
INFORME TÉCNICO - PERICIAL
DE RECONSTRUCCIÓN FORENSE
DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO
R. A. T[®] 2



VEHÍCULO No. 1: CAMIONETA, TOYOTA HILUX, modelo 2018, color blanco, placa EGV 981.

INFORME No. 240334527

Bogotá D.C., Marzo 6 de 2024

R.A.T[®] es una marca registrada por IRSVIAL S.A.S, Resolución 39860 del 29/11/2007, SIC

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA	4
2.1	FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:	4
2.2	LA VÍA:.....	9
2.3	VEHÍCULOS:.....	14
2.4	RASTROS Y EVIDENCIAS EN EL LUGAR DE LOS HECHOS:	18
2.5	VICTIMAS:	22
3.	ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.....	23
4.	SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO	33
5.	ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.....	35
6.	HALLAZGOS	39
7.	CONCLUSIONES:.....	42
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. INTRODUCCIÓN

Los procedimientos de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito utilizan como metodología el método científico y técnicas de reconstrucción de accidentes de tránsito desarrolladas y probadas científicamente, aceptadas por la comunidad científica mediante la publicación de artículos científicos y discusión en congresos y seminarios, con el fin de determinar la dinámica del accidente que permitan identificar las circunstancias que generaron el siniestro.

El análisis de las evidencias es la piedra angular de la reconstrucción, su recolección y descripción conforman el punto de partida del análisis retrospectivo del accidente.

➤ Instrumentos, equipos y software empleados:

1. Procedimiento de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito – Manual de calidad IRS VIAL SAS norma ISO 9001-2015.
2. Laptop Acer Procesador Intel(R) Core(TM) i5-7200U 2.5GHz / Apple MacBook pro M1-2021
3. Software Virtual Crash 5 – Microsoft Excel – Drone DJI Mini2.

CLASE DE ACCIDENTE: ATROPELLO.

➤ Documentación recibida:

Todo el proceso de la investigación y reconstrucción analítica del siniestro se basa en la información considerada por el grupo técnico de IRSVIAL, que fue recolectada empleando los procedimientos técnicos de fijación fotográfica, planimetría, y técnicas analíticas de reconstrucción de accidentes basadas en las leyes de la física, biomecánica, ingeniería automotriz, medicina forense, como se indica a continuación:

- a) fotografías a color del lugar de los hechos (3 adjuntas en el informe).
- b) Informe policial de accidente de tránsito (IPAT A001455930).

- c) Documento Dictamen pericial de reconstrucción de accidente de tránsito firmado por Gustavo Enciso 06 marzo de 2023 (36 folios y un video adjunto).
- d) Video denominado Videograbación del accidente en formato .avi de cámara de vigilancia ubicada sobre el segmento norte de la intersección de la calle 116 con Cra 7 (IP PTZCamera)

2. EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA

La documentación recibida y recolectada durante el proceso de investigación y reconstrucción del accidente se describe y se analiza a continuación con el fin de determinar de manera retrospectiva la secuencia del accidente y sus causas.

2.1 FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:

De acuerdo al reporte del accidente de tránsito el siniestro ocurrió el 11 de julio de 2022, a las 21:30 horas según IPAT (21:22 horas según video de cámara de vigilancia), en la Carrera 7 # 114-33 (4°41'33.86"N 74° 2'0.94"O), Bogotá (Cundinamarca).

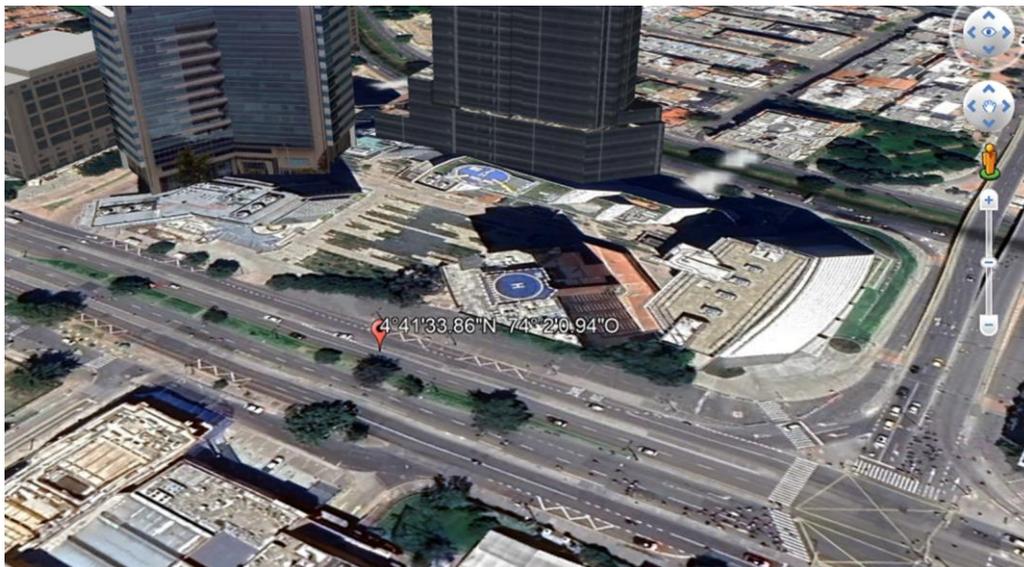


Imagen No 1: En esta imagen se aprecia la ubicación geográfica del lugar de los hechos (fuente Google Earth-pro).

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO No. **A001455930**

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: Bozota D.C.

2. GRAVEDAD: CON LESIONES CON HERIDAS SOLO DAÑOS

3. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Bozota 7 #114-22 LAT: 00° 00' 00" LONG: 000° 00' 00" LOCALIDAD O COMUNA: Urequea

4. FECHA Y HORA: 24/06/2022 HORA: 14:03

5. CLASE DE ACCIDENTE: CHOCUE CAÍDA OCUPANTE ATROPELLO INCENDIO VOLCAMENTO OTRO

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR: 6.1. ANEA: RURAL NACIONAL DEPARTAMENTAL MUNICIPAL URBANA

6.2. SECTOR: RESIDENCIAL ESCOLAR DEPORTIVA INDUSTRIAL TURÍSTICA PRIVADA COMERCIAL MILITAR HOSPITALARIA

6.3. ZONA: PASO A NIVEL PASO ELEVADO PUENTE ELÓDREA INTERSECCIÓN PUNTON PASO INFERIOR PEATONAL LOTE O PREDIO CICLO RUTA TRAMO DE VÍA TUNEL

6.4. DISEÑO: PASO A NIVEL PASO ELEVADO PUENTE ELÓDREA INTERSECCIÓN PUNTON PASO INFERIOR PEATONAL LOTE O PREDIO CICLO RUTA TRAMO DE VÍA TUNEL

6.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA: GRANIZO VIENTO LLUVIA NORMAL NEBLA

7. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS: 7.1. GEOMETRÍA: RECTA CURVA PLANO PENDIENTE C/ BANSA DE EST. CON ANDEN CON BERMA OTRO

7.2. UTILIZACIÓN: UN SENTIDO DOBLE SENTIDO REVERSIBLE CONTRAFUJO CICLO VÍA 7.3. CALZADAS: UNA DOS TRES O MÁS VARIABLE 7.4. CARRILES: UNA DOS TRES O MÁS VARIABLE

7.5. SUPERFICIE DE PAVIMENTACIÓN: ASFALTO AFRANCO ADQUIN EMPEDRAO CONCRETO TIERRA OTRO

7.6. ESTADO: BUENO CON HUECOS DERRUMBES EN REPARACIÓN HUNDIMIENTO INUNDADA PUNCHADA RIZADA FALGARADA 7.7. CONDICIONES: ACIDE HUMEDA LODO ALCANTARILLA DESTAPADA

7.8. CONTROL DE TRÁNSITO: A. AGENTE DE TRÁNSITO B. SEMAFORO C. SEÑALES VERTICALES PARE CEDA EL PASO NO ORE SENTADO VIAL NO ADELANTAR VELOCIDAD MÁXIMA OTRA NINGUNA

7.9. SEÑALES HORIZONTALES: ZONA PEATONAL LÍNEA DE PARE LÍNEA CENTRAL AMARILLA CONTRAÍLA SEGMENTADA LÍNEA DE CARRIL BLANCA CONTRAÍLA SEGMENTADA LÍNEA DE BORDE BLANCA CONTRAÍLA LÍNEA DE BORDE AMARILLA LINEA ANTELOQUEO FLECHAS LEYENDAS SIMBOLOS OTRA

7.10. REDUCTOR DE VELOCIDAD: BANDAS SONORAS RESALTO MOVIL FUJO SONORIZADOR ESTROPEROL OTRO

7.11. DELINEADOR DE PISO: TACHA ESTOPELOS TACHONES BOVAS BORNILLOS TUBULAR BARRERAS PLÁSTICAS HITOS TUBULARES CONOS OTROS

7.12. VISIBILIDAD: A. NORMAL B. DISMIGUADA POR CASSETAS CONSTRUCCIÓN VALLAS ARBOLVEDAZÓN VEHICULO ESTACIONADO ENCAMPLAMIENTO POSTE OTROS

8. CONDUCTORES, VEHICULOS Y PROPIETARIOS: 8.1. CONDUCTOR: Vargas Lopez Rodolfo DOC: CC 79647252 NACIONALIDAD: Colombiano FECHA DE NACIMIENTO: 04/06/74 SEXO: M GRUPO SANG: B ORIGEN: HEREDITARIO

8.2. VEHICULO: Toyota PLACA: 130 Aolca NACIONALIDAD: Colombiano MARCA: Toyota LINEA: 4x4 COLOR: Blanco MODELO: 2013 CATEGORIA: Automóvil TON: S PASAJEROS: 5 LICENCIA DE TRANS: 1002049369

8.3. CLASE VEHICULO: AUTOMOVIL BUS BUSETA CAMION CAMIONETA CAMPERO MICROBUS TRACTOCAMION VOLQUETA MOTOCICLETA

8.4. CLASE SERVICIO: M. AGRICOLA M. INDUSTRIAL BICICLETA MOTOCICLISTA MOTOCICLISTA TRACCION ANIMAL MOTOCICLO CUATROVOTOS REMOLQUE SEMI-REMOLQUE

8.5. MODALIDAD DE TRANS: MOTO CARRUA EXTRA DIMENSIONADA EXTRA PESADA MERCANCIA PELIGROSA CLASE DE MERCANCIA

8.6. CLASE PASAJEROS: COLECTIVO INDIVIDUAL MAGIVO ESPECIAL TURISMO ESPECIAL ESCOLAR ESPECIAL ASALARIADO ESPECIAL OCASIONAL B. RADIO SE ADICION NACIONAL MUNICIPAL

8.7. FALLAS EN: FRENSOS DIRECCION LUCES BOCINA LLANTAS SUSPENSION OTRA

8.8. LUGAR DE IMPACTO: FRONTAL LATERAL POSTERIOR OTRA

8.9. DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO: Los establecen en experiencia técnica

9. FIRMAS: 03496 F-217 12 JUN 2022 01:05

Imagen No. 2: primera hoja del informe de la autoridad IPAT.

2.2 LA VÍA:

Las condiciones y características de la vía donde se produce el accidente de tránsito se aprecian en las fotografías No. 1 a la 3 así como en la tabla No. 1.



Fotografía No.1 Panorámica: Registro en sentido norte a sur sobre la Carrera 7 a la altura del paso peatonal en la intersección con la calle 116, se referencia la demarcación, morfología, luminarias, elementos del separador y señalización; en este sentido se desplazaba el vehículo No.1.



Fotografía No.2 Panorámica: registro hacia el norte sobre la calzada central de la carrera 7 hacia el sur, donde se observan las características generales del tramo, demarcación, señalización y se resalta el punto o poste de referencia utilizado por la autoridad de tránsito.



Fotografía No.3 Panorámica elevada: registro elevado con dirección hacia el norte dónde se observan las generalidades del tramo dónde ocurre el siniestro, demarcación, señalización, elementos del separador, la intersección con la calle 116 y morfología de la calzada.



Fotografía No.4 Plano general: registro sobre la calzada central de la carrera 7 hacia el sur donde se referencian una serie de zonas de desgaste en el separador central compatibles con el paso recurrente de peatones o elementos que se encuentran entre 74,5, 83 y 100m al sur del paso peatonal ubicado en la intersección con la calle 116.

Nota 1: en la inspección al lugar de los hechos realizada en marzo de 2024 no se identifican cambios en la morfología, demarcación y estructura general de la vía.

En la siguiente tabla se describen las características de la vía.

CARACTERÍSTICAS	Carrera 7 # 114-33
ÁREA, SECTOR	<i>Tramo de vía urbana comercial</i>
GEOMETRICAS	<i>Recta, pendiente (1°)</i>
UTILIZACIÓN	<i>Doble sentido</i>
CALZADAS	<i>Cuatro</i>
CARRILES	<i>Dos por calzada</i>
MATERIAL	<i>Asfalto</i>
ESTADO	<i>Bueno</i>
CONDICIONES Y TIEMPO	<i>Seca, normal</i>
ILUMINACIÓN	<i>Artificial buena</i>
CONTROLES Y SEÑALES	<i>Demarcación línea de carril segmentada de borde blanca, central amarilla, separador central y separador de calzadas; demarcación de paso peatonal a la altura de la intersección con la Cl 116 y semáforo operando en la intersección.</i>

TABLA No. 1

2.3 VEHÍCULOS:

Las características técnico-mecánicas de los vehículos, son consideradas en el presente análisis, siendo uno de los aspectos de relevancia la ubicación de los daños sobre su estructura; variables que permitirán identificar la severidad del impacto y la posición relativa al momento del contacto primario y posibles contactos posteriores.

La severidad del impacto está determinada por la magnitud del daño (dimensiones transversales, longitudinales y de profundidad), su ubicación (en compatibilidad con la rigidez de la estructura deformada) y el elemento que sirve de esfuerzo para producir el daño.

VEHÍCULO No. 1: CAMIONETA, TOYOTA HILUX, modelo 2018, color blanco, placa EGV 981.



Imagen No. 6: vehículo referencia de similares características al involucrado en el siniestro motivo de investigación.

CONDUCTOR	RODOLFO VARGAS LÓPEZ
IDENTIFICACIÓN	CC 79.641.282
EDAD	48 años
LICENCIA	B2

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	Particular
OCUPANTES	1
DIMENSIONES	Largo: 5,3 m Ancho: 1,85 m Altura: 1,8m Distancia entre ejes: 3,0 m https://www.monkeymotor.net/2017/10/ficha-tecnica-toyota-hilux-2018.html
PESO TOTAL	1950 -2050 kg

TABLA No. 3

8.8. DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHÍCULO
Por establecer en
expertise técnico.

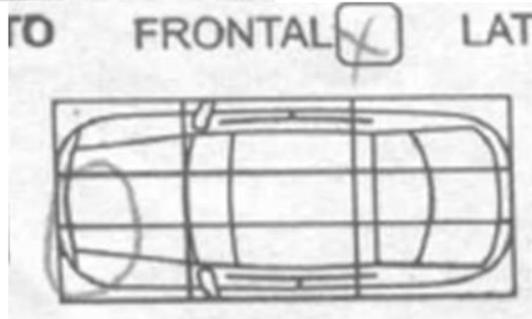
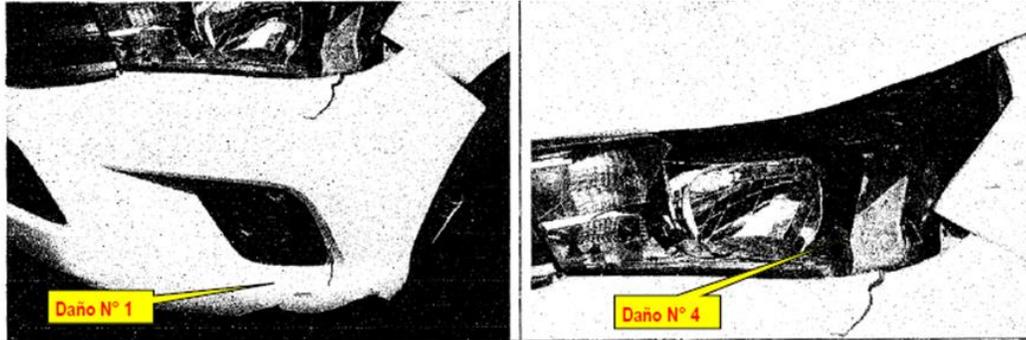


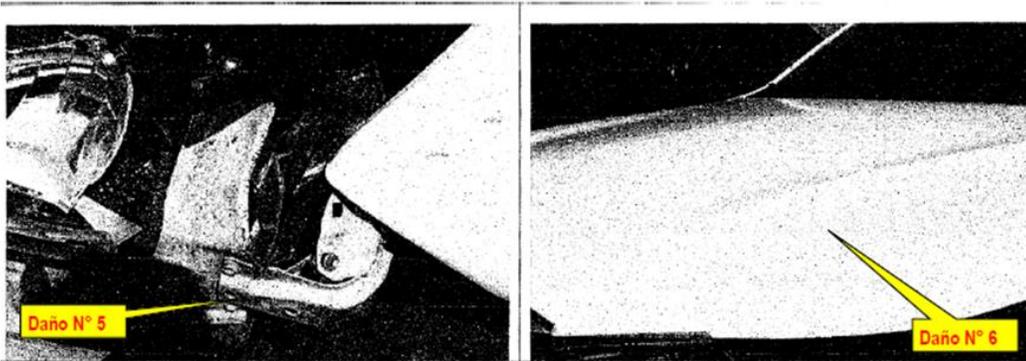
Imagen No. 7: se aprecia el segmento del informe de la autoridad, donde hacen referencia básica generalizada a un lugar de impacto, sin descripción de daños.



Imagen No.8: basados en los reportes se resalta la zona de daños y rastros en el vehículo.



Copia de imagen N° 2: daños N° 1 y 4.



Copia de imagen N° 3: daños N° 5 y 6.

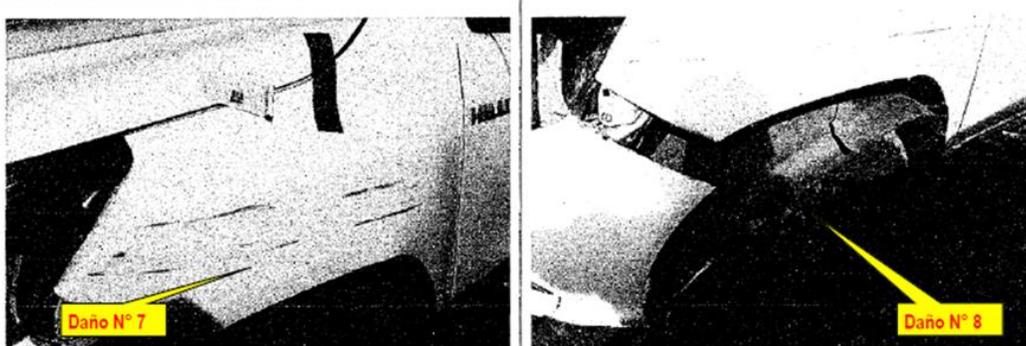


Imagen No.9: Extracto del documento c) de la documentación recibida que a su vez es un extracto del álbum fotográfico de la experticia realizada al vehículo donde se observan los daños en el vértice anterior izquierdo del vehículo y tercio anterior del lado izquierdo compatibles con desalojo parcial del extremo izq. del paragolpes delantero, fracturas, en vértice izq. del paragolpes, fragmentación vidrio unida de luz izquierda con desplazamiento hacia atrás, rices y adherencias en guardafango anterior izquierdo, desalojo espejo retrovisor izquierdo.

En el registro videográfico del día de los hechos se identifica:



Imagen No.11: Compuesta por fotograma y acercamiento del mismo fotograma del video documento recibido d), donde se identifica el estado e iluminación del sector, generalidades de la vía y de la calzada central hacia el sur de la Cra.7, y la posición de reposo pos impacto de las peatones (indicador amarillo) y de la camioneta (indicador rojo).

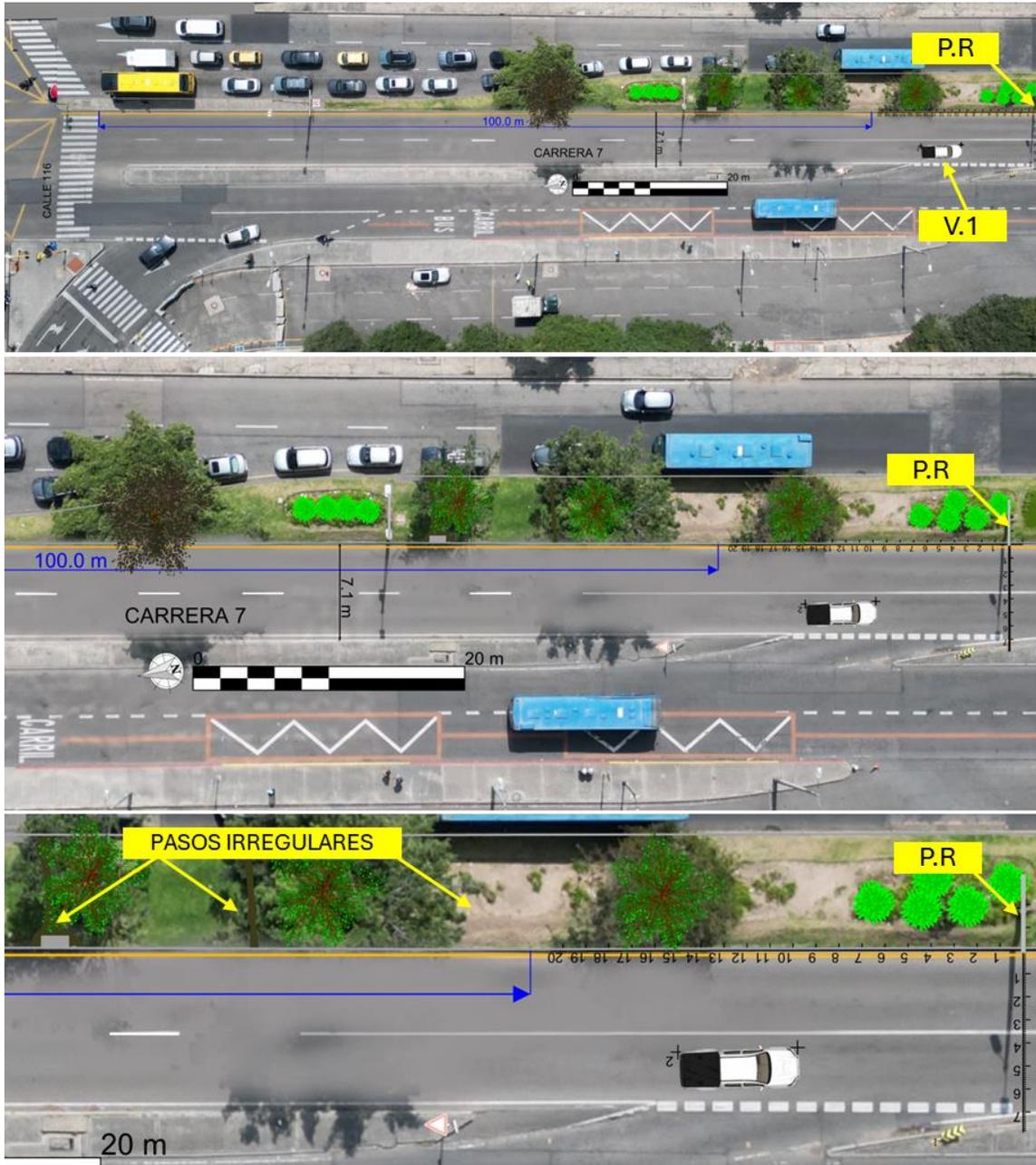


Imagen No.12: compuesta por vista en planta donde se representa a escala el lugar de los hechos y la fijación de la escena registrada en el bosquejo adjunto del IPAT.

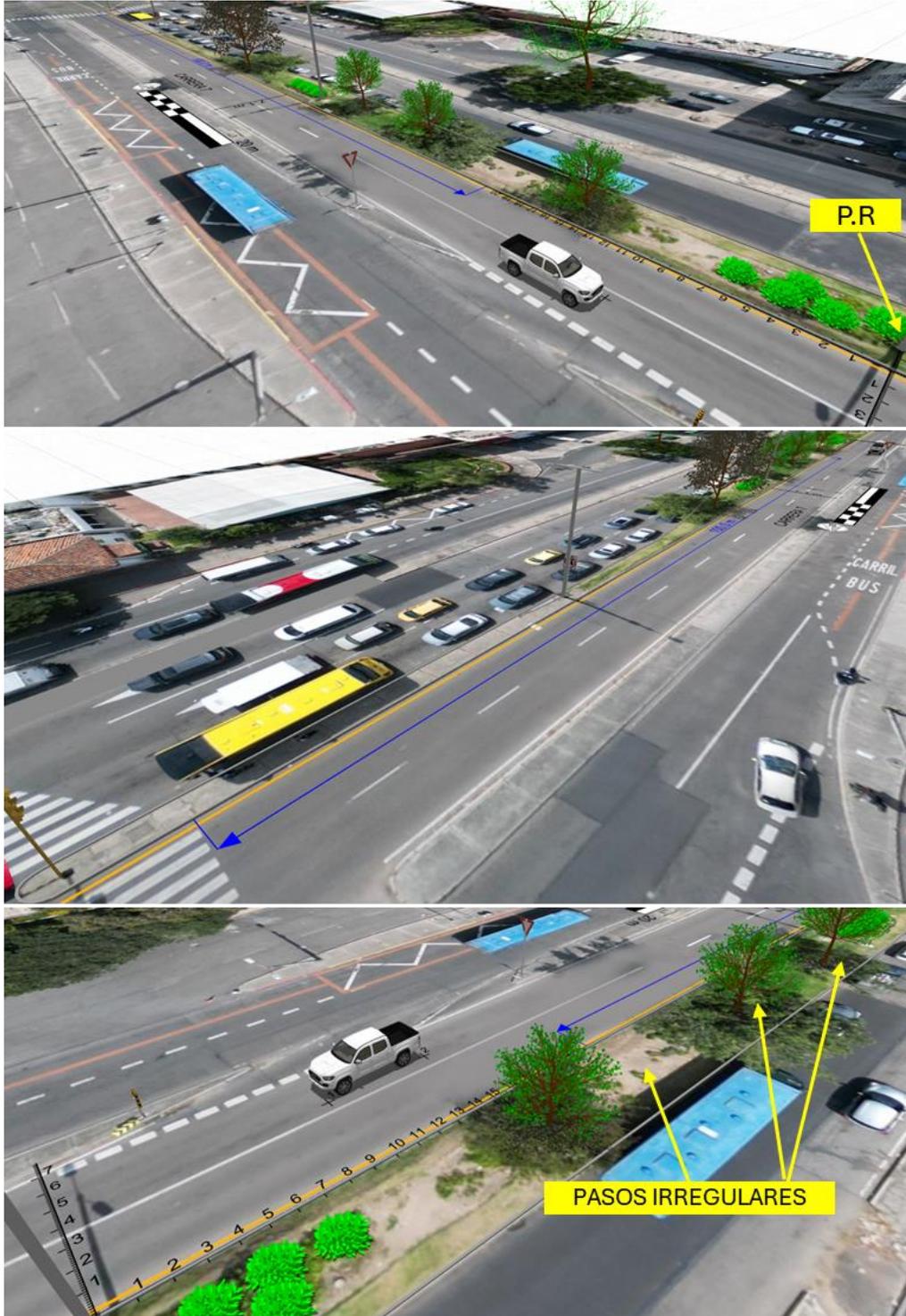


Imagen No.13: compuesta por vista en 3D donde se representa el lugar de los hechos y la evidencia

2.5 VICTIMAS:

Producto del siniestro se reportan dos personas lesionadas:

No.	NOMBRES	DATOS
1	Laura C. Guevara Umaña	<i>CC 1.192.914.073, 21 años, peatón; trasladada a centro asistencial, presentó TCE severo y trauma en miembros inferiores y superiores, fractura occipital lado izq., fractura de arcos costales derechos y pelvis (1,58m y 66kg aprox) fallece según referencias 7 días después de los hechos.</i>
2	Ailin Juliana Sanchez Ferro	<i>CC 1.000.462.519, 19 años, peatón; trasladada a centro asistencial, presentó trauma en hombro derecho, brazo derecho y manos.</i>

TABLA No. 6

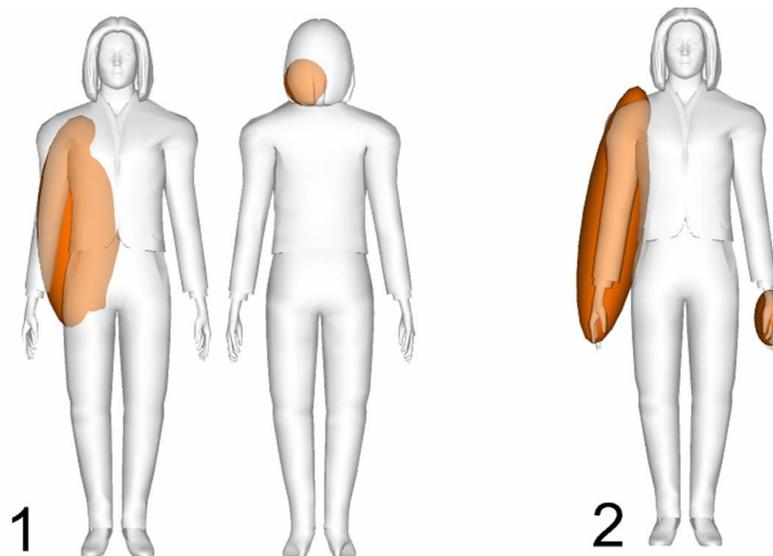


Imagen No.14: Referencia visual de la zona generalizada de reporte de lesiones tanto en la peatón 1 como la 2.

➤ **DILIGENCIAS ADELANTADAS**

- Inspección al lugar de los hechos para elaboración de registro fotográfico y topográfico.

3. ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

El enfoque forense de la reconstrucción de accidentes de tránsito consiste en la utilización de técnicas avanzadas de análisis y modelamiento objetivo, partiendo de las evidencias físicas recolectadas del accidente y teniendo en cuenta el vehículo, la vía y el hombre, desde una óptica holística es posible determinar la posición relativa de los involucrados antes, al momento y después del impacto/interacción, la secuencia del accidente, las causas que lo generaron y realizar un análisis de evitabilidad.

3.1 POSICIÓN RELATIVA DE LOS INVOLCURADOS AL MOMENTO DEL ATROPELLO.

Teniendo en cuenta los rastros y/o daños en las estructuras de los vehículos junto con lesiones y posiciones finales, se obtiene la posición relativa probable de los involucrados al momento del impacto:



Imagen No.15: vista en planta elaborada en VirtualCrash5 que muestra la posición relativa de los involucrados al momento del atropello. El área verde de 3,0 x 0,5 m, indica que el contacto se pudo presentar en cualquier punto de esta área la cual se encuentra sobre la zona media del carril izq.

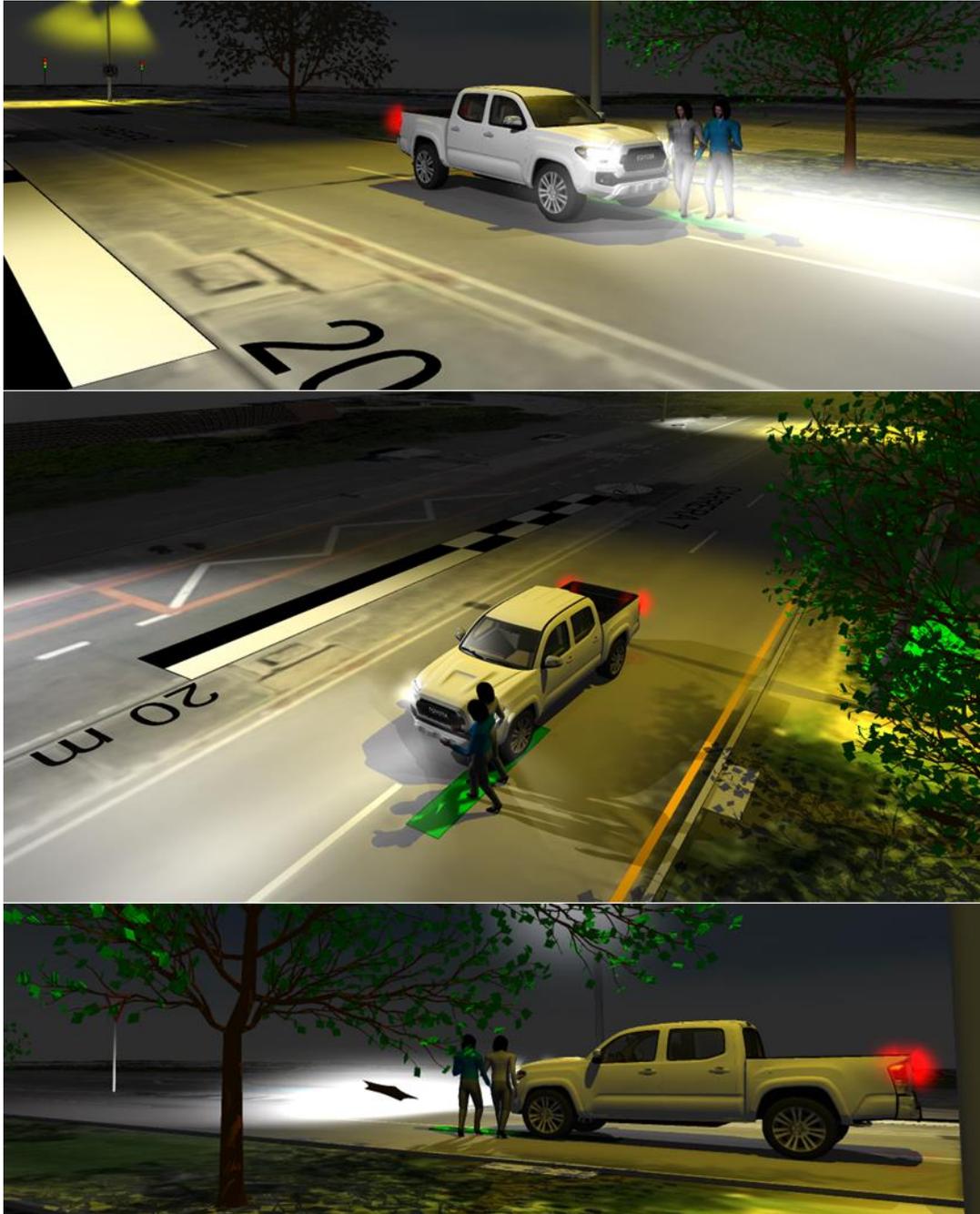


Imagen No.16: vista en planta y 3D elaborada en VirtualCrash5. (la disposición de las peatones se plantea como aquella con mayor probabilidad do mejor ajuste a los datos del evento recibidos a la fecha, sin embargo, puede llegar a ser posible que la peatón 2 referenciada en color azul se encontrara a la derecha de la peatón 1, sin llegar a recibir el impacto netamente directo).

3.2 DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DEL VEHÍCULO Y LOS PEATONES.

Uno de los aspectos principales de la investigación y la reconstrucción está vinculado con la determinación objetiva de la velocidad de circulación de los vehículos al momento del contacto y en momentos previos al accidente, el lugar de la vía donde ocurre el impacto y la posición relativa de los vehículos en ese instante, así como la secuencia de movimiento después del impacto. La valoración de estos interrogantes permitirá conocer la o las causas que desencadenaron el hecho.

Conceptos básicos: teóricos-físicos.

La deducción analítica de la velocidad de circulación del vehículo y la secuencia del accidente se basa en la utilización de un **MODELO FÍSICO** basado de las leyes de la física tales como conservación de energía, dinámica, cinemática, que tenga en cuenta las principales variables que intervienen en el siniestro, e involucre los parámetros que determinan la ocurrencia de este, además se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- La posición relativa y el área de impacto se plantean basados en la trayectoria del vehículo, posición final y referencias de fotogramas de video de cámara de seguridad e inspección al lugar de los hechos.
- El área de impacto incluye incertidumbre típica atendiendo al adecuado proceso forense y la ausencia de registro en el IPAT de rastros complementarios sobre la vía asociados al contacto.
- Posterior al impacto el vehículo desacelera por acción del sistema de frenos y el cuerpo por fricción con la superficie.
- Los coeficientes de desaceleración efectiva¹ después del contacto se valoran entre 0,4 y 0,8 para vehículo con sistema de ABS y entre 0,5 y 0,7 para el cuerpo.

¹ se tienen en cuenta todos los factores que influyen en la desaceleración de los vehículos, impactos posteriores, estado de la vía, pendiente y rotación de las llantas (bloqueadas, libres o aceleradas).

- Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción del conductor entre uno (1 s) y uno coma tres (1,3s) segundos*, la desaceleración del vehículo durante la frenada se plantea como uniforme con un *coeficiente de desaceleración* mínimo de $\mu=0,7$ y máximo de $\mu=0,8$ para el vehículo No.1.

** parametrizado mediante el análisis del video suministrada comparando el tiempo transcurrido desde que las peatones ingresan a la calzada hasta que se activa la luz del freno y por el valor mínimo que se ajusta a reacciones reflejas en horas nocturnas*

Nota 2: Los resultados del análisis y los cálculos aquí hechos dependen en su totalidad de la información recibida; sin embargo, los rangos usados para los diferentes parámetros se han escogido de manera que incluyan lo que en realidad sucedió.

3.2.1 ANÁLISIS DEL VIDEO SUMINSITRADO [Documento recibido d].]

- se identifica que el video es de 30 cuadros por segundo cps, en donde cada cuadro representa entonces 0,033segundos; se realiza la captura de momentos relevantes y de referencia para extracción de datos como tiempo transcurrido y activación luces freno, movimiento peatones, posición versus elementos de la vía.



Imagen No.17: fotograma donde se identifica al inicio del segundo 26 (referencia temporal superior derecha) la circulación del vehículo No.1 sobre el carril izquierdo de la calzada central de la Cra.7 hacia el sur; se referencia la zona frontal y llantas delanteras sobre la línea antibloqueo de la intersección con la CII. 116.

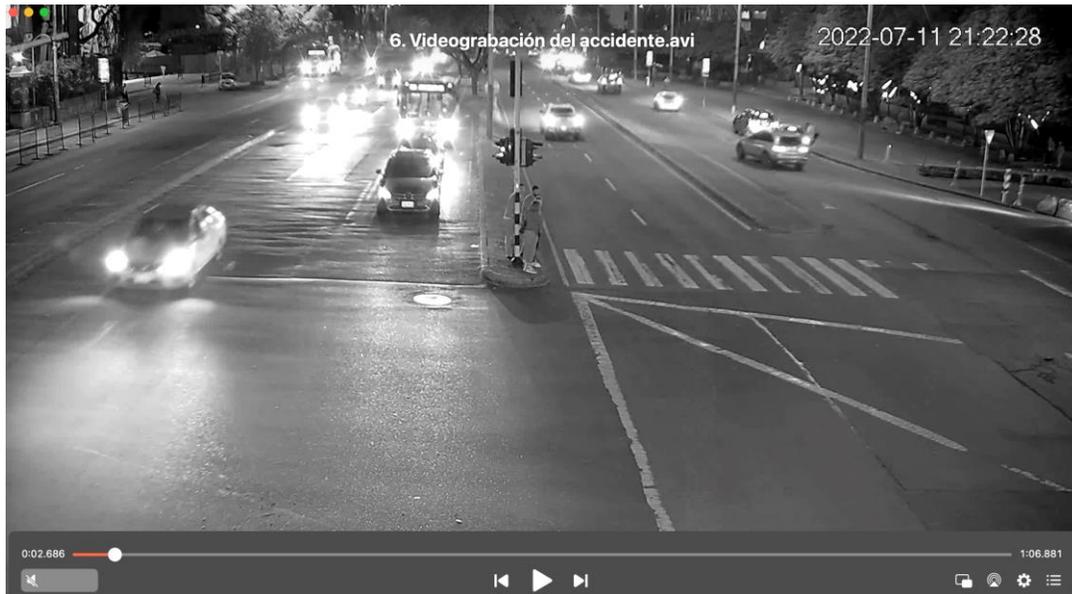


Imagen No.18: fotograma donde se referencia la posición de la camioneta al inicio del segundo 28, ubicada sobre la cuarta línea de carril segmentada después de pasar la intersección [40 metros desde el inicio del paso peatonal comparando con el plano a escala del lugar]

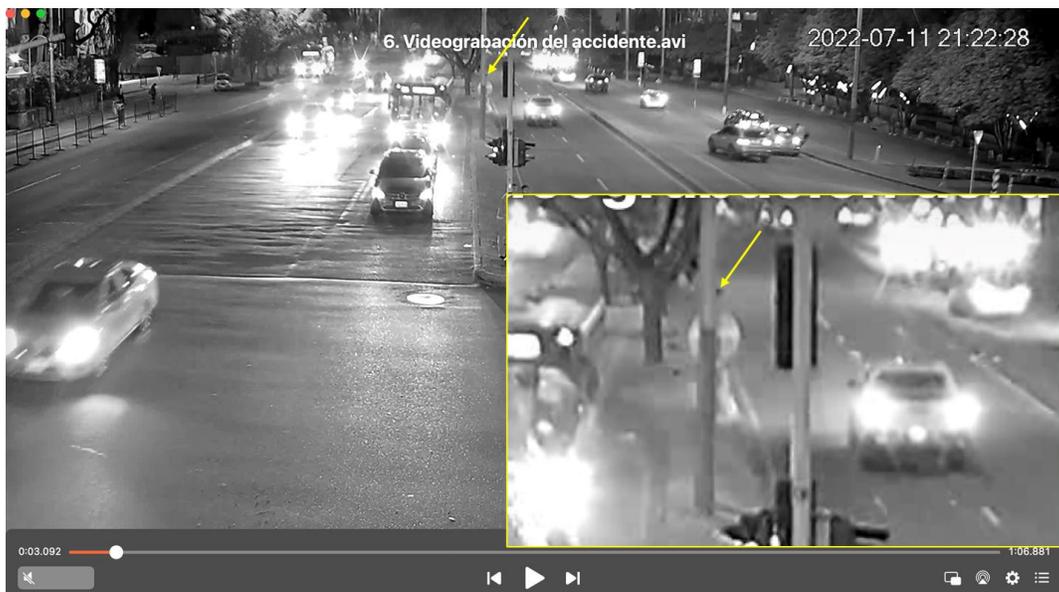


Imagen No.19: fotograma donde se referencia al segundo 28+(8-12cuadros) es decir entre el segundo 28,26 y 28,4 el ingreso efectivo de las peatones al carril izquierdo, momento en el que se constituyen efectivamente como un riesgo.



Imagen No.20: fotograma donde se referencia al segundo 29+(18cuadros) es decir al segundo 29,6, la activación del tercer stop del vehículo No.1 estando aprox. sobre la 8va línea de carril (se reconoce como instante de inicio del proceso de frenado), la ubicación de peatones sobre el segmento medio del carril izquierdo y se referencia con indicador azul el haz de luz compatible con la emisión de la farola delantera izquierda.

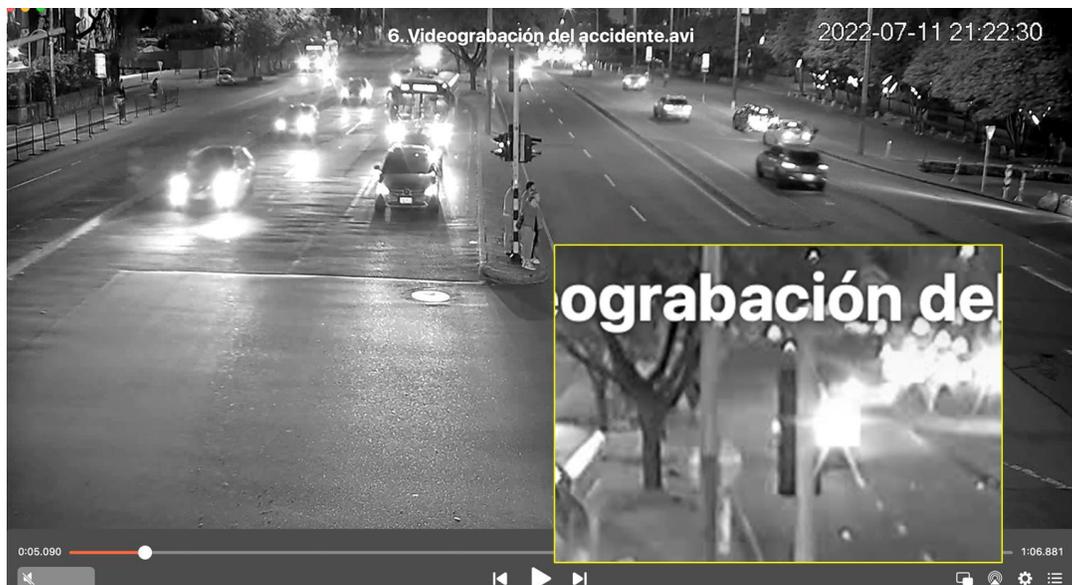


Imagen No.21: fotograma donde se referencia al segundo 30+(10-12cuadros) es decir entre el segundo 30,33 y 30,4, el probable momento del contacto entre los involucrados, se identifica la anulación del haz de luz del segmento izquierdo de la camioneta (compatible la presencia de los cuerpos y daño registrado).



Imagen No.22: fotograma donde se referencia al segundo 31+(4cuadros) es decir el segundo 31,13, la caída de los cuerpos a la superficie y la camioneta sobre el carril derecho; se identifica que es probable que el cuerpo que se observa más erguido es el de la peatón No.2.



Imagen No.23: fotograma donde se referencia al segundo 33+(promedio 7cuadros) es decir el segundo 33,23, la posición de reposo tanto del cuerpo de la peatón No.1 como de la camioneta y la presencia de la peatón No.2 sobre el separador aproximadamente.

3.2.2 VELOCIDAD MEDIA ASOCADA A LA CAMIONETA

$$V = 3.6 * \frac{D}{t}$$

V : Velocidad asociada al vehículo entre 68 y 71 km/h

t: tiempo transcurrido 2 s promedio

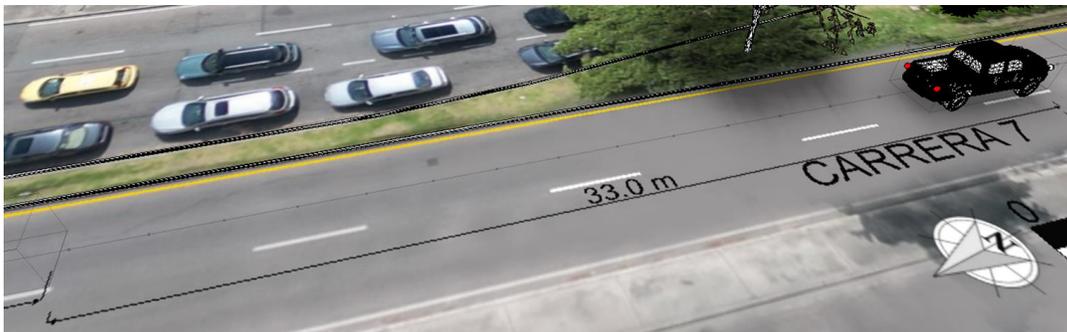
D: distancia recorrida entre 38 y 40 m (distancia y tiempo referenciado en la imagen 17 y 18)



V : Velocidad asociada al vehículo entre 70 y 74 km/h

t: tiempo transcurrido 1,6 s promedio

D: distancia recorrida entre 31 y 33 m (distancia y tiempo referenciado en la imagen 18 y 20)



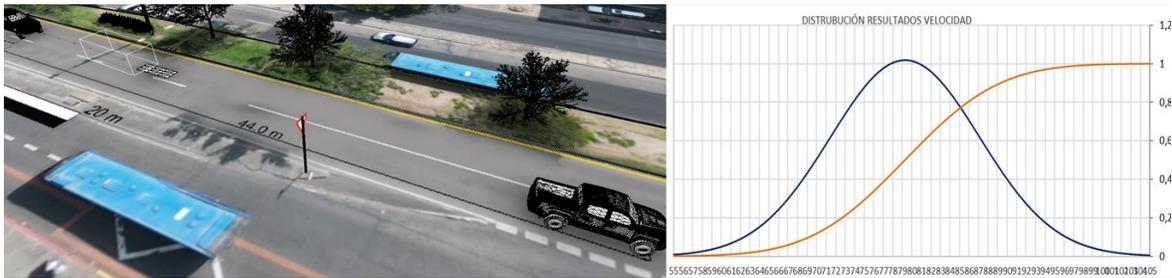
3.2.3 VELOCIDAD ASOCIADA AL VEHÍCULO No1 POR DESACLERACIÓN CONTROLADA.

$$V_v = \left[-t + \left(t^2 + \frac{2d_A}{(\mu \cos \theta \pm \sin \theta)g} \right)^{1/2} \right] (\mu \cos \theta \pm \sin \theta)g$$

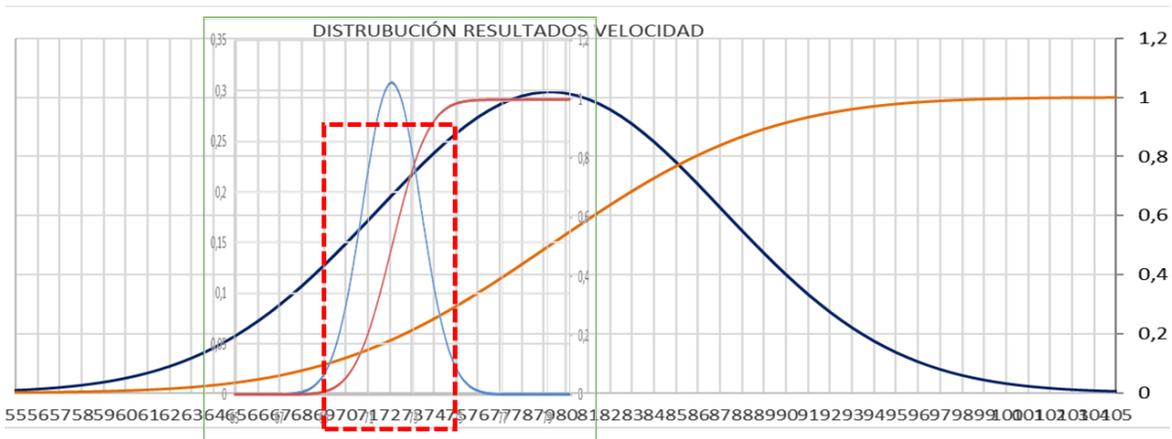
V_v: Velocidad del vehículo al inicio del proceso entre 42 y 56 km/h.

μ: Coeficiente de desaceleración efectiva entre 0,4 y 0,8.

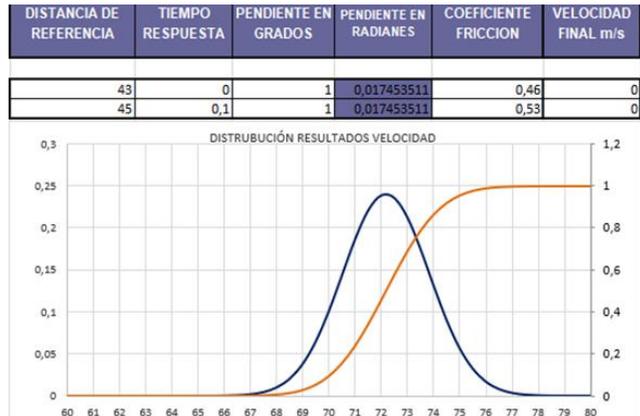
- g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s²
- d_A: Distancia total recorrida por el vehículo entre 43 y 45 m.
- t: Tiempo de respuesta sistema de frenado entre 0 y 0,1 s.
- θ : pendiente de la vía 1° en descenso



Al reconocer desde la perspectiva forense y por ausencia de datos propios de la camioneta (de tipo EDR por ejemplo o huellas en la vía) se realiza con los resultados obtenidos basados en los datos de la escena la intersección de valores distribuidos tanto en la ecuación 3.2.2(enmarcada en color verde) como en la 3.2.3 con el fin de identificar el rango probable de velocidad de circulación de la camioneta al inicio del frenado y previo al atropello:



El rango identificado entre 69 y 75 es compatible con un coeficiente de desaceleración medio en el proceso descrito en la ecuación 3.2.3 de entre 0,46 y 0,53; valor asociado a una desaceleración ente 4,5m/s² y 5,2m/s², la cual es compatible con situaciones de frenado que permitan maniobrar el vehículo detenerlo de manera controlada y son netamente probables de ocurrir en un siniestro.



Cálculo de la velocidad asociada a la camioneta en un proceso de desaceleración (ecuación 3.2.3) utilizando un coeficiente entre 0,46 y 0,53.

3.2.4 TIEMPO ASOCIADO AL PEATÓN PARA LLEGAR AL ÁREA DE ATROPELLO

$$t = \frac{D}{V}$$

V : Velocidad peatón entre 1,5 y 1,7 m/s.

D: distancia recorrida entre 3 y 3,5 m.

t: tiempo transcurrido entre 1,9 y 2,2 s [*valor coincidente en promedio con el cálculo de diferencia de tiempos por análisis de video entre el instante de ingreso de las peatones a la calzada y el momento probable de atropello imagen 19 y 21 -entre 1,93 y 2,14s-*]

3.2.5 DISTANCIA QUE REQUIERE UN VEHÍCULO PARA DETENERSE Y QUE SE DESPLAZA A UNA VELOCIDAD V_v .

$$D_T = \frac{(V_v \mp gt_r \sin \theta)^2}{2(\mu \cos \theta \pm \sin \theta)g} + t_r V_v \mp \frac{t_r^2 g \sin \theta}{2}$$

D_T = Distancia total recorrida. V_v = Velocidad del vehículo.

t_r = tiempo de reacción. θ = pendiente de la vía

μ = Coeficiente de rozamiento entre las llantas y la superficie.

4. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento con la información suministrada a la fecha se plantea la secuencia probable para el siniestro, en donde un instante antes del contacto el vehículo No.1 **CAMIONETA** se desplazaba sobre el carril izquierdo de la calzada central de la carrera 7 en sentido norte a sur y aproximadamente a 70 m promedio hacia el sur del paso peatonal de la intersección inicia un proceso de frenado a una velocidad comprendida entre sesenta y nueve (**69 km/h**) y setenta y cinco (**75 km/h**) kilómetros por hora, proceso durante el cual va reduciendo su velocidad y entra en contacto con las **PEATONES** que se encontraban realizando el cruce de la calzada hacia el occidente (*de izquierda a derecha respecto al sentido de avance del vehículo*).

A raíz del impacto se generan los daños en la estructura del vehículo y las lesiones primarias en el cuerpo de las peatones (*siendo las de mayor intensidad las presentadas por la hoy occisa*), las cuales por el impulso transferido se proyectan en diagonal hacia el suroriente de la calzada, cayendo a la superficie y deslizando hasta alcanzar la posición de reposo previo traslado asistencial (*se identifica que la peatón No.2 lesionada se levanta y presta asistencia a la peatón No.1 hoy occisa; no se tiene registro técnico puntual de la posición pos atropello de los cuerpos*); simultáneamente la camioneta realiza un proceso de desaceleración controlado con desplazamiento hacia el carril derecho de la misma calzada en donde detiene totalmente su marcha alcanzando así la posición final registrada.

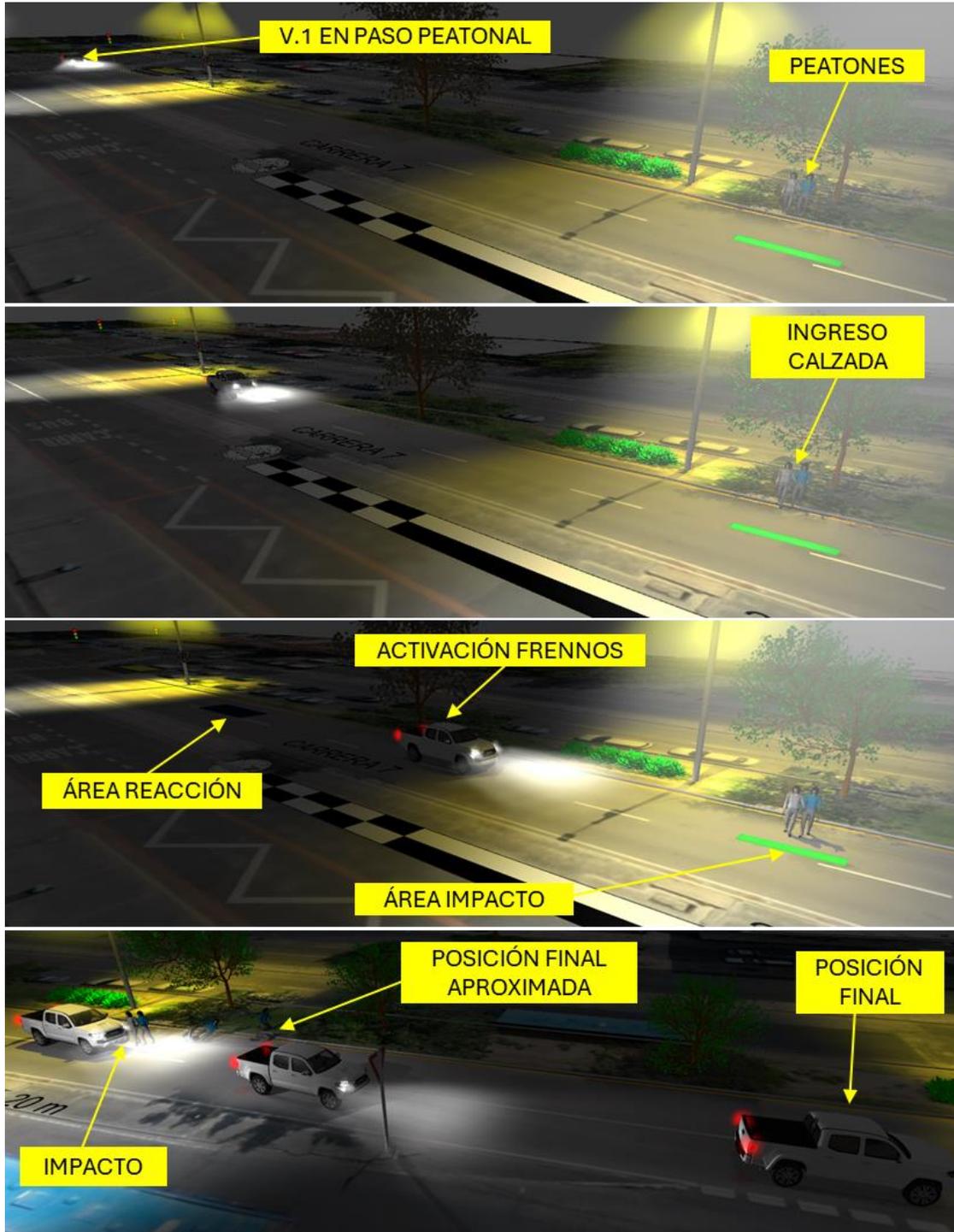


Imagen No.24: compuesta por vista en 3D donde se representa la secuencia probable establecida para el evento basados en el análisis forense de la evidencia registrada y suministrada.

5. ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.

En la generación de todo accidente, se vinculan causas relacionadas con la APTITUD y ACTITUD de los conductores, con el estado de la vía y del vehículo.

Por evitabilidad se entiende el análisis realizado a la secuencia del accidente, en las condiciones específicas del mismo, que permita determinar si los conductores de los vehículos durante su proceso de conducción una vez percibido el riesgo, podían o no realizar maniobras FÍSICAMENTE posibles que le permitieran evitarlo, teniendo en cuenta las normas establecidas, la visibilidad, tiempos de reacción, estado de los vehículos, etc. Cuando un conductor percibe un riesgo, inician una serie de eventos, procesos, que se desarrollan con el único fin de evitar el peligro o hacerlo menos grave, estos procesos dependen de aspectos dinámicos, anímicos, conductuales, siendo los más usados las maniobras evasivas hacia izquierda o derecha, así como el proceso de frenada de emergencia.

Para analizar la EVITABILIDAD del accidente se describe a continuación un proceso normal de maniobra de emergencia, el cual es aproximadamente como sigue: El conductor observa el peligro, a partir de este instante transcurren aproximadamente entre uno (1 s) y uno coma tres (1,3 s) segundos, en aplicar los frenos o realizar alguna maniobra, por ejemplo girar; si se elige por la frenada, al actuar los frenos, las llantas disminuyen su velocidad de giro, y si se pisa fuertemente el pedal se pueden bloquear las llantas, por lo que el vehículo finalmente se desplaza un trayecto frenando con llantas a punto de bloquearse o deslizando antes de detenerse totalmente, en este último caso es posible que quede marcada una huella de frenada, si se elige la maniobra de giro el vehículo se desviará en la trayectoria que el conductor le dé a la dirección, y dependiendo del ángulo el vehículo solamente cambiará de dirección sin derrapar lateralmente.

En los anteriores procesos se involucran dos distancias recorridas por el vehículo, primero la distancia que recorre el vehículo durante el tiempo de reacción del conductor, llamada distancia de reacción **dR**, y segundo la distancia que recorre el vehículo durante la frenada **dF**, la distancia total de parada **dT**, es la suma de las dos, es decir, **dT = dR + dF**; Es importante anotar que cuando se bloquean las llantas se pierde maniobrabilidad en la conducción.

VELOCIDAD	Distancia de Reacción dR	Distancia de Frenado dF	Distancia Total de parada dT
CAMIONETA <i>Entre 69 y 75 km/h</i>	<i>Entre 23,5 y 29 m</i>	<i>Entre 24,5 y 33 m</i>	<i>Entre 48 y 62 m</i>
A 50 km/h	<i>Entre 17 y 19,5 m</i>	<i>Entre 13 y 14,5 m</i>	<i>Entre 30 y 34 m</i>

TABLA No. 7

El hecho que analiza la evitabilidad del accidente radica en determinar en qué lugar se encontraba cada vehículo/participante cuando podía percibir al otro como riesgo, y así realizar las maniobras tendientes a evitar el contacto entre ellos, maniobras como frenar o girar.

Al identificar que la camioneta apercibe la situación de riesgo e inicia una maniobra de frenado previo al contacto, se establece el área probable de reacción a la velocidad de circulación para el día de los hechos, ahora bien si se analiza el proceso de desaceleración circulando en esa misma área pero a 50 km/h, se establece que el accidente es evitable, es decir el conductor del vehículo podría reaccionar en el mismo tiempo y lograr detenerse (frenando con el coeficiente máximo) antes de llegar al área probable de impacto establecida. Si se analiza el proceso desacelerando con el coeficiente medio identificado para el momento de los hechos el impacto podría presentarse (*incluyendo la detención en el área de impacto de las peatones*), aunque a velocidad inferior reduciendo la energía disponible para generar lesiones de severidad.

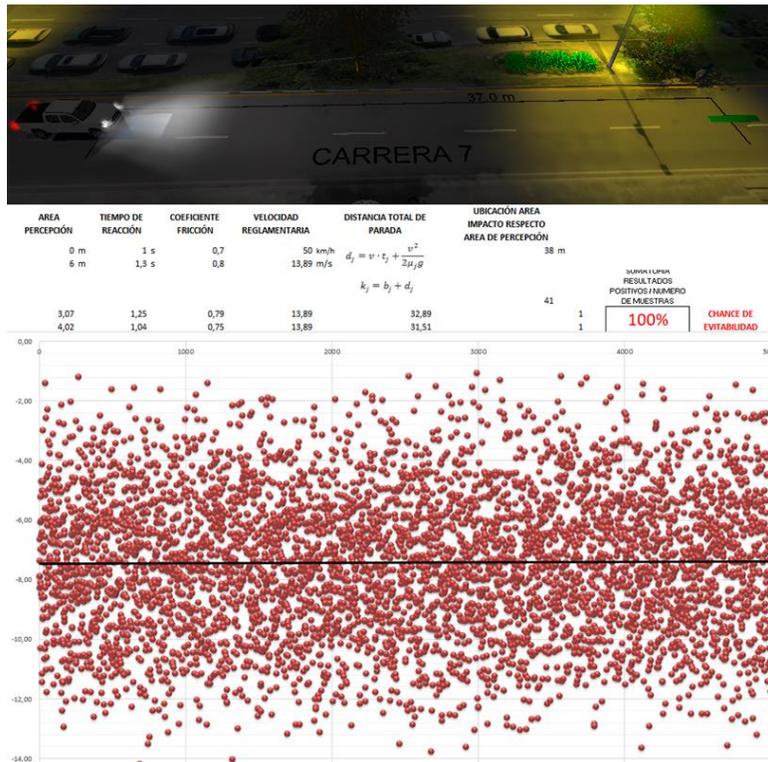


Imagen No.25: estimación del chance de evitabilidad del evento circulando a 50 km/h en el área probable de percepción establecida para el día de los hechos, la dispersión de los resultados y la línea de tendencia hacen referencia a la detención antes del área de impacto establecida.

Se establece paralelamente en el análisis que para los peatones era posible identificar la aproximación del vehículo camioneta, atendiendo a que no se identificaron obstáculos visuales móviles o fijos que impidiesen a las peatones reconocer la presencia y avance del vehículo sobre el carril izquierdo (el cual hacía uso de sus luces frontales).

Analizando el proceso cinemático de las peatones, se calcula que el tiempo requerido para cruzar el carril izquierdo y llegar a una zona segura del carril derecho fuera de la trayectoria de la camioneta está entre 2,8 y 3,2 segundos (usando la ecuación 3.2.4 con distancia a recorrer entre 4,5 y 5m desde el separador central; para cruzar toda la calzada de 7 m se requieren 4,4 s promedio), este tiempo es inferior al tiempo que transcurre desde que la camioneta pasa la intersección con la calle

116, ingresa al paso peatonal y llega el área de impacto, tiempo que está entre 4,3 y 4,4 segundos (entre imagen 17 y 21; estando en el paso peatonal la camioneta es netamente visible e identificable su aproximación).



Imagen No.26: representación de la visual probable de los involucrados instantes previos a la ocurrencia de los hechos, aproximadamente 4,4 y 2,4 segundos antes (imagen No.17 y 18).

6. HALLAZGOS

- a. Los resultados del análisis del evento se soportan en el análisis forense de la evidencia registrada y suministrada a la fecha, en particular con la posición final del vehículo, lesiones/fallecimiento, daños del vehículo y morfología de la vía.
- b. La construcción del bosquejo en planta y en 3D se basa en el reporte de la autoridad de tránsito, complementado con los registros de inspección a la vía; se identifica descripción vertical más no horizontal como indica la tabla de medidas, sin embargo, esta situación particular no afecta el proceso de modelamiento físico del evento.
- c. En el IPAT se plantea como hipótesis de ocurrencia de los hechos la 409 para peatones (“Cruzar sin observar”).
- d. Según los lineamientos de velocidad para la ciudad de Bogotá el tramo de vía de la Carrera 7 tiene asociada una velocidad máxima de 50 km/h; aproximadamente 150 metros antes del lugar de los hechos, en sentido norte a sur previo a la intersección con la calle 116 hay una señal mixta de peatones y velocidad máxima de 30km/h, la cual puede pensarse que regiría como velocidad para ese segmento vial, sin embargo, la señal advierte una situación de riesgo que es la intersección y paso peatonal, el cuál termina al cruzar la intersección y paralelamente el manual de señalización vial 2015 manifiesta que si bien la velocidad rige a partir de la señal, cada vez que haya una incorporación debe reforzarse dentro de los siguientes 300m la señal para validar la velocidad (la intersección con la calle 116 permite incorporaciones) (en la calzada que conduce hacia el norte si se observa el refuerzo de la señal de 30 km/h al pasar la intersección con la calle 116 hacia el norte).
- e. El área de impacto/atropello posee un rango debido a la ausencia de registro de rastros o vestigios asociados al contacto, ausencia de otros elementos tales como huellas, arrastres, elementos que permitan reducir la incertidumbre asociada. Este margen de incertidumbre se traslada a los resultados del análisis, sin embargo, esta incertidumbre no indica desconocimiento o error, sino el resultado que mejor se ajusta desde la perspectiva forense.
- f. Tomando como dato de desaceleración la estimada en el modelamiento 3.2.3 y usando la cinemática asociada al proceso de frenado, es posible estimar que la velocidad de la camioneta al

momento del impacto con los peatones estaría en el valor promedio de 60 km/h (*mediante análisis de video el contacto ocurre aproximadamente 0,7-0,8 segundos después de activar los frenos*).

g. No se registra ni reportan evidencia o datos que indiquen maniobras súbitas de cambios de dirección, aceleraciones elevadas o maniobras intempestivas realizadas por el vehículo No.1 previo al atropello.

h. El video suministrado para análisis permite reconocer que aproximadamente 4 segundos antes del atropello al menos una de las peatones ya se encontraba sobre el extremo occidental del separador central, dese donde era posible identificar la presencia y aproximación de la camioneta.

i. En el tramo circundante o inmediato a donde ocurren los hechos no se identifica ni registra señalización o demarcación de paso peatonal. El paso peatonal demarcado y semaforizado se encuentra sobre la intersección con la calle 116, aproximadamente 75 metros antes del lugar dónde ocurre el atropello.

j. Se establece que era posible para las peatones identificar la aproximación de la camioneta sobre el carril izquierdo de la calzada, e inclusive era viable reconocer que detrás de la camioneta no venían más vehículos, para decidir o no realizar el cruce de la calzada en un tramo no reglamentado. No se cuenta con evidencia que permita establecer el motivo por el cual no la identifican como riesgo para ingresar a la calzada (*desatención, inadecuada valoración de la razón de aproximación, intoxicación, maniobra de riesgo inducido, entre otras*)

k. Mediante análisis cuantificado de evitabilidad se identifica que circulando la camioneta a la velocidad reglamentada y reaccionando de emergencia ante el ingreso de las peatones a la vía en la misma zona dónde se estimó el día de los hechos, el contacto con los cuerpos era evitable.

l. Ante la ausencia de un dato técnico sobre la posición final del cuerpo de la hoy occisa, por la zona del vehículo donde ocurre el atropello y la influencia de un segundo peatón, no se analiza la velocidad del vehículo mediante modelamiento de atropello.

m. Es posible que la lesión en la cabeza de la hoy occisa se haya presentado con el espejo retrovisor en el movimiento pos-impacto o por impacto contra la superficie o sardinel del separador al caer a la vía.

n. En la documentación suministrada se recibe un documento denominado Dictamen Pericial de Reconstrucción de Accidente de Tránsito sobre el cuál se identifica lo siguiente:

- El uso inadecuado de la medida de 100 m diagramada en el bosquejo del IPAT que no representa la distancia hasta el lugar de impacto sino hasta la posición final de la camioneta, por ende en el primer método de estimación de velocidad de la camioneta (2.5.1) sobre estima la distancia y por ende el valor de velocidad obtenido, siendo este erróneo y no compatible con la realidad del evento ni con los datos de la escena.
- De manera ligera y sin un soporte en evidencia o datos de al escena, ni atendiendo a la incertidumbre forense de este tipo de análisis, establece que la camioneta desacelera a lo largo de 35,5m con el coeficiente máximo de desaceleración, sin tener un referente técnico ni incluir la incertidumbre (por ejemplo no hay una lectura de EDR para validar sin duda que esa fue la desaceleración presentada la noche de los hechos); paralelamente no hay en el contenido del dictamen un análisis ni unas gráficas de contexto en las que se identifique o estime el lugar de atropello sobre la vía (*a cuántos metros de la intersección o del poste de referencia*) para así saber la distancia probable de desaceleración efectiva (*para el cálculo 2.5.2 y figura 20 vuelve a tomar la medida de 100m como referencia de lugar de impacto, la cual no representa el lugar de cruce del peatón, este error recurrente sobre estima los valores de velocidad obtenidos versus la realidad del evento*).
- No se incluye la pendiente de la vía en el análisis de desaceleración.
- En ningún segmento involucra o tiene en cuenta la posible influencia de la segunda peatón dentro del desarrollo del evento, ni el actuar o influencia de la maniobra realizada por las peatones.

o. En la medida que sea suministrada información objetiva tal como registro fotográfico judicial a color o digital de la escena, experticia técnica del vehículo, historia clínica, necropsia, toxicología e informes de POJUD en aras de corroborar datos, se podrá reducir la incertidumbre y ampliar los resultados del presente análisis.

p. Las versiones sobre el evento hacen parte del proceso de contextualización del evento, pero no se constituyen como elementos objetivos de juicio para la realización de cálculos ni para establecer la dinámica del evento.

7. CONCLUSIONES:

1. Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento con la información suministrada a la fecha se plantea la secuencia PROBABLE² para el siniestro, en donde un instante antes del contacto el vehículo No.1 CAMIONETA se desplazaba sobre el carril izquierdo de la calzada central de la carrera 7 en sentido norte a sur y aproximadamente a 70 m promedio hacia el sur del paso peatonal de la intersección inicia un proceso de frenado a una velocidad comprendida entre sesenta y nueve (69 km/h) y setenta y cinco (75 km/h) kilómetros por hora, proceso durante el cual va reduciendo su velocidad y entra en contacto con las PEATONES que se encontraban realizando el cruce de la calzada hacia el occidente (*de izquierda a derecha respecto al sentido de avance del vehículo*).

A raíz del impacto se generan los daños en la estructura del vehículo y las lesiones primarias en el cuerpo de las peatones (*siendo las de mayor intensidad las presentadas por la hoy occisa*), las cuales por el impulso transferido se proyectan en diagonal hacia el suroriente de la calzada, cayendo a la superficie y deslizando hasta alcanzar la posición de reposo previo traslado asistencial (*se identifica que la peatón No.2 lesionada se levanta y presta asistencia a la peatón No.1 hoy occisa; no se tiene registro técnico puntual de la posición pos atropello de los cuerpos*); simultáneamente la camioneta realiza un proceso de desaceleración controlado con desplazamiento hacia el carril derecho de la misma calzada en donde detiene totalmente su marcha alcanzando así la posición final registrada.

2. La velocidad de circulación del vehículo No.1 Camioneta previo al proceso de frenado 72 ± 3 km/h ($72 \text{ km/h} \pm 4\%$ margen de error), se identifica como superior al límite para el tramo de vía según normatividad vigente.

² Probable hace alusión a un resultado enmarcado dentro de un margen lógico, basado en un análisis objetivo de evidencias y con sustento técnico-científico que soporta el resultado obtenido.

3. Para los peatones era posible identificar y reconocer la aproximación del vehículo No.1 Camioneta sobre el carril izquierdo de la calzada central de la Cra.7 hacia el sur.
4. Respecto del factor vehículo no se identifican ni reportan elementos que se establezcan como asociados a la circunstancia generadora del accidente.
5. Respecto del factor vía no se identifican ni reportan elementos que se establezcan como asociados a la circunstancia generadora del accidente.
6. En el tramo circundante o inmediato a donde ocurren los hechos no se identifica ni registra señalización o demarcación de paso peatonal. El paso peatonal demarcado y semaforizado se encuentra sobre la intersección con la calle 116, aproximadamente 75 metros antes del lugar dónde ocurre el atropello.
7. Basados en el análisis de la información objetiva suministrada a la fecha se identifica que las circunstancias³ asociadas a la ocurrencia del accidente de tránsito obedecen al factor humano, al presentarse en conjunto el ingreso por parte de las peatones a la calzada sin extremar precaución o sin reconocer la aproximación del vehículo Camioneta (*Hallazgo h, j*), y la circulación a velocidad superior a la reglamentada para el tramo vial por parte del Vehículo No.1 (*Hallazgo k*).

Nota 3: Para la introducción de este informe pericial en un proceso penal y/o civil como elemento material probatorio y su sustentación en audiencia por parte de los peritos firmantes, es necesaria la comunicación a la dirección forense de IRS VIAL S.A.S para su autorización.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

³ CAUSA desde la óptica de la SEGURIDAD VIAL, es decir, se determinan los factores que de alguna forma originan riesgos viales, relacionados con el factor humano, la vía y los vehículos, no corresponden a juicios de valor o responsabilidad.

1. "Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis, Rudolf Limpert, Fifth Edition, 1999, Lexis Publishing
2. "Vehicular response to emergency braking", Walter S. Reed. University of Texas at Austin. A. Taner Keskin. ALFA Engineering, Inc. SAE 879501.
3. "Drivers response in emergency situations a quick reference". Jeffrey W. M, 2019.CSS llc.
4. Dr. Rick Wakefield "*human factors and the anatomical blind spot*" WREX 2016.
5. "Pedestrian/cyclist Traffic Crash Reconstruction", Mike R and Tony B., first edition, IPTM.
6. Diego M López, Técnica de distancia de lanzamiento empleada en la reconstrucción de colisiones vehículo – Peatón, Revista INML y CF, Vol. 18 No.1, 2004, 21 – 27.
7. Rico Alejandro, Prueger Eduardo; "Generalidades técnicas en el análisis de evitabilidad en accidentes de tránsito", Revista Inv. Criminal Intercenter-U.Gran Colombia. No2 2021ISSN2027-1956
8. Cuantificación de la probabilidad o chance de evitabilidad en un accidente de tránsito cuando se supera la velocidad límite en un tramo vial, Alejandro Rico León, Diego López Morales, Revista Escuela Colombiana de Ingeniería, No.102, 2016, 37-41.



Alejandro Rico León

Físico Forense [DELTA-IRAT]



Diego M López Morales

Físico Forense – Director IRS VIAL SAS

Nota 4: Cada uno de los peritos forenses que firman el presente informe, autoriza expresamente al otro individualmente a comparecer ante los estrados judiciales para sustentar en audiencia de juicio oral el contenido de este.

Ms Diego Manuel López Morales

- Físico y Magíster en ciencias Físico Matemáticas Peoples' Friendship University of *Russia*, Moscú - *Rusia*.
- Físico Forense Investigador y Reconstructor de accidentes de tránsito.
- Físico Forense Instituto de Medicina Legal, 1994 - 2005.
- Centro Internacional Forense FCI, socio fundador y director Forense FCI. 2005 – 2007.
- Director Forense IRS VIAL SAS. 2007 – 2022.
- Reconstructor de más de 3800 accidentes de tránsito.
- Perito experto en las cortes de Colombia.
- Docente Universitario de accidentología y seguridad vial.
- Presentador y asistente en *World Reconstruction Exposition* 2016 (2ªEd) – 2023 (3ªEd).
- Certificado como **PERITO FORENSE AVANZADO** en hechos de Tránsito, Organización Internacional de Accidentología Vial **OIAV**, Certificado **DEKRA** ISO/IEC 17024 -2012. PFT 0010
- Miembro **NAPARS** (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialists) **USA**.
- Miembro APIAT (Asociación de Peritos en Investigación de Accidentes de Tránsito) - perito Nivel 3.
- Experto Asesor Forense en la Certificación en Reconstrucción Analítica de Accidentes de Tránsito (RAAT) por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Alejandro Rico León

- Reconstructor de accidentes acreditado por **ACTAR-USA** con el número **3352**.
- Físico Universidad de los Andes.
- Especialista en Investigación Criminal DINA-E-PONAL
- Especialista en Reconstrucción de Accidentes de Tráfico Universitat de Valencia.
- Master en Ciencias Forenses Universitat de Valencia.
- Perito, investigador-Reconstructor Gabinete de Física Forense del Grupo de Criminalística de la Policía de Tránsito de Bogotá 2009 - 2014.
- **PERITO FORENSE AVANZADO** certificado en hechos de tránsito OIAV-DEKRA.

- Investigador y reconstructor de aproximadamente 1200 accidentes de tránsito.
- Autor de artículos científicos y divulgativos sobre reconstrucción de accidentes.
- Docente Universitario en temas de investigación y reconstrucción de AT.
- Presentador y asistente en seminarios específicos y poster técnico en *World Reconstruction Exposition* 2016 (2ªEd) y 2023 (3ªEd).
- Experto Asesor Forense y responsable técnico de prueba en la Certificación en Reconstrucción Analítica de Accidentes de Tránsito (RAAT) por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Miembro **EVU – Europe** (European association for accident research and analysis).
- Miembro **NAPARS** (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialist).