULTADOS CALIBRACIÓN INICIAL

Las Unidades de las medidas expresadas a continuación se encuentran en Grados Fahrenheit (°F).

PROM. PATRON	PROM. INSTRUMENTO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA
499.8	500.0	-0.2	2.3
519.8	520.0	-0.2	2.3
540.8	540.0	0.8	2.3

Los resultados de la calibración inicial expresados en unidades del sistema internacional se encuentran en Grados Celsius (°C).

PROM. PATRON	PROM. INSTRUMENTO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA
259.9	260.0	-0.1	1.3
271.0	271.1	-0.1	1.3
282.7	282.2	0.5	1.3

Factor de cobertura K= 2 y Nivel de Confianza de 95%. La incertidumbre expandida de la medición antes reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura es de 95%.

OBSERVACIONES

EQUIPO CONFORME DE ACUERDO AL PLAN DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO DE GDO. LAS CONDICIONES AMBIENTALES MAXIMAS Y MINIMAS ALCANZADAS DURANTE LA CALIBRACIÓN SON: TMAX= 20.6°C, TMIN= 20.2 °C, HRMAX= 51.6% HRMIN= 50.3%.

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas los cuales están relacionados unicamente con el instrumento calibrado No podrá ser reproducido parcial o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del Laboratorio (por lo cual)

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizan las mediciones. El Laboratorio con la emisión no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGIA
Cra 53 No 79 - 01 Local 1 B
Calle 12 No 28F - 20 Piso 2
PBX 4 [illegible]
Cali – Colombia

TOMA DE DATOS - INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA

RC-516

ORDEN N°	16125 3462	No. SERIE	TM051
FECHA RECEPCIÓN	2019-05-17	FECHA CALIBRACIÓN	2019-05-20
UNIDAD OPERATIVA	1179	UBICACIÓN	Techo 4 to

INSTRUMENTO A CALIBRAR	TERMOMETRO ELECTRICO CON INDICADOR			TRANSDUCTOR DE T. CORRECTOR					
	TERMOMETRO BIMETALICO		X	OTRO - CUAL?					
	FABRICANTE	Control		EXACTITUD	2	CODIGO INTERNO	2120 CCL		
RANGO	DE AL PASO	DIV ESCALA	1	RESOLUCION	0.1	PROF. INMERSIÓN	114	AJUSTAMIENTO Y LIMPEZA EQUIPOS PATRONES Y AUXILIARES	01

EQUIPOS PATRONES

INDICADOR DE TEMPERATURA	X	FABRICANTE	Fluke
PT	X	N°SERIE PATRON	3451
TRAZABILIDAD / CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°	BALICO9	PROVEEDOR DE CALIBRACIÓN	FLUKE

EQUIPOS AUXILIARES

BLOQUE METALICO	X	Modelo	9144
OTRO		Modelo	

REQUIERE PRUEBA DE INMERSIÓN:	SI ____	NO X	Aporte U. por Inmersión		Limpieza Espigo:	SI X	NO

Los resultados expresados a continuación se encuentran expresados en: °F

CALIBRACIÓN INICIAL

CONDICIONES AMBIENTALES

T: 20.6 °C HR: 50.8 %

TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
MAX: 20.6	MIN: 20.3	MAX: 51.6	MIN: 50.3

Tn	TEMPERATURA DEL PATRON	TEMPERATURA DEL CALIBRANDO
500	499.208	500
	499.509	500
	499.812	

Tn	TEMPERATURA DEL PATRON	TEMPERATURA DEL CALIBRANDO
520	519.952	520
	519.951	520
	519.951	

Tn	TEMPERATURA DEL PATRON	TEMPERATURA DEL CALIBRANDO
540	540.216	540
	540.518	540
	540.821	

EQUIPO CONFORME:	X

REQUIERE AJUSTE	SI ____	NO X
ORDEN N°	TIPO DE AJUSTE	

CALIBRACIÓN DESPUES DE AJUSTE

CONDICIONES AMBIENTALES

T: _____ °C HR: _____ %

TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
MAX: ____	MIN:	MAX:	MIN:

Tn	TEMPERATURA DEL PATRON	TEMPERATURA DEL CALIBRANDO

Tn	TEMPERATURA DEL PATRON	TEMPERATURA DEL CALIBRANDO

Tn	TEMPERATURA DEL PATRON	TEMPERATURA DEL CALIBRANDO

CERTIFICADO HASTA:		2019-11-19	
REQUIERE MANTENIMIENTO:		SI:	NO:
SELECCIONE			

OBSERVACIONES: Solo se realiza prueba de inmersion a aquellos instrumentos para los que no se cumpla con la inmersion declarada por el fabricante

ELABORADO POR:

Tecnico Metrologo

REVISADO POR:

Jefe Aseguramiento Metrológico / Coordinador Laboratorio

Versión: 6

From: **"Dictámenes Periciales"** a@peritaje.co
Subject: Solicitud de acceso al inmueble donde funcionó la Notaría 02 de Yumbo
Date: April 19, 2022 at 4:36 PM America/Indianapolis
To: yamelicardenas14@hotmail.com, mariacamilacastillocardenas@gmail.com
Cc: Servicios Postales Nacionales SA correo@certificado.4-72.com.co, darioarce68@hotmail.com

Cordial saludo. Este es el memorial que contiene la solicitud:

220418 Memorial solicitud de acceso.pdf

Atentamente,



Sergio Mario Gaviria Zapata
Ingeniero Civil Patólogo - Abogado
Dictámenes Periciales www.peritaje.co
WhatsApp | 300 811 8854 | a@peritaje.co
Medellín (Oficina principal) - Bogotá - Cali

Advertencia: Este correo electrónico es confidencial, de propiedad de Dictámenes Periciales, por lo que sus destinatarios deben mantener reserva respecto del contenido y sus anexos. Si no es el destinatario intencional por favor elimínelo e informe al remitente. El uso inadecuado de este mensaje implica consecuencias civiles y penales.

Remitente notificado con
Mailtrack

PERITAJE
Dictámenes Periciales

Al contestar cite: D220418P

Destinatario:	Yameli Cárdenas Cuero, Nicole Dayana Castillo Cárdenas, María Camila Castillo Cárdenas
Asunto:	Solicitud de acceso al inmueble donde funcionó la Notaría 02 de Yumbo
Demandado:	Consorcio Pozo Platanares 2018
Demandante:	Yameli Cárdenas Cuero y otros
Radicado:	76001310301520210000500

Atento y respetuoso saludo.

El suscrito ingeniero civil, de la firma PERITAJE.co, he sido designado por Proyectar Ingeniería SAS, sociedad que hace parte del Consorcio Pozo Platanares, como **perito** para la elaboración de un dictámen pericial con motivo de la deflagración ocurrida el 20 de junio de 2019 en la Notaría 02 de Yumbo.

Por tal motivo, y por ser los destinatarios propietarios del inmueble donde ocurrió el incidente, ruego **autorización de acceso a la escena de los hechos**, incluyendo la totalidad de la edificación.

Por lo anterior, ruego ser contactado a través del correo electrónico a@peritaje.co o al teléfono/whatsapp 57 300 811 8854 para acordar la fecha y hora de acceso; momento en el que el Perito **también** recibirá cualquier otra documentación o consideración técnica (adicional a la que reposa en el expediente judicial) que la parte demandante considere pertinente para el esclarecimiento técnico y objetivo de los hechos.

En tal sentido, es menester recordar el deber de colaboración de las partes para la práctica del dictámen pericial, en virtud del artículo 233 CGP:

> Artículo 233. Deber de colaboración de las partes. Las partes tienen el deber de colaborar con el perito, de facilitarle los datos, las cosas y el acceso a los lugares necesarios para el desempeño de su cargo; si alguno no lo hiciere se hará constar así en el dictamen y el juez apreciará tal conducta como indicio en su contra.
>
> Si alguna de las partes impide la práctica del dictamen, se presumirán ciertos los hechos susceptibles de confesión que la otra parte pretenda demostrar con el dictamen y se le impondrá multa de cinco (5) a diez (10) salarios mínimos mensuales.

Finalmente, se aclara que el Perito es un tercero **imparcial** que debe brindar una opinión **técnica**, **objetiva**, razonada y documentada, respecto del asunto que se coloca en su consideración.

Atentamente,



Sergio Mario Gaviria Zapata
Perito Ingeniero Civil - PERITAJE.co

Certificado de comunicación electrónica
Email certificado

El servicio de **envíos** de Colombia

Identificador del certificado: E73699987-S

Lleida S.A.S., Aliado de 4-72, en calidad de tercero de confianza certifica que los datos consignados en el presente documento son los que constan en sus registros de comunicaciones electrónicas.

Detalles del envío

Nombre/Razón social del usuario: DERECON SAS (CC/NIT 900090526-1)
Identificador de usuario: 421251
Remitente: EMAIL CERTIFICADO de Dictámenes Periciales <421251@certificado.4-72.com.co> (originado por)
Destino: yamelicardenas14@hotmail.com

Fecha y hora de envío: 19 de Abril de 2022 (15:38 GMT -05:00)
Fecha y hora de entrega: 19 de Abril de 2022 (15:38 GMT -05:00)

Asunto: Solicitud de acceso al inmueble donde funcionó la Notaría 02 de Yumbo (EMAIL CERTIFICADO de a@peritaje.co)
Mensaje:

Cordial saludo. Este es el memorial que contiene la solicitud:
220418 Memorial solicitud de acceso.pdf
<https://drive.google.com/file/d/1gLhptRGz8Nl5h_Qlj9VQwER24S7cNsGP/view?usp=drive_web>

Atentamente,

[image: Sergio Mario Gaviria Zapata]
<https://peritaje.co/sergio-mario-gaviria-zapata>

Sergio Mario Gaviria Zapata
Ingeniero Civil Patólogo - Abogado
Dictámenes Periciales www.peritaje.co <https://peritaje.co/>
WhatsApp <https://wa.me/573008118854/?text=Cordial%C2%A0saludo> | 300 811 8854 <3008118854> | a@peritaje.co
Medellín (Oficina principal) - Bogotá - Cali

<https://www.facebook.com/peritaje.co>

<https://twitter.com/peritajeco>

<https://peritaje.co/>

<https://www.linkedin.com/company/peritajeco>

*Advertencia: *Este correo electrónico es confidencial, de propiedad de Dictámenes Periciales, por lo que sus destinatarios deben mantener reserva respecto del contenido y sus anexos. Si no es el destinatario intencional por favor elimínelo e informe al remitente. El uso inadecuado de este

mensaje implica consecuencias civiles y penales.

[image: Mailtrack]
<https://mailtrack.io?utm_source=gmail&utm_medium=signature&utm_campaign=signaturevirality11&>
Remitente
notificado con
Mailtrack
<https://mailtrack.io?utm_source=gmail&utm_medium=signature&utm_campaign=signaturevirality11&>
19/04/22,
15:28:57

Adjuntos:

Archivo	Nombre del archivo	
	Content0-text-.html	Ver archivo adjunto.

Este certificado se ha generado a instancias y con el consentimiento expreso del interesado, a través de un sistema seguro y confidencial. A este certificado se le ha asignado un identificador único en los registros del operador firmante.

Colombia, a 19 de Abril de 2022

Código Postal: 110911 Diag. 25G 95A - 55, Bogotá D.C. Bogotá: (57-1) 472 2000 Nacional: 01 8000 111 210 www.4-72.com.co

Anexo técnico del envío

Detalles del envío y entrega a los destinatarios o a sus agentes electrónicos debidamente autorizados.

[+] Detalles de cabecera del correo:
[+] ##
From: "=?utf-8?b?RU1BSUwgQ0VSVElGSUNBRE8gZGUg?= =?UTF-8?Q?Dict=C3=A1menes_Periciales?="
<421251@certificado.4-72.com.co>
To: yamelicardenas14@hotmail.com
Subject: =?UTF-8?Q?Solicitud_de_acceso_al_inmueble_donde_funcion=C3=B3_la_N?= =?UTF-8?Q?otar=C3=ADa_02_de_Yumbo?= =?utf-8?b?IChFTUFJTCBDRVJUSUZJQ0FETyBkZSBhQHBlcml0YWplLmNvKQ==?=
Received: from ns1501.webempresa.eu (ns1501.webempresa.eu [149.202.147.243]) by mailcert27.lleida.net (Postfix) with ESMTPS id 4KjbGQ2SxfzjbJK for <correo@certificado.4-72.com.co>; Tue, 19 Apr 2022 22:37:50 +0200 (CEST)
Received: from mail-pg1-f175.google.com ([209.85.215.175]:40848) by cp598.webempresa.eu with esmtpsa (TLS1.2) tls TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256 (Exim 4.94.2) (envelope-from <a@peritaje.co>) id 1nguaU-00542p-I8 for correo@certificado.4-72.com.co; Tue, 19 Apr 2022 22:36:37 +0200
Received: by mail-pg1-f175.google.com with SMTP id h5so25147493pgc.7 for <correo@certificado.4-72.com.co>; Tue, 19 Apr 2022 13:36:36 -0700 (PDT)
Date: Tue, 19 Apr 2022 15:36:24 -0500
Message-Id: <MCrtOuCC.625f1db7.96080574.0@mailcert.lleida.net>
Return-Path: <correo@certificado.4-72.com.co>

[+] Detalles técnicos. Consultas host -t mx dominio:
[+] ##

A las 15 horas 38 minutos del día 19 de Abril de 2022 (15:38 GMT -05:00) el dominio de correo del destinatario 'hotmail.com' estaba gestionado por el servidor '2 hotmail-com.olc.protection.outlook.com.'

Hostname (IP Addresses):
hotmail-com.olc.protection.outlook.com (104.47.73.161 104.47.73.33)

[+] Detalles del registro de sistema:
[+] ##

2022 Apr 19 22:38:15 mailcert27 postfix/smtpd[2464026]: 4KjbGv4JsjzjbHV: client=localhost[::1]
2022 Apr 19 22:38:15 mailcert27 postfix/cleanup[2461594]: 4KjbGv4JsjzjbHV: message-id=<MCrtOuCC.625f1db7.96080574.0@mailcert.lleida.net>
2022 Apr 19 22:38:15 mailcert27 opendkim[454172]: 4KjbGv4JsjzjbHV: DKIM-Signature field added (s=mail, d=certificado.4-72.com.co)
2022 Apr 19 22:38:15 mailcert27 postfix/qmgr[1683990]: 4KjbGv4JsjzjbHV: from=<correo@certificado.4-72.com.co>, size=13447, nrcpt=1 (queue active)
2022 Apr 19 22:38:17 mailcert27 postfix/smtp[2464841]: 4KjbGv4JsjzjbHV: to=<yamelicardenas14@hotmail.com>, relay=hotmail-com.olc.protection.outlook.com[104.47.56.33]:25, delay=2, delays=0.05/0/0.91/1.1, dsn=2.6.0, status=sent (250 2.6.0 <MCrtOuCC.625f1db7.96080574.0@mailcert.lleida.net> [InternalId=104427834848745, Hostname=BY5PR13MB3652.namprd13.prod.outlook.com] 23052 bytes in 0.198, 113.313 KB/sec Queued mail for delivery -> 250 2.1.5)
2022 Apr 19 22:38:17 mailcert27 postfix/qmgr[1683990]: 4KjbGv4JsjzjbHV: removed

Código Postal: 110911 Diag. 25G 95A - 55, Bogotá D.C. Bogotá: (57-1) 472 2000 Nacional: 01 8000 111 210 www.4-72.com.co



Digitally signed by LLEIDA SAS
Date: 2022.04.20 01:38:51 CEST
Reason: Sellado de Lleida.net
Location: Colombia

From: no-reply@certificado.4-72.com.co
Subject: OPENED: [Solicitud de acceso al inmueble donde funcionó la Notaría 02 de Yumbo (EMAIL CERTIFICADO de a@peritaje.co)]
Date: April 19, 2022 at 7:41 PM America/Indianapolis
To: a@peritaje.co

Acuse de visualización

Información detallada del acuse de visualización:

Remitente	a@peritaje.co
Destinatario	yamelicardenas14@hotmail.com
Asunto	Solicitud de acceso al inmueble donde funcionó la Notaría 02 de Yumbo (EMAIL CERTIFICADO de a@peritaje.co)

Referencia ID certificado emitido	**E73699987-S**

Fecha y hora de envío:
19 de Abril de 2022 (15:38 GMT -05:00)

Fecha y hora de entrega:
19 de Abril de 2022 (15:38 GMT -05:00)

Fecha y hora de visualización:
19 de Abril de 2022 (17:19 GMT -05:00)

Detalles técnicos:	
IP	52.125.136.10
User agent	Mozilla/5.0 (compatible; MSIE 10.0; Windows NT 6.2; WOW64; Trident/6.0)



Ésta es una respuesta automática del sistema. Si deseas ponerte en contacto con nosotros, puedes hacerlo por correo a servicioalcliente@4-72.com.co o en el teléfono 57-1 472 2000 Nacional: 01 8000 111 210

Ref.Id:165015911489427

Attachments:

220419 OPENED [Solicitud de acceso al inmueble donde funcionó la Notaría 02 de Yumbo (EMAIL CERTIFICADO de a@peritaje.co)]
Id73747444_Cl421251_Rreceipt_96080621_20220419v113v9709_RefId73699987.pdf (77.22 kB)

Certificado de comunicación electrónica
Email certificado

El servicio de **envíos** de Colombia

Identificador del certificado: E76087998-S

Lleida S.A.S., Aliado de 4-72, en calidad de tercero de confianza certifica que los datos consignados en el presente documento son los que constan en sus registros de comunicaciones electrónicas.

Detalles del envío

Nombre/Razón social del usuario: DERECON SAS (CC/NIT 900090526-1)
Identificador de usuario: 421251
Remitente: EMAIL CERTIFICADO de Dictámenes Periciales <421251@certificado.4-72.com.co> (originado por)
Destino: info@gdo.com.co

Fecha y hora de envío: 16 de Mayo de 2022 (12:53 GMT -05:00)
Fecha y hora de entrega: 16 de Mayo de 2022 (12:53 GMT -05:00)

Asunto: Solicitud de información urgente para dictamen pericial (EMAIL CERTIFICADO de a@peritaje.co)
Mensaje:

Atento y respetuoso saludo.
Anexamos solicitud de información urgente.

Atentamente,

[image: Sergio Mario Gaviria Zapata]
<https://peritaje.co/sergio-mario-gaviria-zapata>

Sergio Mario Gaviria Zapata
Ingeniero Civil Patólogo - Abogado
Dictámenes Periciales www.peritaje.co <https://peritaje.co/>
WhatsApp <https://wa.me/573008118854/?text=Cordial%C2%A0saludo> | 300 811 8854 <3008118854> | a@peritaje.co
Medellín (Oficina principal) - Bogotá - Cali

<https://www.facebook.com/peritaje.co>

<https://twitter.com/peritajeco>

<https://peritaje.co/>

<https://www.linkedin.com/company/peritajeco>

*Advertencia: *Este correo electrónico es confidencial, de propiedad de Dictámenes Periciales, por lo que sus destinatarios deben mantener reserva respecto del contenido y sus anexos. Si no es el destinatario intencional por favor elimínelo e informe al remitente. El uso inadecuado de este mensaje implica consecuencias civiles y penales.

Adjuntos:

Archivo	Nombre del archivo	
	Content0-text-.html	Ver archivo adjunto.
	Content1-application-220516 Memorial solicitud de información.pdf	Ver archivo adjunto. Visible en los documentos.

Este certificado se ha generado a instancias y con el consentimiento expreso del interesado, a través de un sistema seguro y confidencial. A este certificado se le ha asignado un identificador único en los registros del operador firmante.

Colombia, a 16 de Mayo de 2022

Anexo de documentos del envío

PERITAJE
Dictámenes Periciales

Al contestar cite: D220516P

Destinatario:	Gerencia Gases de Occidente SA ESP
Asunto:	Solicitud urgente de información
Demandado:	GDO
Llamado:	Consorcio Pozo Platanares 2018
Demandante:	Yameli Cárdenas Cuero y otros
Radicado:	76001310301520210000500

Atento y respetuoso saludo.

El suscrito ingeniero civil, de la firma PERITAJE.co, he sido designado por Proyectar Ingeniería SAS, sociedad que hace parte del Consorcio Pozo Platanares, como **perito** para la elaboración de un dictámen pericial con motivo de la deflagración ocurrida el 20 de junio de 2019 en la Notaría 02 de Yumbo.

1- Por tal motivo, y por ser responsables de la red donde ocurrió el incidente, ruego **informar** si el tramo de la tubería donde ocurrió la falla entró en una *"cadena de custodia"* que permita garantizar la autenticidad, capacidad demostrativa, identidad, **integridad**, preservación, seguridad, almacenamiento y continuidad.

2- En caso **positivo**, ruego informar de manera pormenorizada los **procedimientos** adoptados para tal cadena de custodia; y solicito acceder a dicha tubería para una inspección ocular.

3- Adicionalmente, respetuosamente solicito respuesta, documentalmente sustentada a las siguientes inquietudes.

3.1- Informará detalladamente qué **tipos de inspección**, de las citadas en la NTC 3728 numeral 8.3.1, y cualesquiera otras, fueron implementadas **con posterioridad a la reparación realizada el 15 y 16** de abril de 2019; anexando los registros documentales y las fechas de ejecución.

3.2- Informará detalladamente qué **tipos de inspección**, de las citadas en la NTC 3728 numeral 8.3.1, y cualesquiera otras, fueron implementadas con posterioridad a la reparación realizada con motivo de la **deflagración** de junio 20 de 2019.

3.3- Informará si se hizo prueba para conocer la concentración del odorizante en el punto de falla de la tubería, **justamente después de la deflagración**; en caso positivo aportará el registro documental pertinente.

3.4- Informará si **posteriormente** a la reparación del 15 y 16 de abril de 2019 se realizaron pruebas de fugas en el punto de reparación, y en el interior de la Notaría; en caso positivo informará las fechas y aportará el registro documental.

3.5- Informará si GDO realizó un **informe técnico** que explique la rotura de la tubería en la zona donde se realizó la reparación el 15 y 16 de abril de 2019; en caso positivo anexará tal informe.

3.6- En caso que se tengan, solicitamos fotografías a color de la reparación de abril 15 y 16 de 2019.

3.7- En caso que se tengan, solicitamos fotografías a color de la reparación con motivo de la deflagración de junio 20 de 2019.

Por lo anterior, ruego ser contactado a través del correo electrónico a@peritaje.co o al teléfono/whatsapp 57 300 811 8854 para acordar la fecha y hora de acceso a la tubería (si hubo cadena de custodia); momento en el que el Perito **también** recibirá cualquier otra documentación o consideración técnica (adicional a la que reposa en el expediente judicial y a la que solicito por correo electrónico) que la parte demandada considere pertinente para el esclarecimiento técnico y objetivo de los hechos.

También agradezco que la información solicitada sea remitida al correo electrónico a@peritaje.co **con carácter de urgencia**, considerando que hay términos procesales corriendo.

En tal sentido, es menester recordar el deber de colaboración de las partes para la práctica del dictámen pericial, en virtud del artículo 233 CGP:

> Artículo 233. Deber de colaboración de las partes. Las partes tienen el deber de colaborar con el perito, de facilitarle los datos, las cosas y el acceso a los lugares necesarios para el desempeño de su cargo; si alguno no lo hiciere se hará constar así en el dictamen y el juez apreciará tal conducta como indicio en su contra.
>
> Si alguna de las partes impide la práctica del dictamen, se presumirán ciertos los hechos susceptibles de confesión que la otra parte pretenda demostrar con el dictamen y se le impondrá multa de cinco (5) a diez (10) salarios mínimos mensuales.

Finalmente, se aclara que el Perito es un tercero **imparcial** que debe brindar una opinión **técnica**, **objetiva**, razonada y documentada, respecto del asunto que se coloca en su consideración.

Atentamente,



Sergio Mario Gaviria Zapata
Perito Ingeniero Civil - PERITAJE.co

Anexo técnico del envío

Detalles del envío y entrega a los destinatarios o a sus agentes electrónicos debidamente autorizados.

[+] Detalles de cabecera del correo:
[+] ##
From: "=?utf-8?b?RU1BSUwgQ0VSVElGSUNBRE8gZGUg?= =?UTF-8?Q?Dict=C3=A1menes_Periciales?="
<421251@certificado.4-72.com.co>
To: info@gdo.com.co
Subject: =?UTF-8?Q?Solicitud_de_informaci=C3=B3n_urgente_para_dictamen_peri?= =?UTF-8?Q?cial?= =?utf-8?b?IChFTUFJTCBDRVJUSUZJQ0FETyBkZSBhQHBlcml0YWplLmNvKQ==?=
Date: Mon, 16 May 2022 12:52:05 -0500
Message-Id: <MCrtOuCC.62828f9d.98950594.0@mailcert.lleida.net>
Return-Path: <correo@certificado.4-72.com.co>
Received: from cp7162.webempresa.eu (cp7162.webempresa.eu [135.125.109.205]) by mailcert26.lleida.net (Postfix) with ESMTPS id 4L26Kr5vDMzf9m9 for <correo@certificado.4-72.com.co>; Mon, 16 May 2022 19:53:04 +0200 (CEST)
Received: from mail-pg1-f176.google.com ([209.85.215.176]:34457) by cp7162.webempresa.eu with esmtpsa (TLS1.3) tls TLS_AES_128_GCM_SHA256 (Exim 4.95) (envelope-from <a@peritaje.co>) id 1nqetH-006GP8-BZ for correo@certificado.4-72.com.co; Mon, 16 May 2022 19:52:20 +0200
Received: by mail-pg1-f176.google.com with SMTP id g184so14797300pgc.1 for <correo@certificado.4-72.com.co>; Mon, 16 May 2022 10:52:19 -0700 (PDT)

[+] Detalles técnicos. Consultas host -t mx dominio:
[+] ##

A las 12 horas 53 minutos del día 16 de Mayo de 2022 (12:53 GMT -05:00) el dominio de correo del destinatario 'gdo.com.co' estaba gestionado por el servidor '0 gdo-com-co.mail.protection.outlook.com.'

Hostname (IP Addresses):
gdo-com-co.mail.protection.outlook.com (104.47.57.110 104.47.51.110)

[+] Detalles del registro de sistema:
[+] ##

2022 May 16 19:53:33 mailcert26 postfix/smtpd[845787]: 4L26LP2dzwzf9m1: client=localhost[::1]
2022 May 16 19:53:33 mailcert26 postfix/cleanup[846525]: 4L26LP2dzwzf9m1: message-id=<MCrtOuCC.62828f9d.98950594.0@mailcert.lleida.net>
2022 May 16 19:53:33 mailcert26 opendkim[4137914]: 4L26LP2dzwzf9m1: DKIM-Signature field added (s=mail, d=certificado.4-72.com.co)
2022 May 16 19:53:33 mailcert26 postfix/qmgr[451345]: 4L26LP2dzwzf9m1: from=<correo@certificado.4-72.com.co>, size=226986, nrcpt=1 (queue active)
2022 May 16 19:53:37 mailcert26 postfix/smtp[826187]: 4L26LP2dzwzf9m1: to=<info@gdo.com.co>, relay=gdo-com-co.mail.protection.outlook.com[104.47.57.110]:25, delay=3.9, delays=0.14/0/1.7/2.1, dsn=2.6.0, status=sent (250 2.6.0 <MCrtOuCC.62828f9d.98950594.0@mailcert.lleida.net> [InternalId=37254546350787, Hostname=BL3P221MB0514.NAMP221.PROD.OUTLOOK.COM] 238131 bytes in 0.238, 976.854 KB/sec Queued mail for delivery)
2022 May 16 19:53:37 mailcert26 postfix/qmgr[451345]: 4L26LP2dzwzf9m1: removed

Código Postal: 110911 Diag. 25G 95A - 55, Bogotá D.C. Bogotá: (57-1) 472 2000 Nacional: 01 8000 111 210 www.4-72.com.co



Digitally signed by LLEIDA SAS
Date: 2022.05.16 22:53:56 CEST
Reason: Sellado de Lleida.net
Location: Colombia

304

Nombre y apellidos del registrado

1ª Copia Timbre $ 9

1ª Carmen Beatriz Sánchez Tarbarde

En la República de Colombia Departamento de Valle del Cauca

Municipio de La Cumbre
(Corregimiento, Vereda, etc.)

a 14 del mes de agosto de mil novecientos 63

se presentó el señor Ajart Sánchez mayor de edad, de nacionalidad Col.
(nombre del declarante)

natural de Palmira (V) domiciliado en La Cumbre. y declaró: que el día

1º del mes de Agosto de mil novecientos 63 siendo las

5 p.m. de la tarde nació en La Cumbre
(dirección de la casa, Hospital, barrio, vereda, corregimiento, etc.)

del municipio de La Cumbre República de Colombia un niño de sexo

masculino a quien se le ha dado el nombre de Carmen Beatriz hijo, legítimo o natural

del señor Ajart Sánchez (Ced. Cédula No.) de 36 años de edad, natural

de Palmira (V) República de Colombia de profesión Jornalero y la señora

Ofelia Tarbarde de 21 años de edad, natural de La Cumbre

República de Colombia de profesión Oficios siendo abuelos paternos Elíseo

Sánchez y Zoila Palomino y abuelos maternos Ismael

Tarbarde y Adelaida Tarbarde

Fueron testigos Fernando Moreno y José Pastor Arroyave

En fé de lo cual se firma la presente acta.

El declarante, Ajart Sánchez C. C. # 2.576.391
(Cdla. No.)

El testigo, Fernando Moreno C. C. # 2.578.276 La Cumbre
(Cdla. No.)

El testigo, José Pastor Arroyave 2.576.196 La Cumbre
(Cdla. No.)

(Firma y sello del funcionario ante quien se hace el registro)

Para los efectos del artículo segundo (2°) de la Ley 45 de 1936, reconozco al niño a quien se refiere esta Acta como hijo natural y para constancia firmo.

(Firma del padre que hace el reconocimiento)

(Firma de la madre que hace el reconocimiento)

REGISTRADURÍA

Adhesivo Copia Registro Civil

35896750-4

(Firma y sello del funcionario ante quien se hace el reconocimiento)

REGISTRADURÍA
NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

DIRECCIÓN NACIONAL DE REGISTRO CIVIL
REGISTRADURÍA MUNICIPAL DEL ESTADO CIVIL
LA CUMBRE VALLE

CERTIFICA QUE:

ES FIEL COPIA AUTENTICA DEL ORIGINAL.

TOMO: 7 FOLIO: 304

SE EXPIDE PARA TRÁMITE LEGAL

La Cumbre Valle, 10 de mayo de 2024

SAKHA PAMELA RIVEROS LORES
Registradora Municipal
Registraduría Nacional del Estado Civil.

DERECHO DE PETICIÓN DE INTERÉS PARTICULAR | CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009)

ME Me <notificaciones@delriovasquez.com>
vie., 10 may. 2024 3:38:00 p. m. -0500

Para "notificacionesjudiciales" <notificacionesjudiciales@correohuv.gov.co>

Cc "Alan DEL RÍO VÁSQUEZ" <alan@delriovasquez.com>, "Guillermo León Toro García" <guillermo.toro@delriovasquez.com>, "dacevedo" <dacevedo@danielacevedo.co>

Santiago de Cali, 10 de mayo de 2024.

Señores
HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE
notificacionesjudiciales@correohuv.gov.co
Santiago de Cali

ASUNTO: DERECHO DE PETICIÓN DE INTERÉS PARTICULAR ENTREGA DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
PETICIONARIA: DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ

DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ, mayor de edad e identificado como se registra enseguida de mi firma, en mi calidad de hijo y heredero de la señora **CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE** (C.C. 29.581.009) y en ejercicio de mi derecho de petición (arts. 23 de la Constitución Política y 1 de la Ley 1755 de 2015), de manera muy respetuosa nos dirigimos a ustedes para realizarles la petición que se concreta en el PDF adjunto.

Con cortesía,

DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ
C.C. 1.107.058.434

1 archivo(s) adjunto(s) • Descargar como archivo comprimido

Petición HOSPITAL UNIVERSITA… .pdf
1023.3 KB •

10 | MAYO | 2024

Señores
HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE
notificacionesjudiciales@correohuv.gov.co
Santiago de Cali

DERECHO DE PETICIÓN

DE INTERÉS PARTICULAR

ENTREGA DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

SOLICITANTE:
DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ

DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ, identificado con la cédula de ciudadanía 1.107.058.434, en mi calidad de hijo y heredero de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009), así como en ejercicio de mi derecho de petición consagrado en el artículo 23 de la Constitución Política y en el artículo 1 de la Ley 1755 de 2015; de manera muy respetuosa me dirijo a ustedes para realizarles la siguiente:

I. PETICIÓN

En su condición de Institución Prestadora de Servicios de Salud, le solicitó RESPONDER, CERTIFICAR y SUMINISTRAR la siguiente información, especificada y detallada de la forma en que se solicita, en medio escrito y digital:

1.1. SUMINISTRAR copia auténtica, legible e integra de la totalidad de la historia clínica de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009) que repose en la documentación de HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE, tras las lesiones sufridas el 20 de junio de 2019 y hasta su fallecimiento el siguiente 30 de junio. Esta petición solicito que me la remita en formato PDF.

II. FUNDAMENTOS

2.1. A El día 20 de junio de 2019, aproximadamente a las 12:30 p.m., se presentó en la Notaría Segunda de Yumbo, una gran deflagración causada por la rotura de una tubería de distribución de gas operada por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. y que recorría a Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar, lugar donde habían desarrollado las obras la ESPY S.A. E.S.P. y el COSORCIO POZO PLATANARES 2018.

DELRIOVASQUEZ.COM
notificaciones@delriovasquez.com
Calle 1 Núm. 4-38 (Cali)
(602) 893 38 63

2.2. De acuerdo con el Informe de Investigación de la Deflagración Notaría Segunda del Municipio de Yumbo-Valle No. INVIN-0002-2017 del 25 de junio de 2019 del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo, el siniestro referido tuvo su origen con ocasión del *"del gas domiciliario presente en el ambiente, al interior de la notaria, con mayor concentración en el lado B zona norte, área de concina"*. De hecho, el Cuerpo de Bomberos con asistencia del personal de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. realizaron una excavación en la parte externa de la edificación sobre el andén de la Calle 3 donde se identifica la presencia de gas inflamable en la tierra y en el subsuelo de la notaría como consecuencia de la rotura del cuerpo de una tubería de ¾ de pulgada PE P80. Se estima como hipótesis razonable que el gas natural que escapaba de la tubería rota se desplazó hasta el despacho del notario o sus cercanías y se filtró al interior del edificio, como indica el Informe del Incidente Notaría 2 de la Secretaría de Paz y Convivencia Ciudadana del MUNICIPIO DE YUMBO.

2.3. En la deflagración mencionada resultó gravemente lesionada mi madre CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE, quien trabajaba como secretaria en la Notaría. Según el Informe de Atención de Emergencia (orden de trabajo 165644178) de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., la víctima padeció de quemaduras de III grado en el 70% de su superficie corporal con afectación de la vía aérea. Pese a los esfuerzos desplegados por el personal médico del Hospital la Buena Esperanza en Yumbo y luego del Hospital Universitario del Valle en Cali, el 30 de junio de 2019 falleció, luego de haber padecido grave dolor y sufrimiento por las heridas durante 10 días.

III. ANEXOS

Acompaño esta solicitud de los siguientes anexos:

3.1. Mi cédula de ciudadanía.
3.2. Mi registro civil de nacimiento.
3.3. El registro civil de defunción de mi madre CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE

IV. NOTIFICACIONES

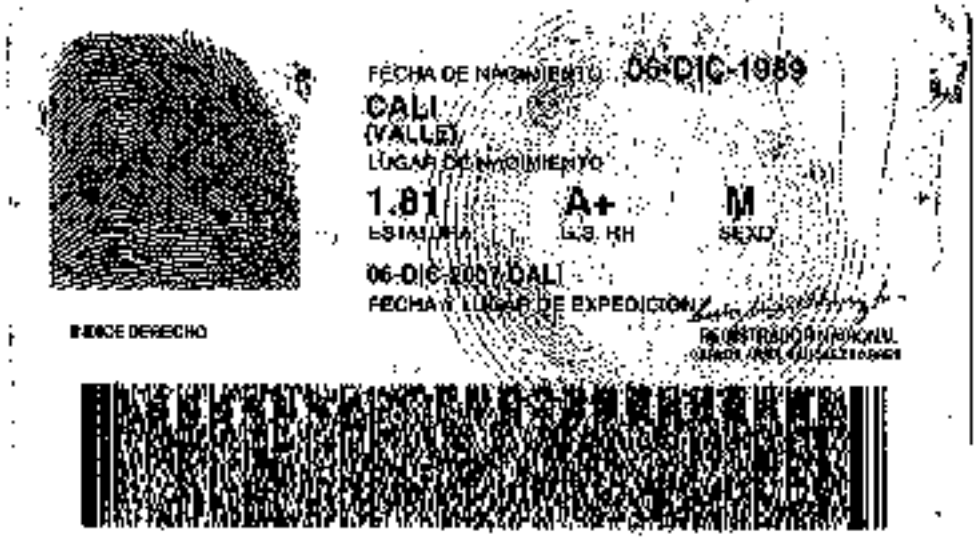
Recibiré respuesta y notificación de la presente petición a través de mi apoderado ALAN DEL RÍO VÁSQUEZ en la calle 1 núm. 4-38, en la ciudad de Santiago de Cali; teléfono (602) 8933863, celular 3136930277, dirección electrónica: notificaciones@delriovasquez.com. Solicito comedidamente que la respuesta me sea remitida de manera virtual para agilizar su recepción.

Con toda atención,



DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ
C.C. 1.107.058.434


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA


FECHA DE NACIMIENTO 06-DIC-1989
CALI
(VALLE)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.81
ESTATURA
A+
G.S. RH
M
SEXO
06-DIC-2007 CALI
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
INDICE DERECHO
REGISTRADOR NACIONAL

ENERO 01 FEBRERO 02 MARZO 03 ABRIL 04
MAYO 05 JUNIO 06 JULIO 07 AGOSTO 08
SEPT. 09 OCTUBRE 10 NOV. 11 DIC. 12

REPUBLICA DE COLOMBIA
REGISTRO CIVIL

Superintendencia de Notariado y Registro

REGISTRO DE NACIMIENTO

IDENTIFICACION No.

1) Parte Labrada: 89 12 06
2) Parte Comun:

14232885

3) Clase (Notaría, Alcaldía, Corregiduría, etc.): NOTARIA SEGUNDA
4) Municipio y Departamento, Intendencia o Comisaría: CALI VALLE
5) Código: 6302

SECCION GENERICA

6) Primer apellido: ACEVEDO
7) Segundo apellido: SANCHEZ
8) Nombres: DANIEL SANTIAGO
9) Masculino o Femenino: MASCULINO
10) Masculino: X
11) Femenino:
12) FECHA DE NACIMIENTO — Día: 06 Mes: DICIEMBRE Año: 1989
13) Municipio: CALI
14) País: COLOMBIA
15) Departamento, Int., o Com.: VALLE

SECCION ESPECIFICA

16) Hora: 1:57
17) Clínica, hospital, dirección de la casa, vereda, corregimiento, etc., donde ocurrió el nacimiento: CLINICA CENTENARIO
18) No. Boletín: 68543
19) Documento presentado: Antecedente Civil médico: Acta especial etc.: CERTIFICADO DE NACIMIENTO
20) Nombres de la persona que certificó el nacimiento: DR. RIVAS RICARDO
21) Edad actual: 26
22) Apellidos (de soltera): SANCHEZ
23) Nombres: CARMEN BEATRIZ
24) Identificación (clase y número): CC# 29581.309 LA CUMBRE (V)
25) Nacionalidad: COLOMBIANA
26) Profesión u oficio: EMPLEADA
27) Edad actual: 38
28) Apellidos: ACEVEDO OSORIO
29) Nombres: SANTIAGO
30) Identificación (clase y número): CC# 14, 9 80476. CALI
31) Nacionalidad: COLOMBIANO
32) Profesión u oficio: EMPLEADO
33) Identificación (clase y número): CC# 14, 980476, CALI
34) Firma (autógrafa): X
35) Dirección actual y municipio: K3 #40- 16
36) Nombre: SANTIAGO ACEVEDO
37) Identificación (clase y número):
38) Firma (autógrafa):
39) Dirección (Municipio):
40) Nombre:
41) Identificación (clase y número):
42) Firma (autógrafa):
43) Dirección (Municipio):
44) Nombre:

(FECHA EN QUE SE SIENTA ESTE REGISTRO)
45) Día: 18 Mes: DICIEMBRE Año: 1989

ORIGINAL PARA LA OFICINA DE REGISTRO CIVIL

EL NOTARIO SEGUNDO DE CALI
CERTIFICA
Que a Petición de Daniel Santiago Acevedo identificado con la C.C. 1107078434 se expide la presente fotocopia del original que reposa en el protocolo de esta Notaría. Válida para demostrar parentesco.
ESTE REGISTRO CIVIL TIENE VALIDEZ PERMANENTE

PEDRO JOSÉ BARRETO VACA
NOTARIO SEGUNDO DE CALI

ABR 2021

JENNY ALEJANDRA GARCÍA DIOSA
Notaria Segunda (E) de Cali

2

REPÚBLICA DE COLOMBIA

ORGANIZACIÓN ELECTORAL
REGISTRADURÍA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

REGISTRO CIVIL DE DEFUNCIÓN

Indicativo Serial 09743359

Datos de la oficina de registro

Clase de oficina: Registraduría | Notaría | Consulado | Corregimiento | Insp. de Policía | Código | T Y Z

País - Departamento - Municipio - Corregimiento o/o Inspección de Policía

COLOMBIA - VALLE - CALI

Datos del inscrito

Apellidos y nombres completos

SANCHEZ TULANDE CARMEN BEATRIZ

Documento de identificación (Clase y número) | Sexo (en letras)

CC 29.581.009 | FEMENINO

Datos de la defunción

Lugar de la defunción: País - Departamento - Municipio - Corregimiento o/o Inspección de Policía

COLOMBIA VALLE CALI

Fecha de la defunción: Año 2019 Mes JUN Día 30 | Hora 04:10 | Número de certificado de defunción 20360-01-02-3143

Presunción de muerte

Juzgado que profiere la sentencia | Fecha de la sentencia: Año Mes Día

Dictamen presentado: Autoridad Judicial [X] Certificado Médico [ ] | Nombre y cargo del funcionario: FISCALIA GENERAL DE LA NACION

Datos del denunciante

Apellidos y nombres completos

CARVAJAL CHACUA JUAN DAVID

Documento de identificación (Clase y número) | Firma

CC 1.124.859.982 | David Carvajal

Primer testigo

Apellidos y nombres completos

Documento de identificación (Clase y número) | Firma

Segundo testigo

Apellidos y nombres completos

Documento de identificación (Clase y número) | Firma

Fecha de inscripción: Año 2019 Mes JUL Día 1 1 | Nombre y firma del funcionario encargado: BERNARDO JOSE VALLEJO DAVIS

ESPACIO PARA NOTAS

- ORIGINAL PARA LA OFICINA DE REGISTRO -

ESTE REGISTRO CIVIL TIENE VALIDEZ PERMANENTE

La Notaria Dieciocho del Circulo de Cali, **CERTIFICA** que es copia del Original que reposa en esta Notaria y a solicitud de _____ con C.C. _____ se expide para _____ 20 AGO 2019

Inciso 2 Art.115 Decreto 1260 de 1970.

Solicitante _____

C.C. 14980446

BERNARDO VALLEJO RESTREPO
Notario Dieciocho del Circulo de Cali

REPUBLICA DE COLOMBIA
NOTARIA DIECIOCHO DE CALI
BERNARDO VALLEJO RESTREPO
Departamento del Valle del Cauca

Calle 9No.65-42 Cali, Colombia Teléfono 332 7008 Fax 333 40-41

Escaneado con CamScanner

DERECHO DE PETICIÓN DE INTERÉS PARTICULAR | CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009)

ME Me <notificaciones@delriovasquez.com>
vie., 10 may. 2024 3:38:02 p. m. -0500

Para "ventanillaunica" <ventanilla.unica@hospitaldeyumbo.gov.co>

Cc "Alan DEL RÍO VÁSQUEZ" <alan@delriovasquez.com>, "Guillermo León Toro García" <guillermo.toro@delriovasquez.com>, "dacevedo" <dacevedo@danielacevedo.co>

Santiago de Cali, 10 de mayo de 2024.

Señores
HOSPITAL LA BUENA ESPERANZA EN YUMBO
ventanilla.unica@hospitaldeyumbo.gov.co
Santiago de Cali

ASUNTO: DERECHO DE PETICIÓN DE INTERÉS PARTICULAR ENTREGA DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
PETICIONARIA: DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ

DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ, mayor de edad e identificado como se registra enseguida de mi firma, en mi calidad de hijo y heredero de la señora **CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE** (C.C. 29.581.009) y en ejercicio de mi derecho de petición (arts. 23 de la Constitución Política y 1 de la Ley 1755 de 2015), de manera muy respetuosa nos dirigimos a ustedes para realizarles la petición que se concreta en el PDF adjunto.

Con cortesía,

DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ
C.C. 1.107.058.434

1 archivo(s) adjunto(s) • Descargar como archivo comprimido

Petición HOSPITAL LA BUENA ES… .pdf
1023.3 KB •

10 | MAYO | 2024

Señores
HOSPITAL LA BUENA ESPERANZA EN YUMBO
ventanilla.unica@hospitaldeyumbo.gov.co
Yumbo

DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ, identificado con la cédula de ciudadanía 1.107.058.434, en mi calidad de hijo y heredero de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009), así como en ejercicio de mi derecho de petición consagrado en el artículo 23 de la Constitución Política y en el artículo 1 de la Ley 1755 de 2015; de manera muy respetuosa me dirijo a ustedes para realizarles la siguiente:

DERECHO DE PETICIÓN

DE INTERÉS PARTICULAR

ENTREGA DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

SOLICITANTE:
DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ

I. PETICIÓN

En su condición de Institución Prestadora de Servicios de Salud, le solicitó RESPONDER, CERTIFICAR y SUMINISTRAR la siguiente información, especificada y detallada de la forma en que se solicita, en medio escrito y digital:

1.1. SUMINISTRAR copia auténtica, legible e integra de la totalidad de la historia clínica de la señora CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE (C.C. 29.581.009) que repose en la documentación de HOSPITAL LA BUENA ESPERANZA EN YUMBO, tras las lesiones sufridas el 20 de junio de 2019 y hasta su fallecimiento el siguiente 30 de junio. Esta petición solicito que me la remita en formato PDF.

II. FUNDAMENTOS

2.1. A El día 20 de junio de 2019, aproximadamente a las 12:30 p.m., se presentó en la Notaría Segunda de Yumbo, una gran deflagración causada por la rotura de una tubería de distribución de gas operada por GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. y que recorría a Calle 3 con Carrera 4 del barrio Belalcázar, lugar donde habían desarrollado las obras la ESPY S.A. E.S.P. y el COSORCIO POZO PLATANARES 2018.

DELRIOVASQUEZ.COM
notificaciones@delriovasquez.com
Calle 1 Núm. 4-38 (Cali)
(602) 893 38 63

2.2. De acuerdo con el Informe de Investigación de la Deflagración Notaría Segunda del Municipio de Yumbo-Valle No. INVIN-0002-2017 del 25 de junio de 2019 del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Yumbo, el siniestro referido tuvo su origen con ocasión del *"del gas domiciliario presente en el ambiente, al interior de la notaria, con mayor concentración en el lado B zona norte, área de concina"*. De hecho, el Cuerpo de Bomberos con asistencia del personal de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. realizaron una excavación en la parte externa de la edificación sobre el andén de la Calle 3 donde se identifica la presencia de gas inflamable en la tierra y en el subsuelo de la notaría como consecuencia de la rotura del cuerpo de una tubería de ¾ de pulgada PE P80. Se estima como hipótesis razonable que el gas natural que escapaba de la tubería rota se desplazó hasta el despacho del notario o sus cercanías y se filtró al interior del edificio, como indica el Informe del Incidente Notaría 2 de la Secretaría de Paz y Convivencia Ciudadana del MUNICIPIO DE YUMBO.

2.3. En la deflagración mencionada resultó gravemente lesionada mi madre CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE, quien trabajaba como secretaria en la Notaría. Según el Informe de Atención de Emergencia (orden de trabajo 165644178) de GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., la víctima padeció de quemaduras de III grado en el 70% de su superficie corporal con afectación de la vía aérea. Pese a los esfuerzos desplegados por el personal médico del Hospital la Buena Esperanza en Yumbo y luego del Hospital Universitario del Valle en Cali, el 30 de junio de 2019 falleció, luego de haber padecido grave dolor y sufrimiento por las heridas durante 10 días.

III. ANEXOS

Acompaño esta solicitud de los siguientes anexos:

3.1. Mi cédula de ciudadanía.
3.2. Mi registro civil de nacimiento.
3.3. El registro civil de defunción de mi madre CARMEN BEATRIZ SÁNCHEZ TULANDE

IV. NOTIFICACIONES

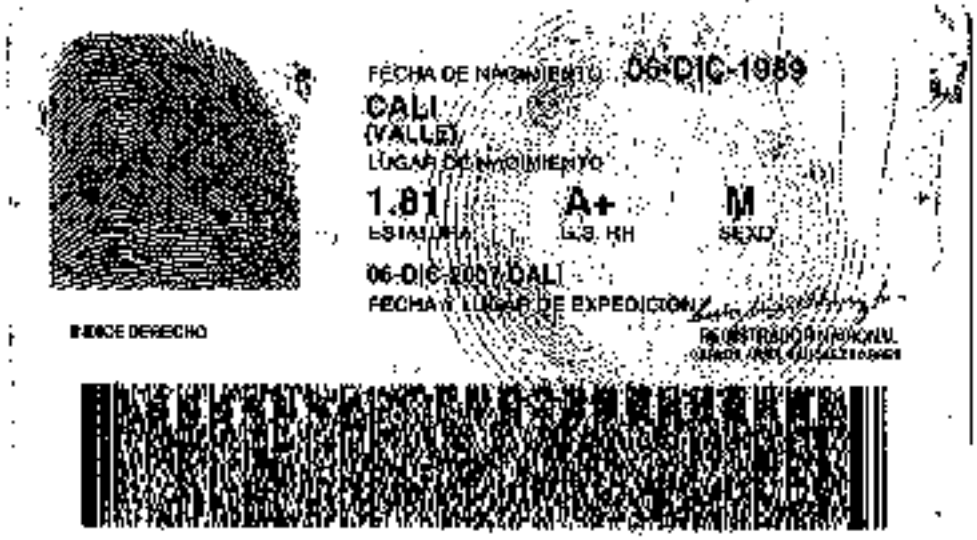
Recibiré respuesta y notificación de la presente petición a través de mi apoderado ALAN DEL RÍO VÁSQUEZ en la calle 1 núm. 4-38, en la ciudad de Santiago de Cali; teléfono (602) 8933863, celular 3136930277, dirección electrónica: notificaciones@delriovasquez.com. Solicito comedidamente que la respuesta me sea remitida de manera virtual para agilizar su recepción.

Con toda atención,



DANIEL SANTIAGO ACEVEDO SÁNCHEZ
C.C. 1.107.058.434


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA


FECHA DE NACIMIENTO 06-DIC-1989
CALI
(VALLE)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.81
ESTATURA
A+
G.S. RH
M
SEXO
06-DIC-2007 CALI
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
INDICE DERECHO
REGISTRADOR NACIONAL

ENERO 01 FEBRERO 02 MARZO 03 ABRIL 04
MAYO 05 JUNIO 06 JULIO 07 AGOSTO 08
SEPT. 09 OCTUBRE 10 NOV. 11 DIC. 12

REPUBLICA DE COLOMBIA
REGISTRO CIVIL

Superintendencia de Notariado y Registro

REGISTRO DE NACIMIENTO

IDENTIFICACION No.

1) Parte Labrada: 89 12 06
2) Parte Comun:

14232885

3) Clase (Notaría, Alcaldía, Corregiduría, etc.): NOTARIA SEGUNDA
4) Municipio y Departamento, Intendencia o Comisaría: CALI VALLE
5) Código: 6302

SECCION GENERICA

6) Primer apellido: ACEVEDO
7) Segundo apellido: SANCHEZ
8) Nombres: DANIEL SANTIAGO
9) Masculino o Femenino: MASCULINO
10) Masculino: X
11) Femenino:
12) FECHA DE NACIMIENTO — Día: 06 Mes: DICIEMBRE Año: 1989
13) Municipio: CALI
14) País: COLOMBIA
15) Departamento, Int., o Com.: VALLE

SECCION ESPECIFICA

16) Hora: 1:57
17) Clínica, hospital, dirección de la casa, vereda, corregimiento, etc., donde ocurrió el nacimiento: CLINICA CENTENARIO
18) No. Boletín: 68543
19) Documento presentado: Antecedente Civil médico: Acta especial etc.: CERTIFICADO DE NACIMIENTO
20) Nombres de la persona que certificó el nacimiento: DR. RIVAS RICARDO
21) Edad actual: 26
22) Apellidos (de soltera): SANCHEZ
23) Nombres: CARMEN BEATRIZ
24) Identificación (clase y número): CC# 29581.309 LA CUMBRE (V)
25) Nacionalidad: COLOMBIANA
26) Profesión u oficio: EMPLEADA
27) Edad actual: 38
28) Apellidos: ACEVEDO OSORIO
29) Nombres: SANTIAGO
30) Identificación (clase y número): CC# 14, 9 80476. CALI
31) Nacionalidad: COLOMBIANO
32) Profesión u oficio: EMPLEADO
33) Identificación (clase y número): CC# 14, 980476, CALI
34) Firma (autógrafa): X
35) Dirección actual y municipio: K3 #40- 16
36) Nombre: SANTIAGO ACEVEDO
37) Identificación (clase y número):
38) Firma (autógrafa):
39) Dirección (Municipio):
40) Nombre:
41) Identificación (clase y número):
42) Firma (autógrafa):
43) Dirección (Municipio):
44) Nombre:

(FECHA EN QUE SE SIENTA ESTE REGISTRO)
45) Día: 18 Mes: DICIEMBRE Año: 1989

ORIGINAL PARA LA OFICINA DE REGISTRO CIVIL

EL NOTARIO SEGUNDO DE CALI
CERTIFICA
Que a Petición de Daniel Santiago Acevedo identificado con la C.C. 1107078434 se expide la presente fotocopia del original que reposa en el protocolo de esta Notaría. Válida para demostrar parentesco.
ESTE REGISTRO CIVIL TIENE VALIDEZ PERMANENTE

PEDRO JOSÉ BARRETO VACA
NOTARIO SEGUNDO DE CALI

ABR 2021

JENNY ALEJANDRA GARCÍA DIOSA
Notaria Segunda (E) de Cali

2

REPÚBLICA DE COLOMBIA

ORGANIZACIÓN ELECTORAL
REGISTRADURÍA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

REGISTRO CIVIL DE DEFUNCIÓN

Indicativo Serial 09743359

Datos de la oficina de registro

Clase de oficina: Registraduría | Notaría | Consulado | Corregimiento | Insp. de Policía | Código | T Y Z

País - Departamento - Municipio - Corregimiento o/o Inspección de Policía

COLOMBIA - VALLE - CALI

Datos del inscrito

Apellidos y nombres completos

SANCHEZ TULANDE CARMEN BEATRIZ

Documento de identificación (Clase y número) | Sexo (en letras)

CC 29.581.009 | FEMENINO

Datos de la defunción

Lugar de la defunción: País - Departamento - Municipio - Corregimiento o/o Inspección de Policía

COLOMBIA VALLE CALI

Fecha de la defunción: Año 2019 Mes JUN Día 30 | Hora 04:10 | Número de certificado de defunción 20360-01-02-3143

Presunción de muerte

Juzgado que profiere la sentencia | Fecha de la sentencia: Año Mes Día

Dictamen presentado: Autoridad Judicial [X] Certificado Médico [ ] | Nombre y cargo del funcionario: FISCALIA GENERAL DE LA NACION

Datos del denunciante

Apellidos y nombres completos

CARVAJAL CHACUA JUAN DAVID

Documento de identificación (Clase y número) | Firma

CC 1.124.859.982 | David Carvajal

Primer testigo

Apellidos y nombres completos

Documento de identificación (Clase y número) | Firma

Segundo testigo

Apellidos y nombres completos

Documento de identificación (Clase y número) | Firma

Fecha de inscripción: Año 2019 Mes JUL Día 1 1 | Nombre y firma del funcionario encargado: BERNARDO JOSE VALLEJO DAVIS

ESPACIO PARA NOTAS

- ORIGINAL PARA LA OFICINA DE REGISTRO -

ESTE REGISTRO CIVIL TIENE VALIDEZ PERMANENTE

La Notaria Dieciocho del Circulo de Cali, **CERTIFICA** que es copia del Original que reposa en esta Notaria y a solicitud de _____ con C.C. _____ se expide para _____ 20 AGO 2019

Inciso 2 Art.115 Decreto 1260 de 1970.

Solicitante _____

C.C. 14980446

BERNARDO VALLEJO RESTREPO
Notario Dieciocho del Circulo de Cali

REPUBLICA DE COLOMBIA
NOTARIA DIECIOCHO DE CALI
BERNARDO VALLEJO RESTREPO
Departamento del Valle del Cauca

Calle 9No.65-42 Cali, Colombia Teléfono 332 7008 Fax 333 40-41

Escaneado con CamScanner