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



VEHÍCULO No. 1: AUTOMÓVIL, RENAULT LOGAN EXPRESSION, modelo 2016, color gris, placa INN 086.

VEHÍCULO No. 2: VOLQUETA, KENWORTH T800, modelo 2015, color azul, placa TTV 844.

INFORME No. 231134204

Bogotá D.C., noviembre 30 de 2023

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:	12
2.4	MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:	22
2.5	VÍCTIMAS:	30
2.6	VERSIONES:	31
3.	ANÁLISIS FORENSE	34
3.1	POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.....	34
3.2	DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS.....	36
4.	SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.....	44
5.	ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DESENCADENARON EL ACCIDENTE - ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.....	49
6.	HALLAZGOS:	52
7.	CONCLUSIONES:.....	54
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

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 causas del 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.

CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE

➤ Instrumentos, equipos y programas de software empleados:

1. Procedimiento de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito – Manual de calidad IRS VIAL SAS norma ISO 9001-2015.
2. Equipos de Cómputo Lenovo Procesador Intel(R) Core (TM) i5-4460T CPU @ 1.90GHz.
3. Software Trimble Forensic Reveal – Licenses Manager - IRS VIAL SAS.
4. Herramienta *IRS® Calculator*, hoja de cálculo en Excel.

➤ 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) Tres (3) fotografías del lugar de los hechos.
- b) Siete (7) fotografías del estado final de los vehículos.
- c) Siete (7) fotografías del día de los hechos.
- d) Informe policial de accidente de tránsito IPAT.

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 con el reporte del accidente de tránsito, el hecho ocurrió el sábado 19 de septiembre de 2020 a las 10:15 horas, en el tramo de vía La Fortuna – Bucaramanga km 15+600 m, sector La Playa, municipio de Betulia (Santander).



Imagen No 1: En esta imagen satelital se aprecia la ubicación geográfica del lugar donde ocurrió el accidente. **7.1123784,-73.4309632**

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO No. C- 001096292

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: **Betulia**

2. GRAVEDAD: CON MUERTOS CON HERIDOS SOLO DAÑOS

3. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **La Fortuna-Bucaramanga Km 15600**
CÓDIGO DE RUTA: **VIA Y KILOMETRO O SITIO, DIRECCIÓN Y CIUDAD**

3.1 LOCALIDAD O COMUNA: **La Playa**

4. FECHA Y HORA: **19/09/2020 10:15**
FECHA Y HORA DE OCURRENCIA: **19/09/2020 10:35**
FECHA Y HORA DE LEVANTAMIENTO:

5. CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE CAIDA OCUPANTE ATROPELLADO INCENDIO VOLCAMIENTO OTRO

5.1. CHOQUE CON: VEHICULO TREN SEMOVIENTE OBJETO FIJO

5.2. OBJETO FIJO: BUHO POSTE ÁRROL BARANDA SENAFORO REMOLQUE IERDIANTE VALLA, SEÑAL TARRIA CASITA VEHICULO ESTACIONADO OTRO

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

6.1. ÁREA: RESIDENCIAL ESCOLAR DEPORTIVA INDUSTRIAL TURISTICA PARRAJO RECREACION PONTON LOTE O PREDIO CICLO RUTA ROLATORIAL TIENDA MISCELÁ

6.2. SECTOR: COMERCIAL MILITAR HOSPITALARIA

6.3. ZONA: DEPORTIVA PARRAJO RECREACION PONTON LOTE O PREDIO CICLO RUTA ROLATORIAL TIENDA MISCELÁ

6.4. DISEÑO: PASO A NIVEL PASO ELEVADO FIANTE PASO INTERSECT TRAMO DE VIA

6.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA: GRANIZO VIENTO LLUVA NEBLA MISCELÁ

7. CARACTERÍSTICAS DE LAS VIAS

7.1. GEOMÉTRICAS: RECTA CURVA PLANO PENDIENTE BARRERA DE BOTA CON ANCHO CON BARRERA UN SENTIDO DOBLE SENTIDO DIVISIBLE CONTRAFUJO CICLÓVIA

7.2. CALZADAS: UNA DOS TRES O MÁS VARIABLE

7.3. CARAVILES: UN DOS TRES O MÁS VARIABLE

7.4. SUPERFICIE DE RODAMIENTOS: ASFALTO ASFALTO AFRIADO OTRO

7.5. ILUMINACIÓN ANTERIOR: A. CONV B. MALA C. SIN

7.6. CONTROL DE TRÁNSITO: A. AGENTE DE TRÁNSITO B. SENAFORO C. SEÑALES VERTICALES PANE ACBITE HERIDOS LODO ALICANTARILLA DESTAPADA

7.7. COMERCIONES: F.A. ESTADO DISEÑO CON INECCOS IMPURIDADES EN REPARACIÓN HUNDIMIENTO RUIDOSA PARCIDA RIGIDA FISURADA

7.8. SEÑALES HORIZONTALES: ZONA PEORRAL LINEA DE PASE LINEA CENTRAL AMARILLA CONTRINIA SEGMENTADA LINEA DE BORDE BLANCA LINEA DE BORDE AMARILLA LINEA ANTELOQUEZ PLECHAS LEYENDAS SEÑALES OTRO

7.9. SEÑALES VERTICALES: PANE CARRERA DEL PASE NO ORE SENTIDO VIAL NO ADELANTAR VELOCIDAD MÁXIMA OTRO

7.10. DELIMITADOR DE PISO: TACNA ESTROPERILES TECHOS BORTAS BARRERAS PLÁSTICAS HEDAS TUBULARES GOROS OTRO

7.11. VISIBILIDAD: A. NORMAL B. DIMINUIDA POR CARRERA COBERTURACIÓN VALLAS ARBOL/VEGETACIÓN VEHICULO ESTACIONADO SINCANALAMIENTO POSTE OTROS

8. CONDUCTORES, VEHICULOS Y PROPIETARIOS

8.1. CONDUCTOR: **ELY Johanny Chacon Navas** CC: **80.031043** Colombiano **28/04/81** SEXO: M F HERIDO: SI NO

DIRECCIÓN DE CONDUCTA: **Urbanización Silvatica Sabana**

CALLE: **Carre 72 Sur 433-59 Apto 1801** (Ant) TELÉFONO: **317344528**

PORTA LICENCIA: **80031043** B1 **19/02/24** CÓDIGO DE TRÁNSITO: **53080000**

HOSPITAL, CLÍNICA O SITIO DE ATENCIÓN: **Clínica los Comoneros**

DESCRIPCIÓN DE LESIONES: **Poli traumatismo severo con fractura multiples de miembros superiores inferiores expuestas, choque ipoglemico, trauma cerrado de torax**

8.2. VEHICULO: **INN086** PLACA: **LO947 GMS** MARCA: **Renault** MODELO: **2016 SEAN** TCM: **5** LICENCIA DE TRANS: **10015295219**

EMPRESA: **Seguros Campo Alegre Lebita**

BIT: **Sabana** A DISPOSICIÓN DE: **Fiscalia Bucaramanga**

PREV REG. MDE: **47099123** CANTIDAD ACOMPAÑANTES O PASAJEROS EN EL MOMENTO DEL ACCIDENTE: **2**

PORTA SOAT: **23192572** 25151126 **Seguros Generales Suamericana** 18/08/21

8.3. PROPIETARIO: **MSMO CONDUCTOR**

8.4. CLASE VEHICULO: AUTOMÓVIL BICICLA CAMIÓN CAMIONETA CAMPERO MICROBUS TRACTOCARRO VOLICUETA MOTOCICLETA

8.5. CLASE SERVICIO: M. AGRICOLA M. INDUSTRIAL MOTOCARRO MOTOCICLO TRACCIÓN ANIMAL MOTOCICLO CONTRACTO REMOLQUE SEMI-REMOLQUE OFICIAL PÚBLICO PARTICULAR DIPLOMÁTICO B.S. MOBILIDAD DE TRANS. METO GANSA EXTRA DIMENSIONADA EXTRA PASAJERA MERCADERIA PELIGROSA CLASE DE MERCADERIA

8.6. DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO: **Deformación hundimiento de la parte frontal, englobamiento del capo, desprendimiento de la manta de la terna izquierda**

8.7. LUGAR DE IMPACTO: FRONTAL LATERAL POSTERIOR

- ORIGINAL: AUTORIDAD COMPETENTE -

Imagen No. 2: En esta imagen se muestra la página No. 1 del informe policial de accidente de tránsito IPAT.

C-001096292

II. CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS EL CONDUCTOR: Jose Vicente Acebo Baez CC: 91344583 Colombiano 04/05/74 VEHÍCULO (V): Transversal 6921-43 Mercedes Placa: TRV844 Motor: Mercedes Placa: TRV844	
EL PROPIETARIO: Chacón Montoya Juan Esteban CC: 1020321622 Colombiano 12/09/50 Dirección: Calle 24 Sur 433-59 Apt 101 Barrio San Sebastián Suburbio	
III. DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO PLACA: TRV844 MARCA: Mercedes MODELO: Mercedes AÑO: 2015 COLOR: Plata MOTOR: Mercedes PLACA: TRV844	
IV. DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE: Desplazamiento de la defensa de la tartera parte izquierda, Monto de la tartera izquierda Sin sus; desplazamiento hacia atrás de la tartera de la tartera izquierda	
V. VÍCTIMAS PASAJEROS, ACCOMPANANTES O PASAJEROS NOMBRE: Chacón Montoya Juan Esteban CC: 1020321622 Colombiano 12/09/50 Dirección: Calle 24 Sur 433-59 Apt 101 Barrio San Sebastián Suburbio	
VI. TOTAL VÍCTIMAS PEATÓN: <input type="checkbox"/> ACCOMPANANTE: <input type="checkbox"/> PASAJEROS: <input type="checkbox"/> CONDUCTOR: <input checked="" type="checkbox"/> TOTAL VEHÍCULO: <input checked="" type="checkbox"/> SUICIDAS: <input type="checkbox"/>	
VII. HECHOS DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO VEH 1: 1018 / 3018 DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE: 157 Invasión de carril Veh 1, 308. En el sitio del accidente no hay Señalización, ni marca. Sin embargo, al pasar por el accidente como señal 5211 y flechas horizontales sobre el carril de la calzada izquierda.	
VIII. TESTIGOS NOMBRE: Sr. Caballero Sepúlveda Carlos CC: 88310013 04/21/83 Dirección: Carretera 592021004/822 Fiscalía Sección Panamericana	

- ORIGINAL - AUTORIDAD COMPETENTE -

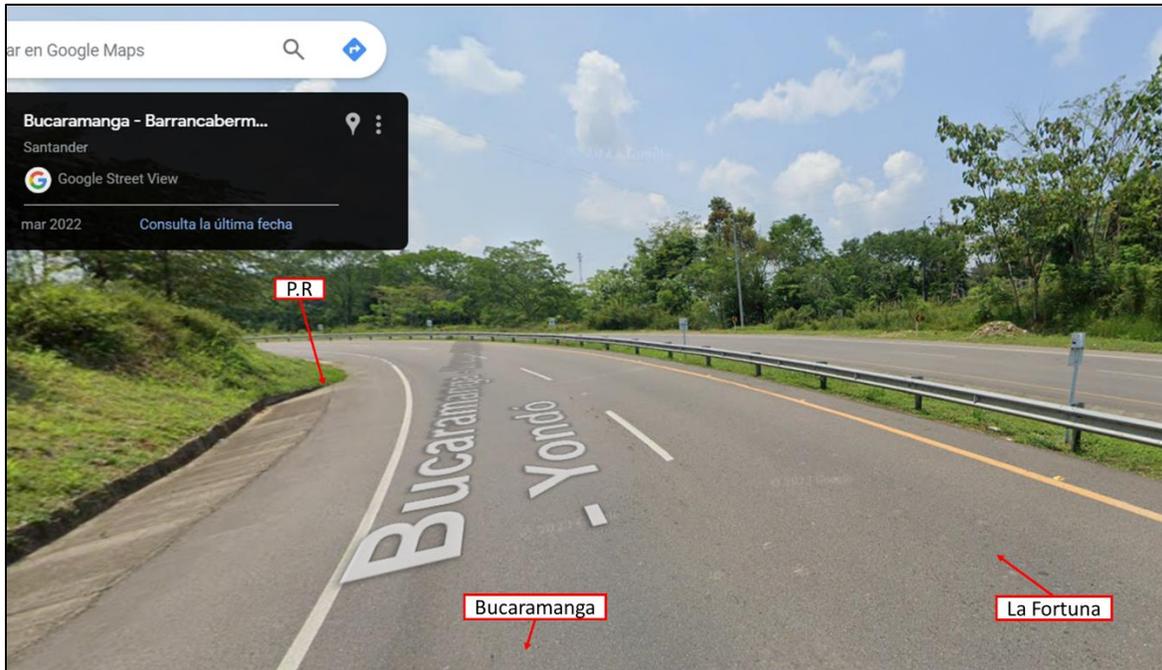
Imagen No. 3: En esta imagen se muestra la página No. 2 del informe policial de accidente de tránsito IPAT.

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.



Fotografías No. 1 y 2 Plano General: En estas fotografías tomadas en sentido La Fortuna – Bucaramanga se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente, la cual presenta demarcación de línea blanca segmentada separadora de carriles, líneas blanca y amarilla de borde, y señales verticales de delineadores de curva. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 1 Automóvil.



Fotografía No. 3 Plano General: En esta fotografía tomada en sentido Bucaramanga – La Fortuna se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente; nótese el punto de referencia (P.R) correspondiente al inicio de sardinel utilizado por la autoridad de tránsito para la elaboración del croquis. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 2 Volqueta.

Nota 1: Las anteriores fotografías fueron extraídas de GOOGLE MAPS STREET VIEW captadas en marzo de 2022; la inspección a la vía por parte del equipo investigativo de IRS VIAL, se realizó el día 18 de noviembre de 2023.

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

Tramo de vía Chigorodó – Dabeiba km 10+900 m, sector El Tigre municipio de Chigorodó (Antioquia).	
CARACTERÍSTICAS	
ÁREA / DISEÑO	<i>Rural Nacional / Tramo de vía</i>
GEOMÉTRICAS	<i>Curva (R= 64 – 66 m), Pendiente 4°, Peralte 1°</i>
UTILIZACIÓN	<i>Doble Sentido</i>
CALZADAS	<i>Una</i>
CARRILES	<i>Dos</i>
MATERIAL	<i>Asfalto</i>
ESTADO	<i>Bueno</i>
CONDICIONES Y TIEMPO	<i>Seca y Normal</i>
ILUMINACIÓN	<i>Natural</i>
CONTROLES Y SEÑALES	<i>Presenta demarcación de línea blanca segmentada separadora de carriles, líneas blanca y amarilla de borde, y señales verticales de delineadores de curva.</i>

TABLA No. 1

2.3 VEHÍCULOS:

Las características técnico-mecánicas de los vehículos, son consideradas en el presente análisis. Sin embargo, el aspecto más importante a observar radica en la ubicación de los daños sobre su estructura; variables que permitirán identificar la severidad del impacto y la posición relativa al momento del impacto.

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

- **VEHÍCULO No. 1: AUTOMÓVIL, RENAULT LOGAN EXPRESSION**, modelo 2016, color gris, placa **INN 086**.



Imagen No. 6: En esta imagen se aprecian las características generales de un vehículo similar al automóvil involucrado en el accidente.

CONDUCTOR	ELVY JOHANNY CHACON NAVAS
IDENTIFICACIÓN	C.C. 80.031.043
EDAD	39 años
LICENCIA / RESTRICCIONES	B1 Activa / Conducir con lentes

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	PARTICULAR
OCUPANTES	2
DIMENSIONES	Largo: 4,36 m Ancho: 1,74 m Alto: 1,53 Distancia Ejes: 2,64 m https://www.renault.com.co/vehiculos/logan/especificaciones.html
PESO TOTAL	1.200 – 1.400 kg

TABLA No. 2

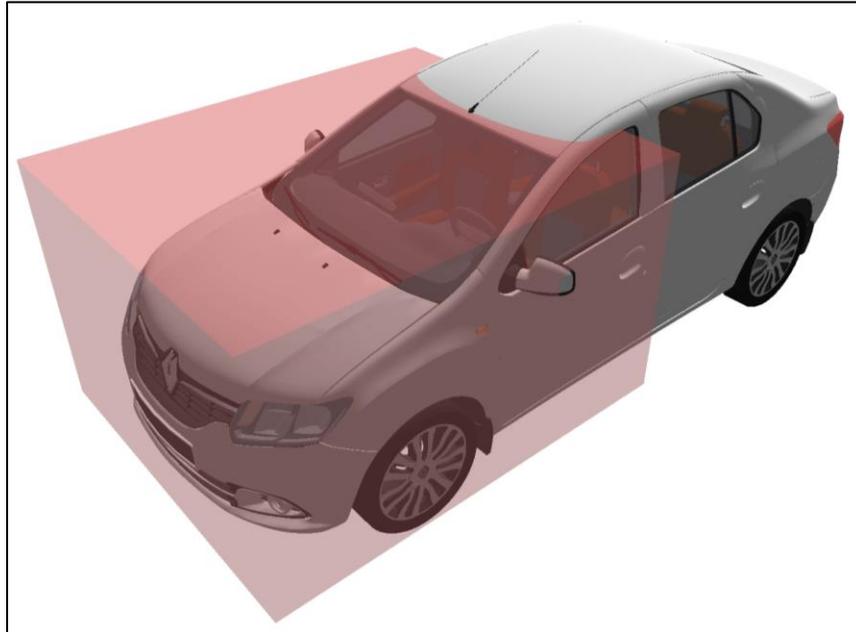


Imagen No. 7: En esta imagen se aprecia en el recuadro de color rojo la ubicación de los daños y/o evidencias en el automóvil.

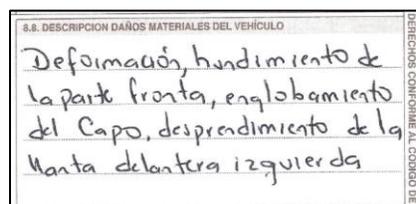
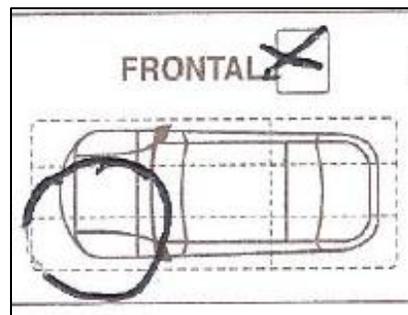


Imagen No. 8: En esta imagen se aprecia el diagrama de la autoridad, donde hacen referencia al lugar de impacto en el automóvil (señalando la zona frontal), y la descripción de daños materiales presentados por el mismo registradas en el IPAT: “Deformación hundimiento de la parte frontal, englobamiento del capó, desprendimiento de la llanta delantera izquierda”.



Fotografías No. 4 y 5: En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona frontal del automóvil.



Fotografías No. 6 y 7: En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona posterior del automóvil.



Fotografías No. 8 y 9: En estas fotografías se aprecia respectivamente los daños presentados por el automóvil en su zona frontal, y el estado final de la zona interior del vehículo.

- **VEHÍCULO No. 2: VOLQUETA, KENWORTH T800, modelo 2015, color azul, placa TTV 844.**



Imagen No. 9: En esta imagen se aprecian las características generales de un vehículo similar a la volqueta involucrada en el accidente.

CONDUCTOR	JESÚS MARÍA BALLESTEROS MÉNDEZ
IDENTIFICACIÓN	C.C. 71.939.074
EDAD	54 años
LICENCIA / RESTRICCIONES	C2 B2 Activas / Sin Restricciones

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 2
SERVICIO	PÚBLICO
OCUPANTES / CARGA	-
DIMENSIONES	Largo: 7,34 m Ancho: 2,44 m Alto: 2,79 m Distancia Ejes: 4,88 m https://kenworthcolombia.com/fichas/kw/ficha-volqueta-T800.pdf
PESO TOTAL	13.000 – 25.000 kg

TABLA No. 3

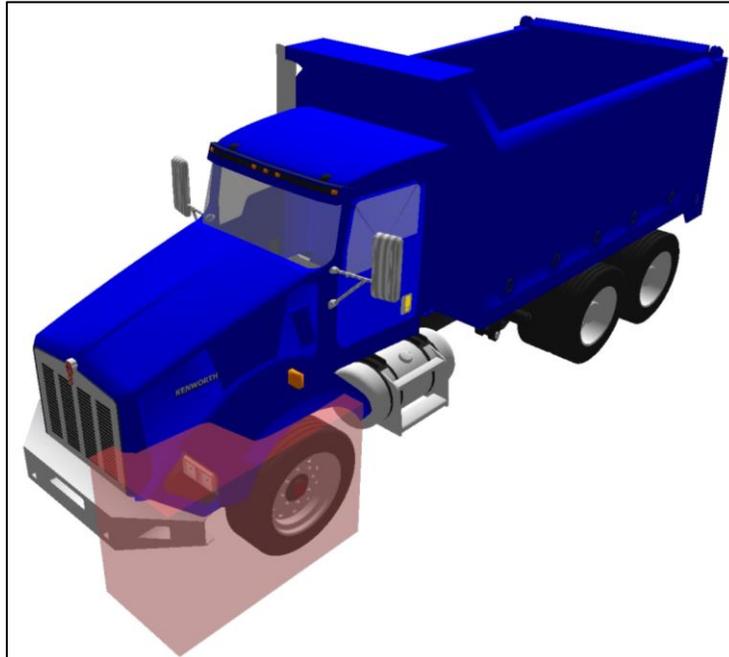
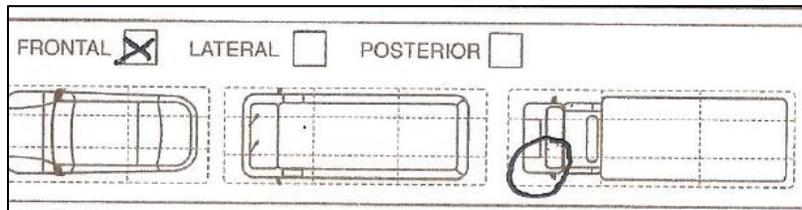


Imagen No. 10: En esta imagen se aprecia en el recuadro de color rojo la ubicación de los daños y/o evidencias en la volqueta.



8.8. DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO		AUTOR, VICTIMA O TESTIGO
doblamiento de la defensa de		
lantera parte izquierda;		
llanta delantera izquierda		
Sin aire; desplazamiento hacia		
atrás de la llanta delantera izquierda		

Imagen No. 11: En esta imagen se aprecia el diagrama de la autoridad, donde hacen referencia al lugar de impacto en la volqueta (señalando la zona frontal tercio izquierdo), y la descripción de daños materiales presentados por el mismo, registrados en el IPAT: *“Doblamiento de la defensa delantera parte izquierda, llanta delantera izquierda sin aire, desplazamiento hacia atrás de la llanta delantera izquierda.”*



Fotografía No. 10: En esta fotografía se aprecia el estado final de la volqueta, la cual presenta los daños en la zona frontal tercio izquierdo, afectando bómper, y rueda.

2.4 MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:

En el formato de levantamiento de accidentes realizado por la autoridad se aprecian las siguientes evidencias:

- Características y geometría de la vía.
- Posición final de los vehículos.
- Huellas de frenado (9,5 m, 15,2 m).
- Cuerpo sin vida.
- Fragmentos.
- Huella de arrastre hendidura 1,5 m.
- Trayectorias vehiculares.
- Medidas (cotas).
- Puntos de referencia.
- Calzada No. 1 “Inhabilitada en el momento del accidente”

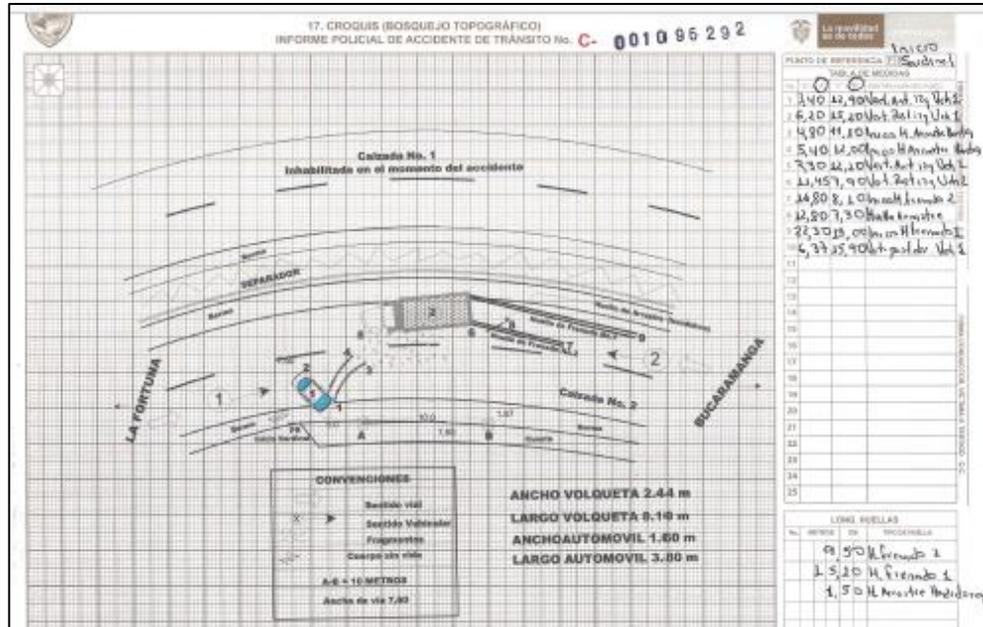


Imagen No. 12: En esta imagen se muestra el croquis (Bosquejo topográfico) del accidente realizado por la autoridad de tránsito.

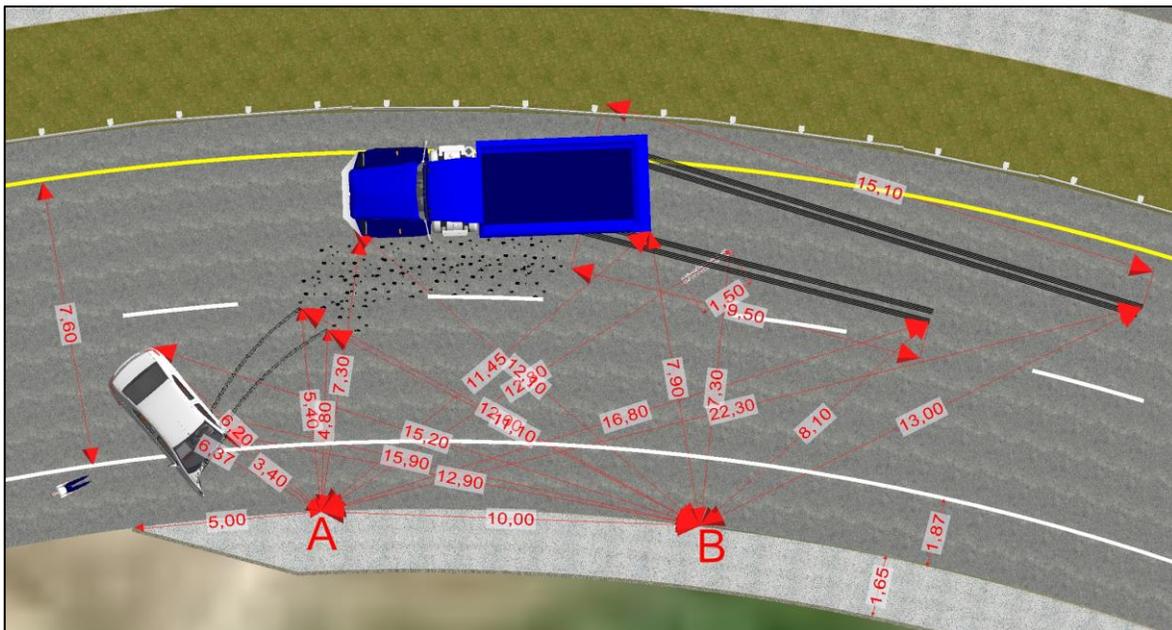
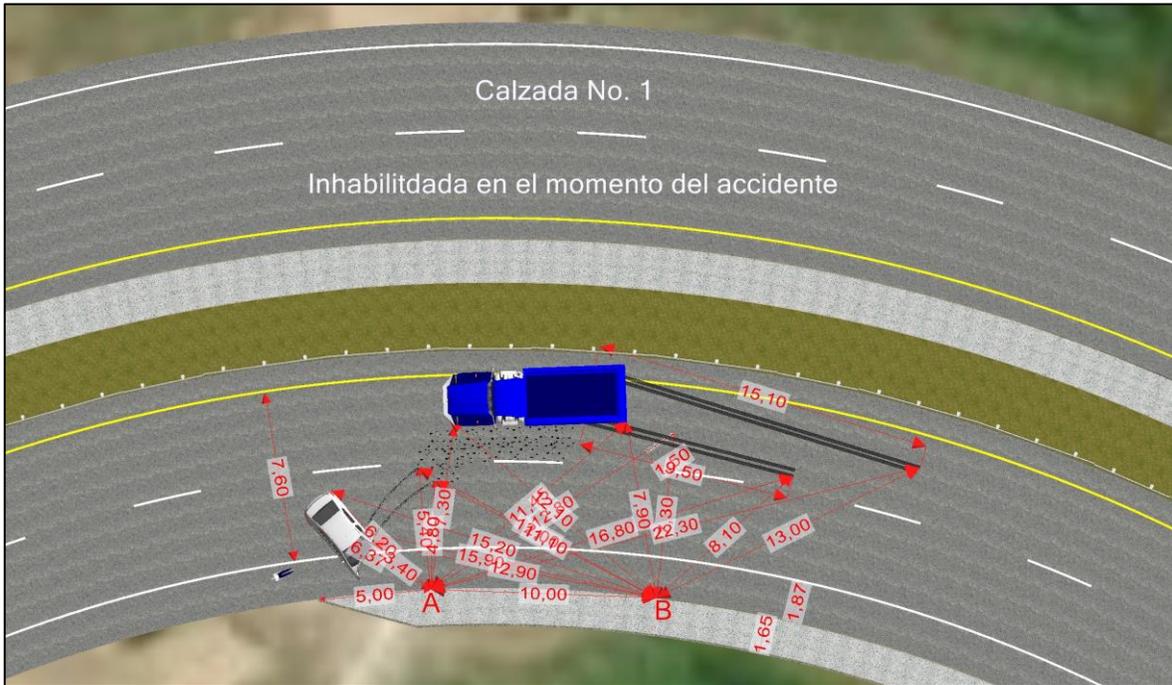


Imagen No. 13: En estas imágenes vistas en planta se observan las evidencias diagramadas en el croquis del IPAT; nótese la posición final de los vehículos, las evidencias en la vía, y las medidas (cotas) tomadas por la autoridad.

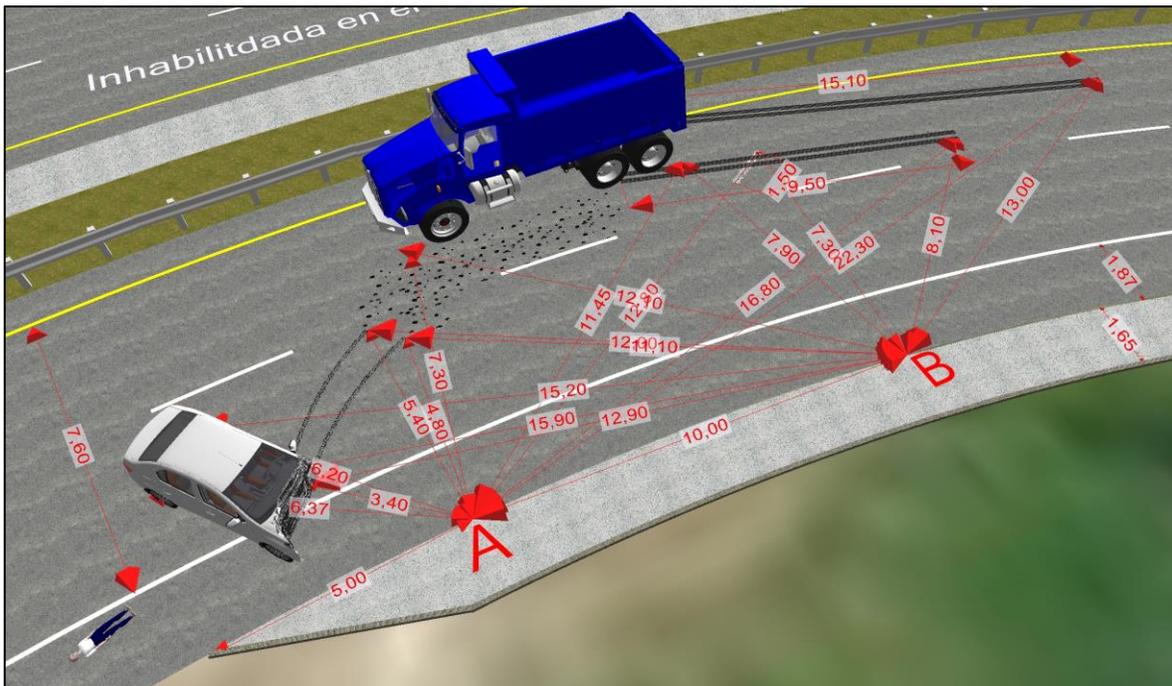
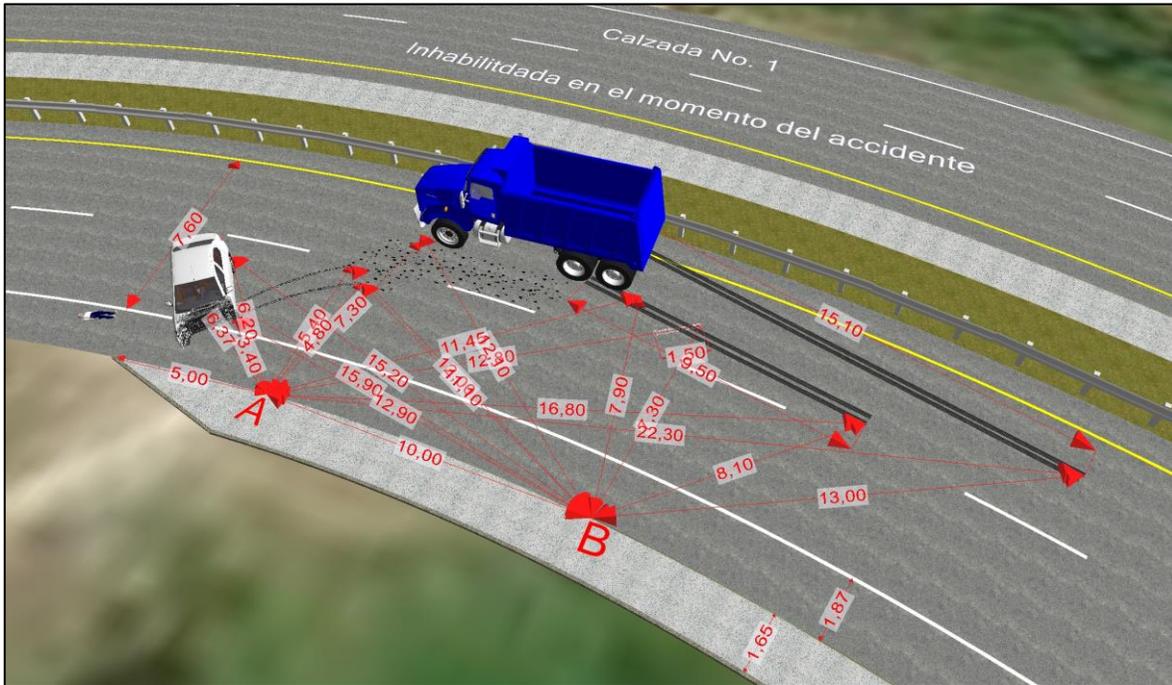


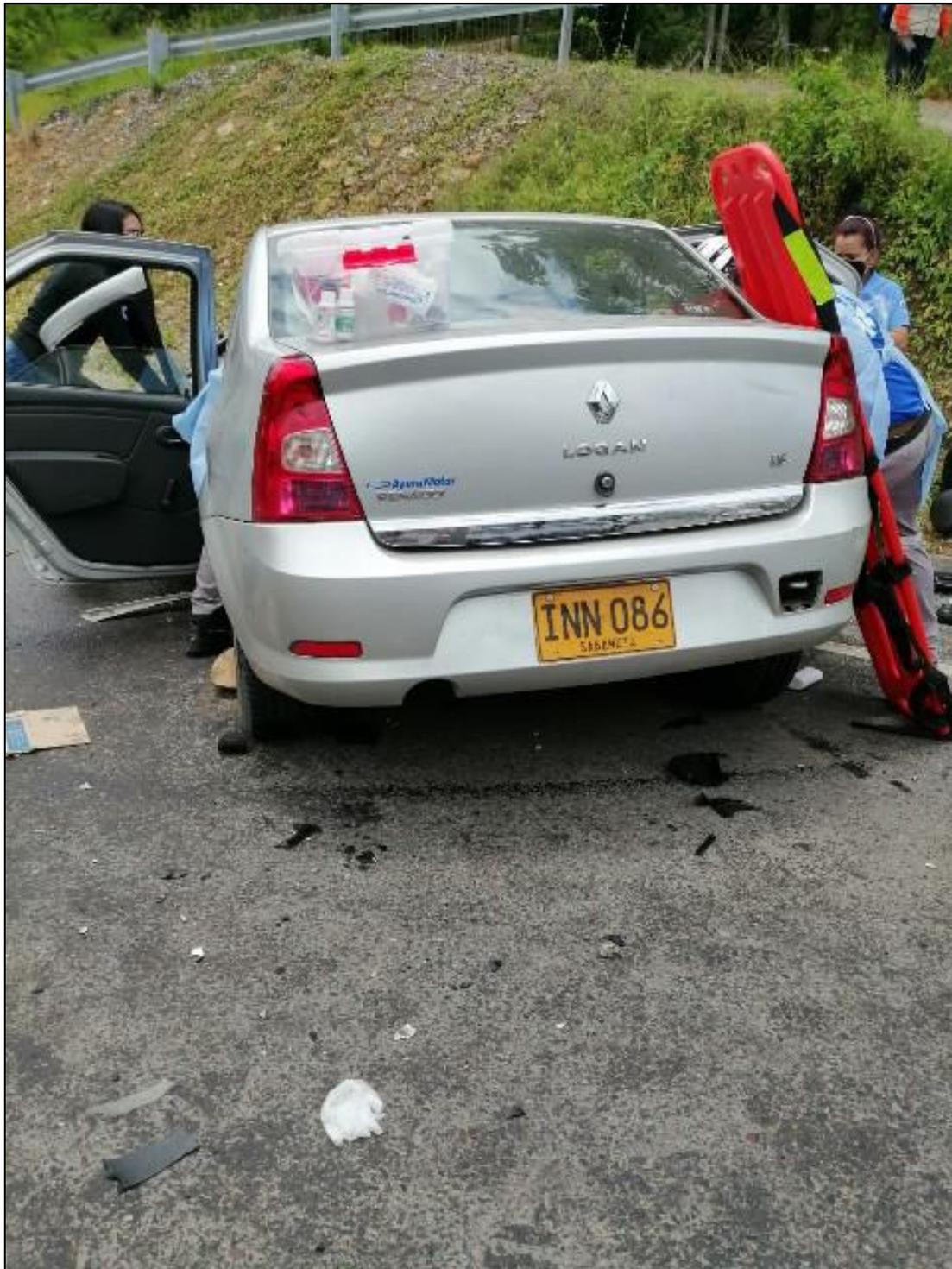
Imagen No. 14: En estas imágenes vistas en 3D se observan desde otro ángulo las evidencias diagramadas en el croquis del informe de la autoridad.



Fotografías No. 11 y 12: En estas fotografías tomadas en sentido Bucaramanga – La Fortuna se aprecia la posición final del automóvil y la volqueta.



Fotografías No. 13 y 14: En estas fotografías tomadas en sentido La Fortuna – Bucaramanga se aprecia la posición final del automóvil y la volqueta.



Fotografía No. 15: En esta fotografía se aprecia la posición final del automóvil.



Fotografía No. 16: En esta fotografía se aprecia la posición final de la volqueta.



Fotografía No. 17: En esta fotografía se aprecia tomada en sentido La Fortuna – Bucaramanga, se aprecia una señal provisional “Precaución circulación en doble sentido”, ubicada aproximadamente 250 m antes del tramo del accidente.

2.5 VÍCTIMAS:

Como consecuencia del accidente falleció una persona, y resultaron dos lesionados:

NOMBRE	DATOS
ELVY JOHANNY CHACON NAVAS	C.C. 80.031.043 Fecha de nacimiento: 28/04/1981 Edad: 39 años Conductor del vehículo No. 1 Automóvil Lesionado
JUAN ESTEBAN CHACÓN MONTOYA	NUIP. 1.020.321.622 Fecha de nacimiento: 12/09/2015 Edad: 5 años Ocupante del vehículo No. 1 Automóvil Occiso
ALEYDA ROCÍO SANTIESTEBAN	C.C. 1.053.799.018. Fecha de nacimiento: 25/10/1989 Edad: 30 años Ocupante del vehículo No. 1 Automóvil Lesionada

TABLA No. 4

HOSPITAL, CLÍNICA O SITIO DE ATENCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LESIONES
Clinica Los Comoneros	Politraumatismo severo con fracturas múltiples de miembros superiores e inferiores expuestas, choque hipovolémico, trauma cerrado de torax

Imagen No. 15: En esta imagen se aprecia la descripción de lesiones presentadas por el conductor del vehículo No. 1 automóvil: *“Politraumatismo severo con fractura múltiples de miembros superiores e inferiores expuestas, choque hipovolémico, trauma cerrado de tórax”*.

DESCRIPCIÓN DE LESIONES	SI	NO	POS	NEG	SI	NO
Trauma Cerrado, trauma codo izquierdo, trauma cadera derecha, trauma rodilla derecha						

Imagen No. 16: En esta imagen se aprecia la descripción de lesiones presentadas por la ocupante (lesionada) del vehículo No. 1 automóvil: *“Trauma cerrado, trauma codo izquierdo, trauma cadera derecha, trauma rodilla derecha”*.

2.6 VERSIONES:

El equipo investigativo de IRS VIAL toma la versión del conductor del vehículo No. 2 volqueta:

“PREGUNTA: Don Elvy usted me podría decir su nombre completo, por favor, **RESPUESTA:** Elvy Johanny Chacón Navas, **PREGUNTA:** Su número de cédula, **RESPUESTA:** 80.031.043, **PREGUNTA:** Esta es una entrevista libre y espontanea usted la desea brindar, **RESPUESTA:** Si, **PREGUNTA:** qué fue lo que sucedió el 19 de septiembre del 2020, **RESPUESTA:** lo que necesitas es el hecho o tu necesitas que te cuente todo pues, **PREGUNTA:** Lo que sucedió en el momento del accidente y como fue, **RESPUESTA:** A okey, en donde fue no sé exactamente el punto tendría que buscar en los documentos pero no me lo sé de memoria sé que es llegando a Bucaramanga después de pasar un peaje, es algo que se llama La Fortuna algo así, bueno ese día ocurrió fue vamos hacia Bucaramanga y pasamos un peaje hay una doble vía del sur hacia el norte hay una vía y unas flechas que indican de sur a norte y tomamos esa vía no había otra obviamente y del otro lado de la calle la vía se ve que viene otra vía bajando, por la que vamos nosotros es una que va de sur a norte, y vamos sobre esa vía y hay unos carros, yo voy en el carril de la izquierda sobre la flecha indicando

de sur a norte yo voy en el carril de la izquierda y en una curva aparece una volqueta y nos estrellamos con esa volqueta, **PREGUNTA:** usted recuerda en qué parte de la volqueta impactaron, **RESPUESTA:** Yo, a ver, impacto fue, yo alcancé a girar el volante a la derecha para evitarla y yo impacto con la esquina izquierda del carro, con el frente del carro, a mí me aplastó el camión ese me partió las dos piernas, brazos una vértebra, las costillas y hasta ahí recuerdo no recuerdo nada hasta tres días después que me desperté, el impacto fue bastante fuerte exactamente donde me golpee no supe fue con el frente del carro pero no supe en que punto, **PREGUNTA:** ¿Cuántas personas venían en el vehículo?, **RESPUESTA:** Mi esposa, mi hijo y yo, **PREGUNTA:** ¿Todos resultaron lesionados?, **RESPUESTA:** Mi hijo murió, mi esposa se quebró un brazo y yo, **PREGUNTA:** ¿Él murió en el instante o fue trasladado a centro asistencial?, **RESPUESTA:** Murió en el instante, **PREGUNTA:** ¿Ustedes desde donde viajaban y hacia donde se dirigían?, **RESPUESTAS:** Íbamos de Sabaneta hacia Bucaramanga, **PREGUNTA:** Sabaneta, Antioquia, **RESPUESTA:** Si, **PREGUNTA:** Cuánto tiempo llevaba usted manejando el vehículo hasta el momento del accidente, **RESPUESTA:** Como 6 horas, el accidente fue a las 10:15 am, **RESPUESTA:** OK, **PREGUNTA:** ¿Entonces más o menos cuánto llevaba manejando?, **RESPUESTA:** 6 horas más o menos, **PREGUNTA:** pero en ese tiempo había hecho paradas, **RESPUESTA:** Dos paradas, **PREGUNTA:** Usted me dice que la vía tenía dos calzadas usted iba por la izquierda ellos venían por la derecha, **RESPUESTA:** No, no sé cómo dibujarte eso, como se llama cuando van dos carriles hacia adelante se llama doble calzada o como se llama eso, **RESPUESTA:** o sea que tienen una sola vía, **RESPUESTA:** Si o sea un carril cuando todos los carros iban por una sola vía, eso se llama doble calzada, **PREGUNTA:** Pero hay calzada que la separa un separador, **RESPUESTA:** si exacto, **PREGUNTA:** Hay unos que suben y otros que bajan y los separa un separador, **RESPUESTA:** si exacto hay una vía que va ,hay dos carriles que van un separador hay pasto hay una manga, luego viene otra vía que son dos carriles que vienen bajando , **PREGUNTA:** usted iba en el carril que es suyo, ¿por qué la volqueta apareció en el carril suyo?, **RESPUESTA:** Porque ese día, o en esos días tenía que inaugurar la vía esa vía ya estaba lista para entregarla pero el político que la iba entregar no había tenido tiempo de ir a inaugurar la vía entonces, me estoy refiriendo a la vía la que viene de Bucaramanga a Medellín, esa vía no la habían abierto ,estaba cerrada no habían paleteros y no había señalización entonces yo y nadie incluso los carros que iban sobre esa vía, los carros que venían de Bucaramanga hacia Medellín se tienen que meter por esa vía, **PREGUNTA:** ¿o sea que no había señalización?, **RESPUESTA:** Exacto no había señalización entonces la volqueta lo que hizo al no haber señalización fue meterse por la vía que yo iba, **PREGUNTA:** o sea que la otra estaba cerrada y él seguro pensó que por ese lado podía ir, **RESPUESTA:** Eso le decía el señor de la

volqueta, le decía eso después que el señor le decía, señora no es culpa de su hijo no es culpa mía, el problema acá es de la vía porque yo no tengo por donde más irme y ellos tampoco tiene por donde más irse pues que hacemos vamos por la vía que está abierta pues y nos encontramos ahí. **PREGUNTA:** Y fue en una curva, **RESPUESTA:** sí, **PREGUNTA:** Usted antes de salir de su casa le hizo la preoperacional normal al vehículo, **RESPUESTA:** Si que tenga suficiente gasolina, el aceite sea suficiente que tenga buena viscosidad, los líquidos estén en sus niveles, llantas que estén bien calibradas, los frenos que frene bien el carro el tema de kit de carreteras y todo eso , **PREGUNTA:** Usted en su licencia tenía alguna restricción, **RESPUESTA:** Yo creo que en la licencia de conducción si tengo restricción yo tengo gafas yo uso gafas yo no sé si en la del carro o en el de la moto yo tenía antes licencia de motos y decía que yo tenía lentes no sé si eso actúa como restricción, **PREGUNTA:** Usted las tenía en el momento del accidente, **RESPUESTA:** Si yo no puedo conducir sin lentes, **PREGUNTA:** desea usted agregarle algo más a la entrevista, algo que usted tenga pendiente por decir, **RESPUESTA :** No, **PREGUNTA:** Si en algún momento algún otro abogado o algún investigador desea comunicarse con usted lo pueden llamar, **RESPUESTA :** Claro, **PREGUNTA:** Usted conserva fotografías y videos del día del accidente, que me pueda compartir, **RESPUESTA:** si hay buenas fotos del accidente incluso hay un croquis tú que estas con la aseguradora, no videos yo la verdad principalmente no tengo yo por obvias razones no tengo nada de eso yo tendría que preguntar yo todos esos datos se los pasé al abogado y realmente fue mi esposa quien realmente hizo todo podríamos tratar de buscar a ver si encontramos algo porque es que el problema es que el celular que tenía eso se dañó y con lo que contamos es con lo que nos compartió la familia la gente pues que tomó pues videos y eso tocaría buscarlos,

Nota 2: La versión sobre el evento que fue plasmada en el presente informe hace parte del proceso investigativo y de contextualización de este, pero no se constituye como elemento objetivo de juicio, ni herramienta para la realización de cálculos numéricos o planteamientos de la dinámica del accidente.

3. ANALISIS FORENSE

El enfoque forense de la reconstrucción de accidentes de tránsito consiste en la utilización de técnicas avanzadas de análisis forense y calculo analítico, 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, la secuencia del accidente, las causas que lo generaron y realizar un análisis de evitabilidad.

3.1 POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.

Teniendo en cuenta las evidencias diagramadas en el croquis, la dinámica del accidente, el lugar de impacto en los vehículos, el estado final (daños y evidencias) de los mismos, y las posiciones finales de los involucrados, se obtiene la posición relativa al momento de la colisión entre los automotores; se encuentra un contacto para ambos vehículos en sus zonas frontales tercios izquierdos.

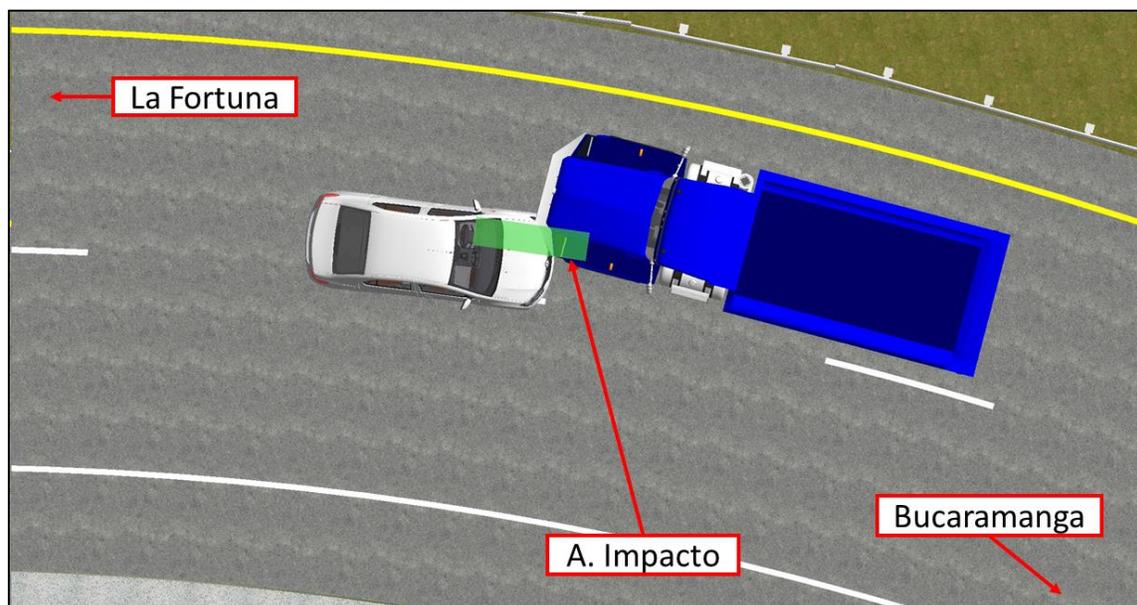


Imagen No. 17: En esta imagen vista en planta se muestra la posición relativa de los vehículos al momento del impacto, y el área de color verde donde se presenta la colisión.

El área verde de 2,0 x 0,5 m en las imágenes, indica que el impacto entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta área, con los ángulos que allí se observan, la cual se encuentra ubicada en el carril que conduce de Bucaramanga a La Fortuna, es decir, en el carril de desplazamiento de la volqueta.

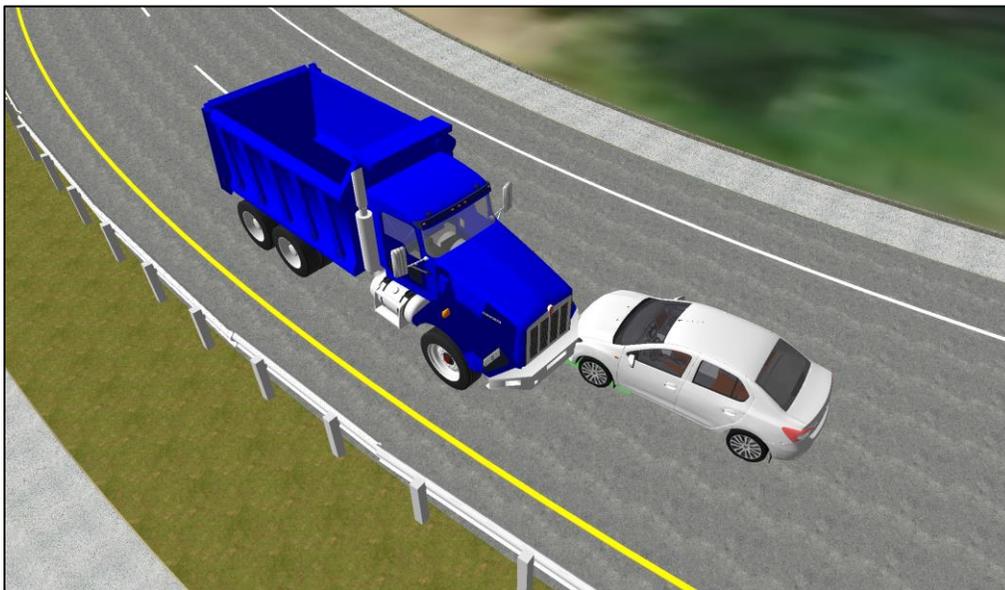
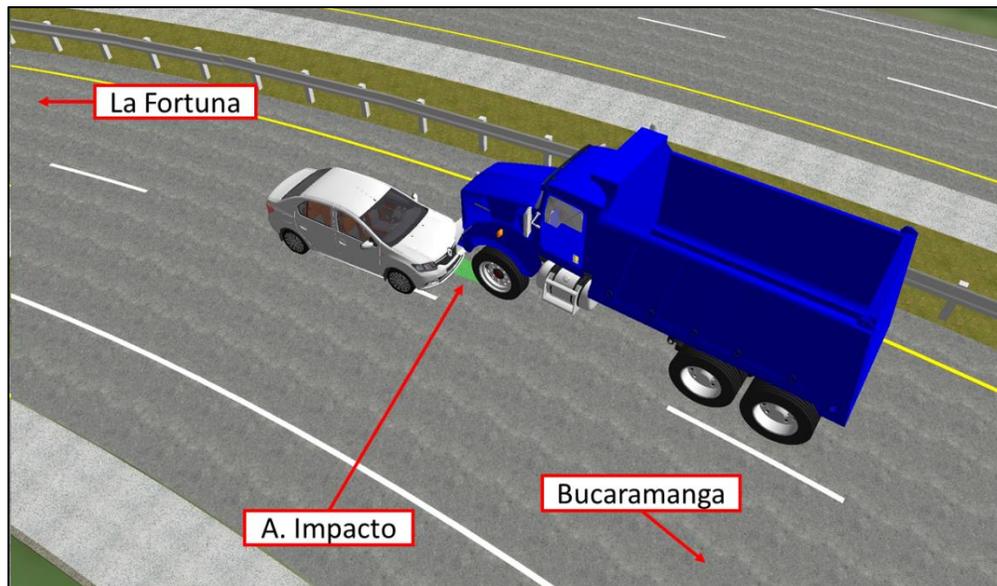


Imagen No. 18: En estas imágenes vistas en 3D se muestra la posición relativa de los vehículos al momento del impacto, y el área de color verde donde se presenta la colisión.

3.2DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS.

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, momentos previos al accidente, el lugar de la vía donde ocurre el impacto y la posición relativa de los vehículos, la secuencia de movimiento después del impacto y el análisis de evitabilidad. 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 de los vehículos, la secuencia y dinámica del accidente se basa en la utilización del método científico como METODOLOGÍA y técnicas de reconstrucción de accidentes de tránsito fundamentadas en **MODELOS FÍSICOS** como leyes de conservación, leyes de cinemática y dinámica, que tengan en cuenta las principales variables que intervienen en el siniestro, e involucre los parámetros que determinan la ocurrencia del mismo, además se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- El área de impacto se localizó teniendo en cuenta las trayectorias que seguían los vehículos antes de la colisión, los daños que estos presentaron, sus lugares de impacto, sus posiciones finales, y las evidencias en la vía, a partir de los resultados de los cálculos realizados, utilizando en conjunto las leyes de la cinemática, lugares diferentes no dieron resultados físicamente posibles y por tal motivo se descartan.
- Los vehículos después del impacto se detienen por el rozamiento de las llantas con el asfalto seco.
- La región donde se produjo la colisión y hasta donde se detuvieron los vehículos es curva, pendiente 4° (bajando para el automóvil, subiendo para la volqueta, se encontraba seca, en buen estado, y con iluminación natural.

- Los coeficientes de rozamiento efectivo¹ después del impacto que se usaron para realizar los cálculos se tomaron de tal forma que involucraran todo el proceso de detención de los vehículos descrito anteriormente, entre $\mu=0,7$ y $\mu=0,8$ para volqueta, y entre $\mu=0,1$ y $\mu=0,2$ para el automóvil.
- La posición relativa de los vehículos al momento del impacto se encuentra a partir de los daños que estos presentaron, sus lugares de impacto, sus posiciones finales y las evidencias en la vía.
- Las pruebas de choque son fundamentales para la reconstrucción de accidentes y son uno de los recursos de conocimiento más importantes para los expertos en reconstrucción de accidentes de tránsito. La comparación visual de un daño real con las pruebas de choque y/o catálogos EES puede permitir una evaluación rápida y sencilla del accidente; al utilizar la comparación visual con regularidad, el experto adquiriere un alto nivel de experiencia y buen conocimiento de la energía absorbida en las deformaciones. Las pruebas de colisión y/o catálogos EES permiten una determinación rápida y bien fundamentada de importantes parámetros de colisión (velocidad relativa de impacto, delta V, coeficiente de restitución). Esta técnica también es una alternativa útil a los cálculos prolongados y es especialmente importante en caso de accidentes con factores especiales, como la ausencia de marcas de huellas.
- Las técnicas² para determinar los valores de EES para cada vehículo son:
 - a. Comparación a partir de pruebas controladas de laboratorio (Crash Test).
 - b. Realizar mediciones de los daños y utilizar algoritmo de cálculo.
 - c. A partir del daño medido y la utilización de la curva velocidad – deformación y/o fuerza – desplazamiento.
 - d. Utilización de Redes de energía.
 - e. Por comparación con catálogos EES, el cual contiene fotos de vehículos siniestrados, categorizados por modelos y gravedad de colisión, esto permite ver rápidamente si el EES del impacto estimado es razonable, en base a una comparación visual del daño.

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

² Accident Reconstruction Guidelines, Pan-European Co-ordinated Accident and Injury Databases, PENDANT, 2004, pag 96.

f. Por comparación con resultados obtenidos en reconstrucciones de accidentes utilizando la técnica EES realizados con software de simulación como por ejemplo Virtual Crash, PC Crash, entre otros.

g. Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción entre 1,2 y 1,5 s, la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento efectivo* entre 0,6 y 0,7 para la volqueta y entre 0,7 y 0,8 para el automóvil.

- Los cálculos se realizan con la herramienta *IRS® Calculator*, hoja de cálculo en Excel, en la cual se ingresan las fórmulas de los modelos físicos utilizados, herramienta elaborada por la Dirección Forense de IRS VIAL SAS.

Nota 3: 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 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD RELATIVA INICIAL Y EL ΔE DE LOS VEHÍCULOS A PARTIR DE LA TÉCNICA EES.

$$V_{R1} = \sqrt{V_{R2}^2 + \frac{2\Delta E}{m^*}} \quad (1)$$

V_{R1} = Velocidad relativa inicial. Se obtuvo valores: entre 111 y 132 km/h.

V_{R2} = Velocidad relativa final. Se utilizó 0 km/h.

m^* = masa reducida.

ΔE = Energía total de deformación.

$$m^* = \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

m_1 = masa del vehículo automóvil: entre 1.200 y 1.400 kg.

m_2 = masa del vehículo volqueta: entre 13.000 y 25.000 kg.

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_1 * EES_1^2 + \frac{1}{2} m_2 * EES_2^2 \quad (3)$$

EES_1 = Velocidad equivalente de Energía del automóvil: entre 75 y 80 km/h.

EES_2 = Velocidad equivalente de Energía de la volqueta: entre 20 y 25 km/h.

$$\Delta V_1 = \sqrt{\frac{2Em_2}{m_1*(m_1+m_2)}} \quad (4)$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{\frac{2Em_1}{m_2*(m_1+m_2)}} \quad (5)$$

ΔV : Cambio de velocidad del vehículo durante el impacto.

E: Energía total absorbida por los dos vehículos debido a la deformación.

$$E = E_1 + E_2 \quad (6)$$

E_1 = Energía absorbida por el vehículo No. 1.

E_2 = Energía absorbida por el vehículo No. 2.

$$E_1 = \frac{EES_1^2 * m_1}{2} \quad (7) \quad E_2 = \frac{EES_2^2 * m_2}{2} \quad (8)$$

EES = Velocidad equivalente de Energía: Es la velocidad del vehículo al colisionar contra una barrera indeformable y presentar los mismos daños que resultaron en el accidente.

Se obtiene un ΔV para el automóvil: entre 103,6 y 123,7 km/h.

Se obtiene un ΔV para la volqueta: entre 7,1 y 8,5 km/h.

IRS® Calculator			
Calculo de ΔV y Vr a partir de estimación de EES			
Masa del vehiculo 1	1300	1200	1400
EES mínimo V1	75 km/h		
EES máximo V1	85 km/h		
Masa del vehiculo 2	19000	13000	25000
EES mínimo V2	20		
EES máximo V2	25 km/h		
Velocidad relativa final mínima	0 km/h		
Velocidad relativa final máxima	0 km/h		
			masa reducida 1216,75
Resultados			
Energía mínima del vehiculo 1	282118		
Energía máxima del vehiculo 1	362365		
Energía mínima del vehiculo 2	293210		
Energía máxima del vehiculo 2	458140		
Energía total mínima	575328		
Energía total máxima	820505		
		ΔV Vehiculo 1	
		mínimo	103,6
		máximo	123,7
			114
		ΔV Vehiculo 2	
		mínimo	7,1
		máximo	8,5
			8
		Velocidad relativa inicial mínima	110,7
		Velocidad relativa inicial máxima	132,2
			121,5

Imagen No. 19: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

3.2.2 CÁLCULO DE VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO

Se definió como 1 el AUTOMÓVIL y 2 la VOLQUETA. Usando la ley de conservación de la cantidad de movimiento se obtienen:

$$V_{1i} = \frac{P_{fy} \cos \theta_{2i} - P_{fx} \sin \theta_{1i}}{m_1 (\cos \theta_{2i} \sin \theta_{1i} - \sin \theta_{2i} \cos \theta_{1i})}$$

$$V_{2i} = \frac{P_{fx} \sin \theta_{1i} - P_{fy} \cos \theta_{1i}}{m_2 (\cos \theta_{2i} \sin \theta_{1i} - \sin \theta_{2i} \cos \theta_{1i})} \quad (9)$$

$$P_{Fx} = m_1 V_{1f} \cos \theta_{1f} + m_2 V_{2f} \cos \theta_{2f}$$

$$P_{Fy} = m_1 V_{1f} \sin \theta_{1f} + m_2 V_{2f} \sin \theta_{2f}$$

- V_{1i} : Velocidad del vehículo 1 un instante antes de la colisión.
- V_{2i} : Velocidad del vehículo 2 un instante antes de la colisión.
- m_1 = masa del vehículo automóvil: entre 1.200 y 1.400 kg.
- m_2 = masa del vehículo volqueta: entre 13.000 y 25.000 kg.
- θ_{1f} : Ángulo de salida del vehículo 1 desde la colisión hasta su posición final.
- θ_{2f} : Ángulo de salida del vehículo 2 desde la colisión hasta su posición final.
- V_{1f} : Velocidad del vehículo 1 un instante después de la colisión.
- V_{2f} : Velocidad del vehículo 2 un instante después de la colisión.

La velocidad final de los vehículos (V_{1f} , V_{2f}) están dadas por:

$$V_f = \sqrt{2gd_{1f}\mu_1} \quad (10)$$

- μ_1 : Coeficiente de rozamiento para los vehículos:
- g : Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s²

INFORME FORENSE RAT
Informe del momento

Organización	IRS VIAL SAS
ID de caso	231134204
Investigador	DIRECCIÓN FORENSE
Fecha de informe	miércoles, 29 de noviembre de 2023

Entradas: vehículo 1 (AUTOMOVIL)	
Peso total (kg)	1300.0
Velocidad final (Reposo) (km/h)	0.0
Ángulo de aproximación (°)	0.00
Ángulo de salida (°)	177.26
Distancia pre-impacto (m)	6.87
Fricción pre-impacto	0.00 m/s ²
Distancia post-impacto (m)	16.46

Zona de fricción	Valor	Longitud (m)
1	5.00 m/s ²	16.46

Entradas: Vehículo 2 (VOLQUETA)	
Peso total (kg)	19000.0
Velocidad final (Reposo) (km/h)	0.0
Ángulo de aproximación (°)	169.56
Ángulo de salida (°)	166.79
Distancia pre-impacto (m)	11.26
Fricción pre-impacto	0.00 m/s ²
Distancia post-impacto (m)	13.27

Zona de fricción	Valor	Longitud (m)
1	2.00 m/s ²	13.27

Resultados: Vehículo 1 (AUTOMÓVIL)		Resultados: Vehículo 2 (VOLQUETA)	
Velocidad inicial (km/h)	68.1	Velocidad inicial (km/h)	33.9
Velocidad pre-impacto (km/h)	68.1	Velocidad pre-impacto (km/h)	33.9
Velocidad post-impacto (km/h)	46.2	Velocidad post-impacto (km/h)	26.2
ΔV (km/h)	114.3	ΔV (km/h)	7.8
ΔV.X (km/h)	114.3	ΔV.X (km/h)	7.7
ΔV.Y (km/h)	2.2	ΔV.Y (km/h)	1.3
PDOF (°)	1.11	PDOF (°)	350.66

Vehículo 1 (AUTOMÓVIL) Valores comparativos		Vehículo 2 (VOLQUETA) Valores comparativos	
ΔV abolladura (km/h)	0.0	ΔV abolladura (km/h)	0.0
ΔV Airbag (km/h)	0.0	ΔV Airbag (km/h)	0.0
ΔV calculado (km/h)	114.3	ΔV calculado (km/h)	7.8
PDOF (°)	0.00	PDOF (°)	0.00
PDOF calculado (°)	1.11	PDOF calculado (°)	350.66

Energía antes del impacto (Nm)	1076011.67
Energía después del impacto (Nm)	611394.58

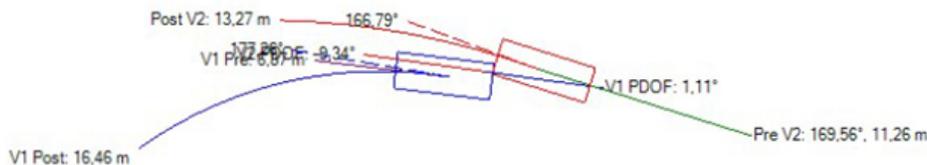


Imagen No. 20: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta "Momento" de Trimble Forensic.

3.2.3 VELOCIDAD DE LA VOLQUETA DE ACUERDO CON LA LONGITUD DE LA HUELLA DE FRENADO Y LA VELOCIDAD DE IMPACTO

$$V = 3,6 \sqrt{2gd(\mu \cos \theta \pm \text{sen}\theta)V^2_{imp}} \quad (11)$$

V: Velocidad del vehículo al inicio de la huella de frenado, entre 58 y 67 km/h.

μ : Coeficiente de rozamiento efectivo, entre 0,6 y 0,7

g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s²

θ : Ángulo de la pendiente, 4° (7%).

d_i: Longitud de la huella de frenado, 15,1 m.

V_{imp}: Velocidad de impacto, (calculada con la herramienta “Momento”): entre 29 y 39 km/h.

La velocidad de la volqueta al inicio del proceso de frenada se calculó entre 61 y 74 km/h.

VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO DE ACUERDO A LA DISTANCIA RECORRIDA, DESACELERACIÓN Y Vimp					
DISTANCIA MINIMA	d min (m)	15,1			
DISTANCIA MAXIMA	d max (m)	15,1			
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,6			
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,7			
VELOCIDAD DE IMPACTO MINIMA	Vimp min (km/h)	29,0	8,06		
VELOCIDAD DE IMPACTO MAXIMA	Vimp max (km/h)	39,0	10,83		
PENDIENTE DE LA VIA	%	7	0,07	Grados	4,00
				Angulo en radian	

IRS VIA		RESULTADOS		IRS Calculator	
INVESTIGACIÓN FORENSE . RECONSTRUCCIÓN . SEGURIDAD VIAL					
SUBIENDO				INICIO PROCESO FRENADA	
VELOCIDAD MINIMA	16,21	m/s	58,3	km/h	61,3
VELOCIDAD MAXIMA	18,57	m/s	66,8	km/h	73,5

Imagen No. 21: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS Calculator*.

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

$$D_T = \frac{(V_v \mp g t_r \sin \theta)^2}{2(\mu \cos \theta \pm \sin \theta)g} + t_r V_v \mp \frac{t_r^2 g \sin \theta}{2} \quad (12)$$

D_T = Distancia total recorrida.

V_v = Velocidad del vehículo.

g = Valor de la aceleración gravitacional terrestre 9,8 m/s².

t_r = tiempo de reacción de una persona atenta.

μ = Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el piso seco.

θ = Pendiente de la vía 4° (subiendo).

IRS® Calculator		IRS® Calculator	
DISTANCIA TOTAL DE PARADA AUTOMÓVIL			
VELOCIDAD MINIMA INICIAL	Vo min (km/h)	63	17,5
VELOCIDAD MAXIMA INICIAL	Vo max (km/h)	73	20,3
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,7	
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,8	
TIEMPO DE REACCION MINIMO	tr min (seg)	1,2	
TIEMPO DE REACION MAXIMO	tr max (seg)	1,5	Radianes
PENDIENTE DE LA VIA	%	7	Grados
			4,00
RESULTADOS			
	distancia de reacción	distancia de frenado	Distancia total
BAJANDO			
DISTANCIA MINIMA	21,5 m	23,5 m	45,0 m
DISTANCIA MAXIMA	31,2 m	36,8 m	68,0 m
IRS® Calculator		IRS® Calculator	
DISTANCIA TOTAL DE PARADA VOLQUETA			
VELOCIDAD MINIMA INICIAL	Vo min (km/h)	61	16,94
VELOCIDAD MAXIMA INICIAL	Vo max (km/h)	74	20,56
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,6	
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,7	
TIEMPO DE REACCION MINIMO	tr min (seg)	1,2	
TIEMPO DE REACION MAXIMO	tr max (seg)	1,5	Radianes
PENDIENTE DE LA VIA	%	7	Grados
			4,00
RESULTADOS			
	distancia de reacción	distancia de frenado	Distancia total
SUBIENDO			
DISTANCIA MINIMA	19,8 m	17,3 m	37,1 m
DISTANCIA MAXIMA	30,1 m	29,1 m	59,2 m

Imagen No. 22: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

4 SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.

Basados en el registro de evidencias y el análisis FORENSE realizado para el evento se plantea la secuencia probable para el accidente en donde: Antes del accidente, el vehículo No.1 **AUTOMÓVIL** se desplazaba en sentido La Fortuna – Bucaramanga a una velocidad al momento del impacto comprendida entre sesenta y tres (**63 km/h**) setenta y tres (**73 km/h**) kilómetros por hora, y el vehículo No. 2 **VOLQUETA** se desplazaba en sentido Bucaramanga – La Fortuna a una velocidad al momento del inicio del proceso de frenada comprendida entre sesenta y uno (**61 km/h**) y setenta y cuatro (**74 km/h**) kilómetros por hora.

La velocidad calculada para el automóvil es al momento del impacto, antes podría haberse desplazado a mayor velocidad (sin poderse cuantificar analíticamente su valor) y realizar maniobras de frenado sin dejar evidencias.

La velocidad de la volqueta al inicio de la huella de frenado se encontraba entre **58 y 67 km/h**, y al momento del impacto entre **29 y 39 km/h**.

El automóvil ocupa el carril de sentido contrario (contravía) (sin poderse determinar técnicamente por cuál razón), el conductor de la volqueta percibe al automóvil como riesgo e inicia una maniobra de frenado de emergencia marcando huellas sobre el asfalto de 15,1 y 9,5 m, se presenta la colisión entre las zonas frontales tercio izquierdos de los vehículos, la volqueta sigue hacia adelante haciendo que el automóvil gire en sentido anti horario sobre su propio eje, luego ambos vehículos se detienen y quedan en posición final.

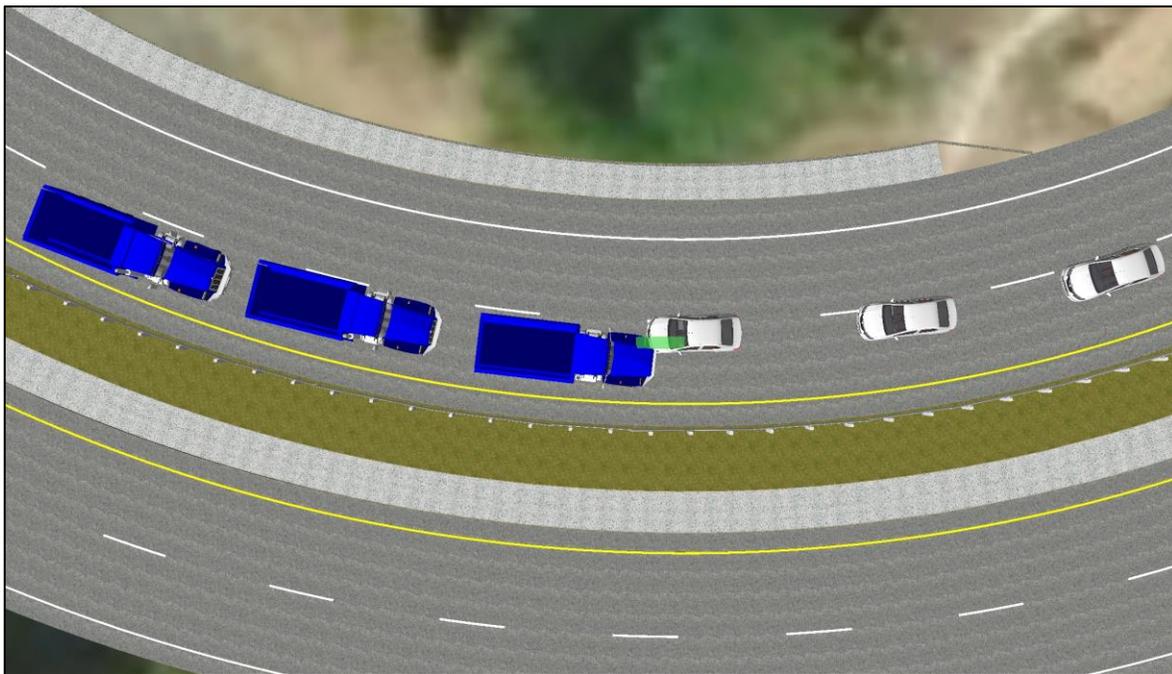
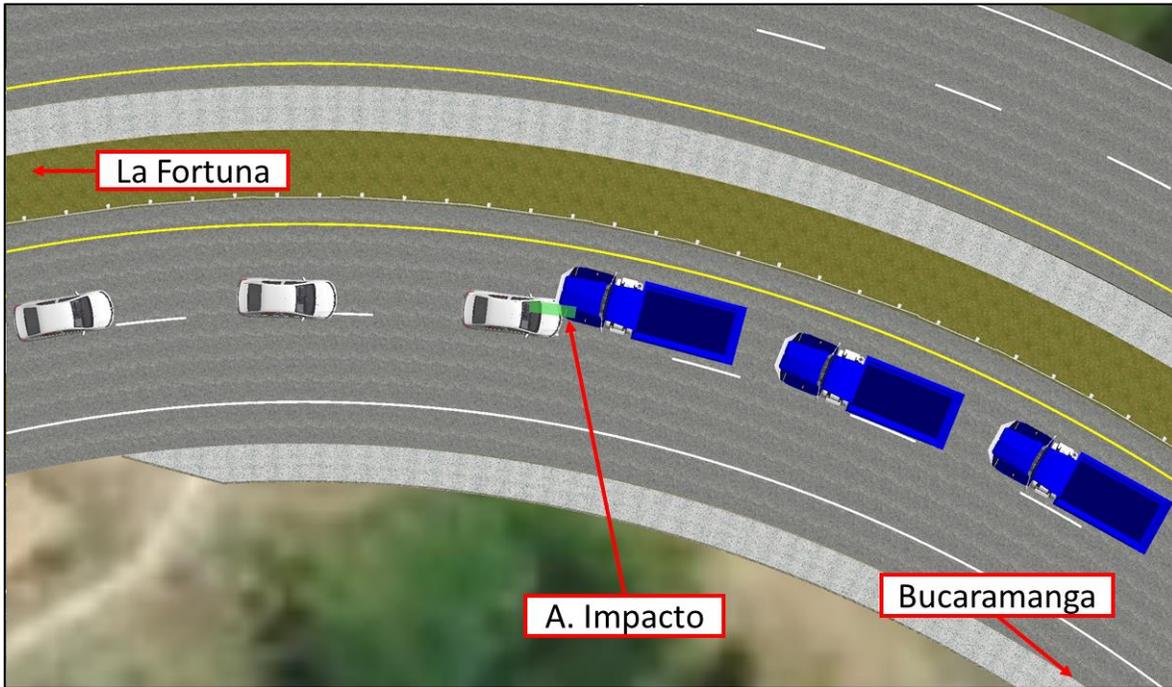


Imagen No. 23: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos antes y al momento del impacto; nótese el área de color verde donde se presentó la colisión.

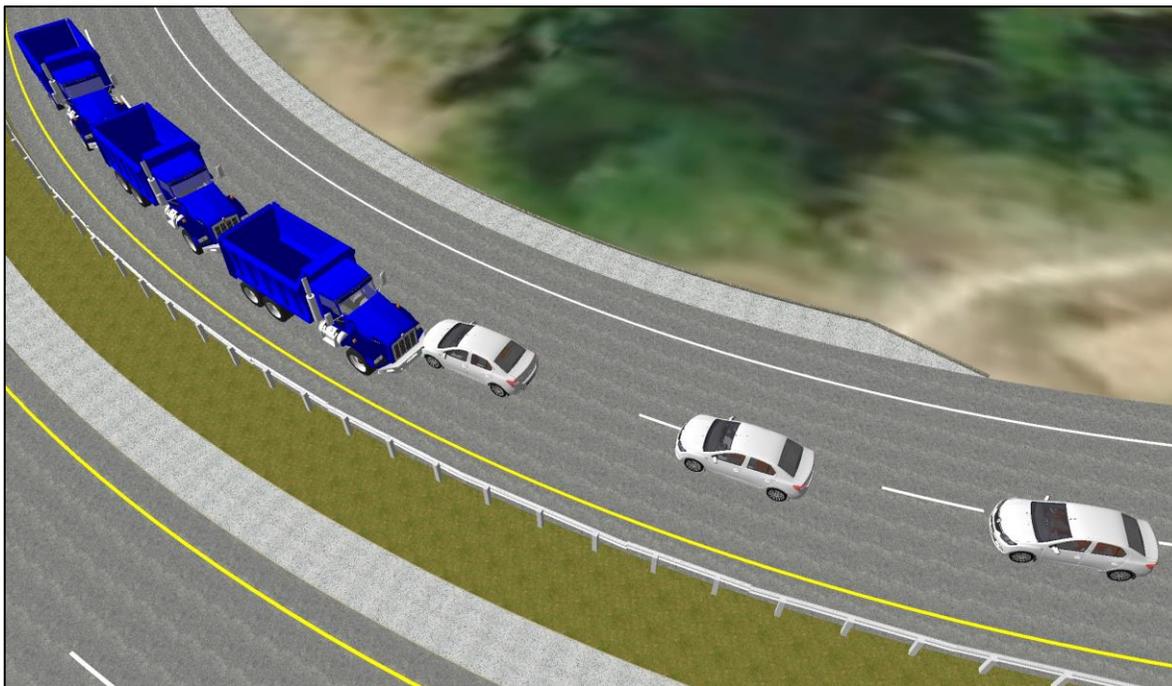
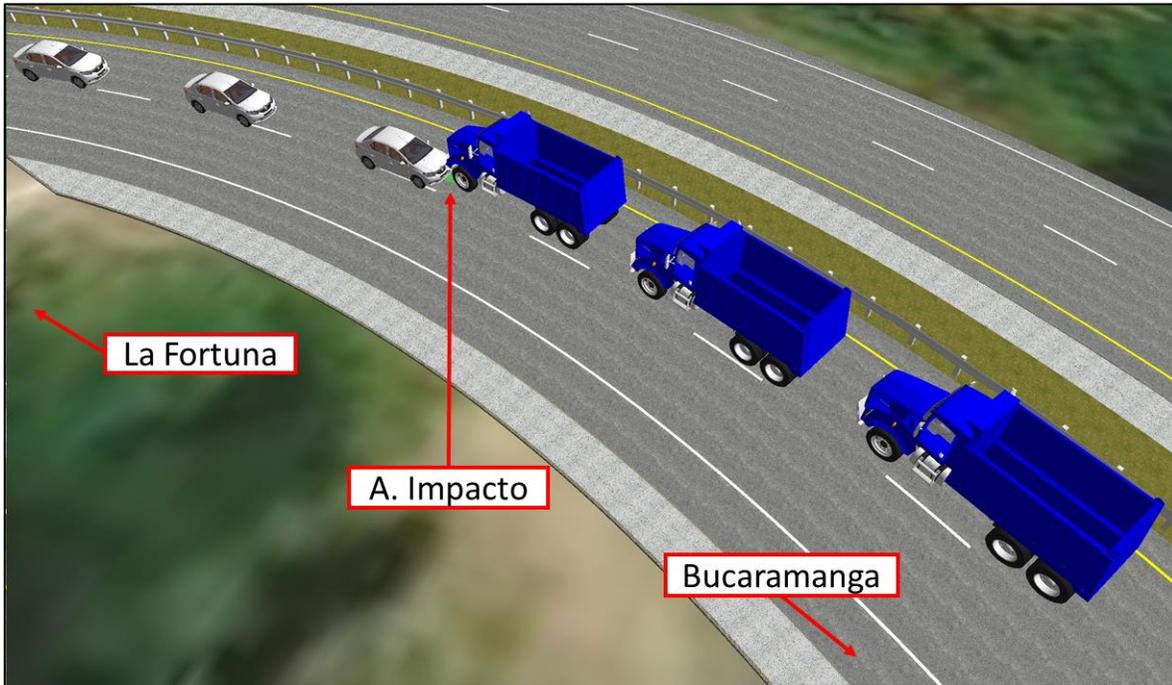


Imagen No. 24: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos antes y al momento del impacto; nótese el área de color verde donde se presentó el choque.

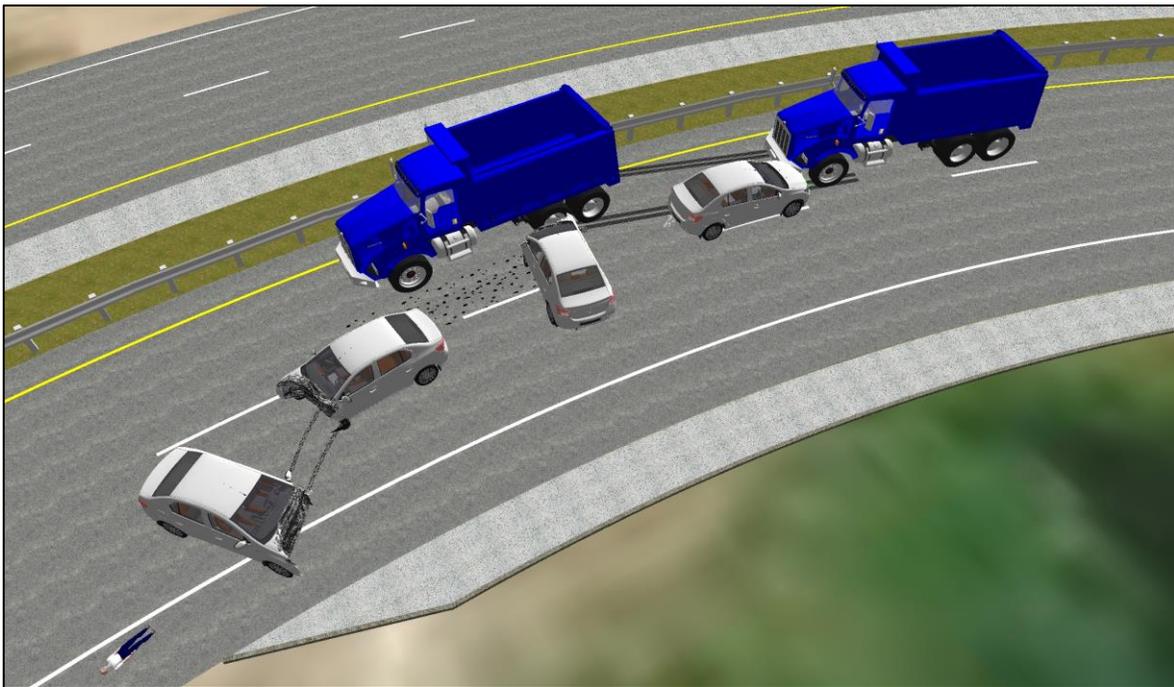
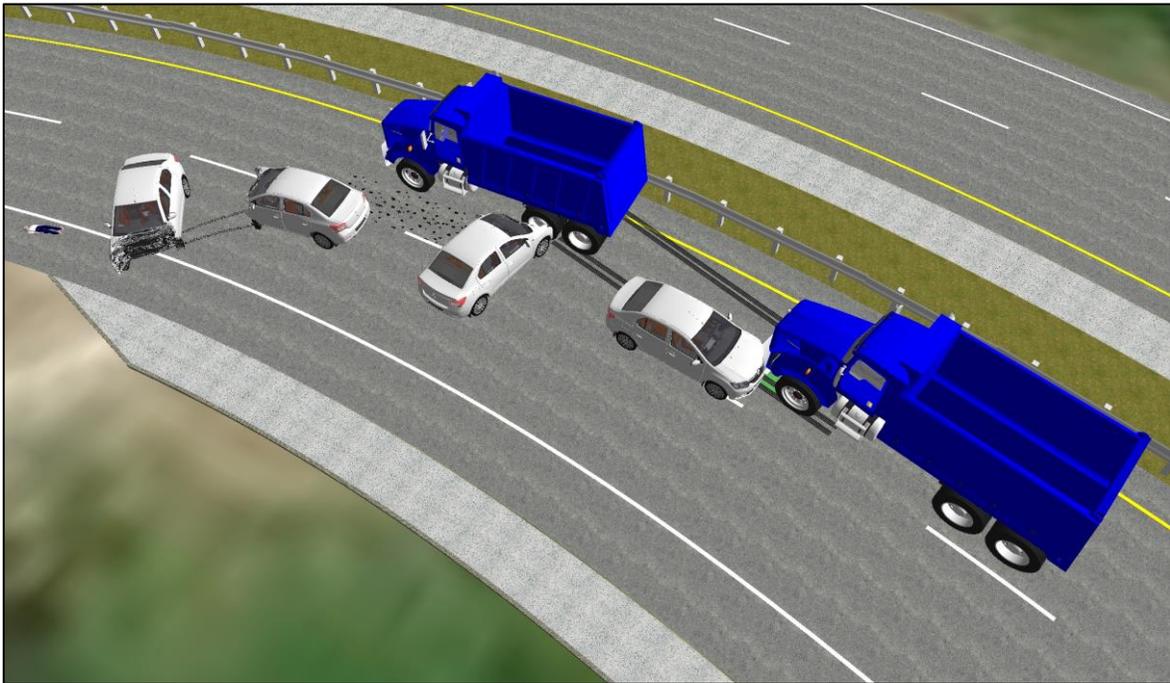


Imagen No. 25: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos al momento y después del impacto; nótese la posición final de los rodantes y las evidencias en la vía

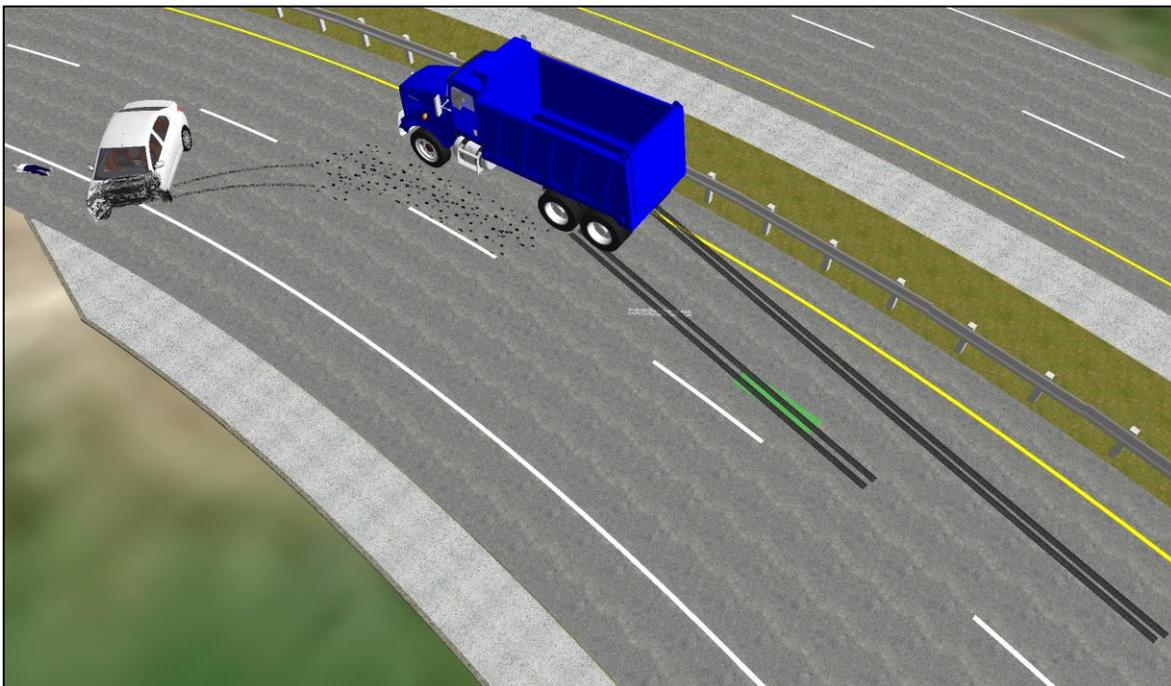
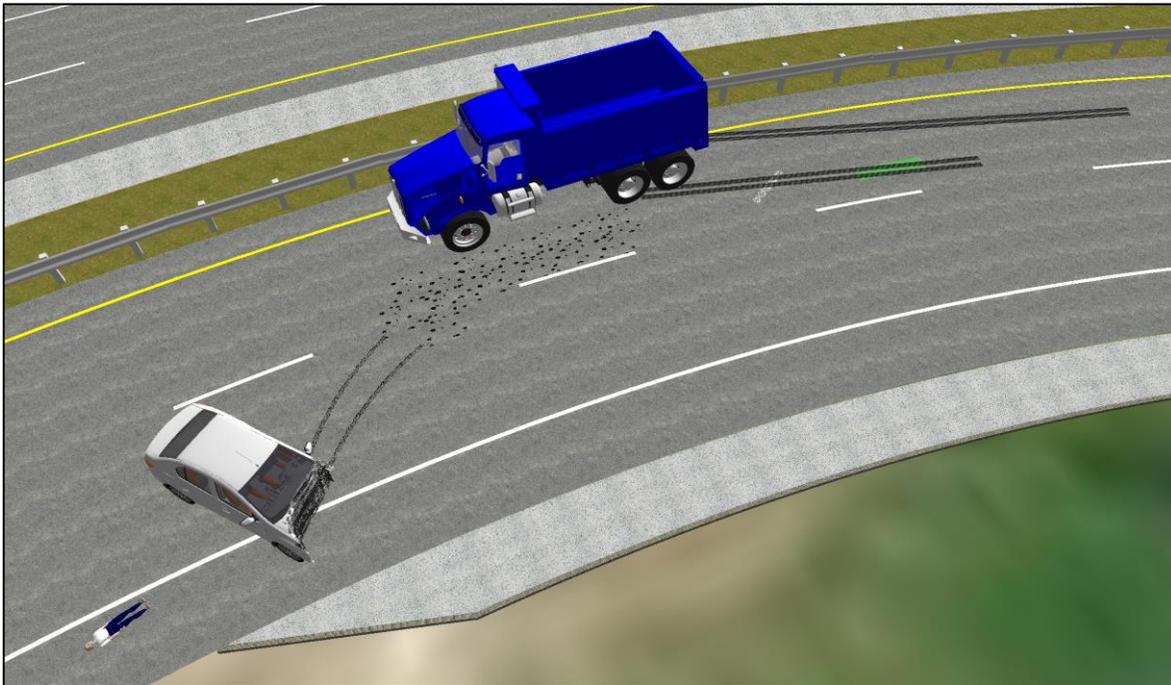


Imagen No. 26: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la posición final de los vehículos y las evidencias en la vía respecto del área de impacto.

5 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DESENCADENARON EL ACCIDENTE - 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 coma dos (1,2) y uno coma cinco (1,5 s) segundos³, 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.

³ Tiempo de reacción normal para un conductor atento en condiciones ambientales diurnas, vía seca, y con iluminación natural.

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 frenado dT
AUTOMÓVIL Entre 63 y 73 km/h	Entre 21,5 y 31,2 m	Entre 23,5 y 36,8 m	Entre 45,0 y 68,0 m
VOLQUETA Entre 61 y 74 km/h	Entre 19,8 y 30,1 m	Entre 17,3 y 29,1 m	Entre 37,1 y 59,2 m

TABLA No. 5

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



Imagen No. 27: En estas imágenes se aprecia la posible visual que tenían los conductores involucrados antes de la colisión.

6 HALLAZGOS:

- a. Los resultados del análisis hecho son compatibles con el modelo físico utilizado, en particular con la posición final de los involucrados, las evidencias en la vía, el estado final (daños y evidencias) de los vehículos, y la dinámica del accidente.
- b. La construcción del croquis en 3D se basa en el reporte de la autoridad de tránsito y en el registro de rastros y evidencias diagramado y referenciado en el croquis del IPAT, complementado con la inspección al lugar de los hechos, y las fotografías tomadas en la vía el día del accidente.
- c. El área verde de 2,0 x 0,5 m en las imágenes, indica que el impacto entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta área, con los ángulos que allí se observan, la cual se encuentra ubicada en el carril que conduce de Bucaramanga a La Fortuna, es decir, en el carril de desplazamiento de la volqueta.
- d. El tramo de vía donde se presentó el accidente es una curva, pendiente 4° (bajando para el automóvil, subiendo para la volqueta), de material asfalto en buen estado, se encontraba seca, y con iluminación natural.
- e. En la zona donde se presentó el accidente, área rural, la velocidad máxima es de 80 km/h.
- f. No se cuenta con información que permita identificar el estado anímico, fisiológico y de embriaguez en el que se encontraba el conductor del vehículo No. 1 automóvil al momento de los hechos.
- g. Según el IPAT el examen de embriaguez realizado al conductor del vehículo No. 2 volqueta arrojó resultado negativo.
- h. Técnicamente no es posible determinar en el presente caso, la participación de un tercer vehículo en la ocurrencia del accidente de tránsito.
- i. Los resultados obtenidos poseen un margen de incertidumbre como consecuencia del análisis objetivo de la evidencia y el error sistemático que se presenta en el proceso investigativo, y ante las falencias que se puedan llegar a presentar en cuanto a la fijación de la evidencia en el lugar de los hechos.

- j.** En el IPAT se registró como causa probable (hipótesis) del accidente para el vehículo No. 1 automóvil el código 157 (*Otra*) “*Invasión de carril*”; y para la vía se registró el código 308 (*Otras*) “*En el sitio del accidente no hay señalización adecuada, sino en otros tramos antes del accidente como señal SR-11 y flechas horizontales sobre los dos carriles*”.
- k.** En el IPAT se registró la siguiente observación: “*La vía presenta dos calzadas, la calzada de la derecha sentido Bucaramanga – La Fortuna en el momento del accidente no se encontraba habilitada para el tráfico de vehículos. La calzada está regulada con la señal SR-11 circulación en ambos sentidos en la calzada izquierda*”.
- l.** En el IPAT no se registró testigos del accidente.
- m.** No se cuenta con información que permita identificar si la volqueta transportaba carga o iba vacío al momento de los hechos.

7 CONCLUSIONES:

7.1 Secuencia:

1. Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia PROBABLE⁴ para el accidente en donde: Antes del accidente, el vehículo No.1 AUTOMÓVIL se desplazaba en sentido La Fortuna – Bucaramanga a una velocidad al momento del impacto comprendida entre sesenta y tres (63 km/h) setenta y tres (73 km/h) kilómetros por hora, y el vehículo No. 2 VOLQUETA se desplazaba en sentido Bucaramanga – La Fortuna a una velocidad al momento del inicio del proceso de frenada comprendida entre sesenta y uno (61 km/h) y setenta y cuatro (74 km/h) kilómetros por hora.
2. La velocidad calculada para el automóvil es al momento del impacto, antes podría haberse desplazado a mayor velocidad (sin poderse cuantificar analíticamente su valor) y realizar maniobras de frenado sin dejar evidencias.
3. La velocidad de la volqueta al inicio de la huella de frenado se encontraba entre 58 y 67 km/h, y al momento del impacto entre 29 y 39 km/h.
4. El automóvil ocupa el carril de sentido contrario (contravía) (sin poderse determinar técnicamente por cuál razón), el conductor de la volqueta percibe al automóvil como riesgo e inicia una maniobra de frenado de emergencia marcando huellas sobre el asfalto de 15,1 y 9,5 m, se presenta la colisión entre las zonas frontales tercio izquierdos de los vehículos, la volqueta sigue hacia adelante haciendo que el automóvil gire en sentido anti horario sobre su propio eje, luego ambos vehículos se detienen y quedan en posición final.

⁴ Probable hace alusión a un resultado enmarcado dentro de un margen lógico, basado en un análisis objetivo de evidencias con sustento técnico-científico que soporta el resultado obtenido, es decir, la secuencia y dinámica planteadas es la más probable desde la óptica forense, una diferente no sería consistente con la evidencia y las leyes de la física.

7.2 Factor vía:

1. Las características de la vía, diseño, estado, iluminación, señalización, y demarcación no fueron factores generadores de la causa del accidente.
2. La demarcación de línea segmentada separadora de carriles en el tramo de vía donde ocurrió el accidente permite las maniobras de cambio de carril, giros y adelantamientos para los vehículos que se desplazan por el sector, siempre y cuando se realicen extremando las medidas de prevención.
3. Según el IPAT, la calzada donde ocurrió el accidente era de doble sentido de circulación al momento de los hechos; además en el croquis se indicó que la calzada de sentido Bucaramanga – La Fortuna se encontraba inhabilitada.
4. La incompleta o parcial señalización en la vía respecto de la utilización de la calzada habilitada para circular en ambos sentidos, es un factor influyente en la ocupación del carril de sentido contrario (contra vía) por parte del vehículo No. 1 automóvil.

7.3 Factor vehículo:

No se cuenta con información que permita determinar que se hayan presentado fallas mecánicas en los vehículos involucrados antes de la ocurrencia del accidente.

7.4 Factor humano:

1. La velocidad del vehículo No. 1 AUTOMÓVIL (63 – 73 km/h) al momento del impacto era inferior a 80 km/h, velocidad máxima permitida.

2. La velocidad del vehículo No. 2 VOLQUETA (61 – 74 km/h) al momento del inicio del proceso de frenada era inferior a 80 km/h, velocidad máxima permitida.
3. Técnicamente no es posible determinar la razón por la cual se presentó la ocupación del carril contrario (contravía) por parte del vehículo No. 1 AUTOMÓVIL; es probable que se haya presentado una confusión en su conductor derivada de una posible falta de señalización para indicar que la calzada era de uso en ambos sentidos de circulación.
4. No se cuenta con información técnica que permita identificar una maniobra riesgosa y/o peligrosa por parte del vehículo No. 2 VOLQUETA antes y al momento del accidente.
5. Basados en el análisis realizado, se establece que la causa⁵ fundamental (DETERMINANTE) del accidente de tránsito obedece a la ocupación del carril de sentido contrario (contravía) por parte del vehículo No. 1 AUTOMÓVIL; coadyuvado por información parcial de señalización en la vía.

Nota 4: 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 IRSVIAL S.A.S para su autorización, queda prohibida su reproducción en físico o por medio electrónico sin autorización, este documento está en cadena de custodia.

⁵ 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.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Investigation Traffic Accident Manual. University Northwestern Institute Traffic. Stannard Baker & Lynn Fike.
2. "Vehicular response to emergency braking", Walter S. Reed. University of Texas at Austin. A. Taner Keskin. ALFA Engineering, Inc. (Society of Automotive Engineers document number: SAE 879501).
3. "Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis, Rudolf Limpert, Fifth Edition, 1999, Lexis Publishing.
4. "Friction Applications in Accident Reconstruction" by Warner et al. (Society of Automotive Engineers document number: SAE 830612).
5. "Vehicular Deceleration and Its Relationship to Friction" Walter S. Reed. University of Texas at Austin. A. Taner Keskin. ALFA Engineering, Inc. (Society of Automotive Engineers document number: SAE 870936).
6. Energy Basis for Collision Severity. Environmental Activities Staff, Kenneth L. Campbell, General Motors Corp. SAE 740565.
7. A method for Quantifying Vehicle Crush Stiffness Coefficients James A. Neptune, George Y. Blair y James E. Flynn. Blair, Church & Flynn Consulting Engineers, SAE 920607.
8. A Method for Determining Accident Specific Crush Stiffness Coefficients, James A. Neptune y James E. Flynn J₂ Engineering. Inc. SAE 940913.
9. Delta V: Basic Concepts, Computacional Methods and Misunderstandigs. Ric. D Robinette, Richard J. Fay y Rex E. Paulsen. Fay Engineering Corp. SAE 940915.
10. System – Based Energy and Momentum Analysis of Collisions Bruno, F. Schimdt Southwest Missouri State University W. R. "Rusty" Haight Texas Engineering Extension Service (TEEX) Texas A&M University System Thomas J. Szabo y Judson B. Welcher Biomechanical Research & Testing. SAE 980026.

11. Collision Reconstruction using delta V from energy measurements as a parameter of control for momentum analysis”, Alejandro Rico y Diego López IRSVIAL, Poster in World Reconstruction Exposition 2016, Orlando Fl, May 2016.
12. “Perception/reaction time values for accident reconstruction”, Michael J., OH Philip H. Cheng, John F. Wiechel, S.E.A., Inc., Columbus, OH Dennis A. Guenther Ohio State Univ., Columbus, OH, SAE 890732.
13. System – Based Energy and Momentum Analysis of Collisions Bruno, F. Schimdt Southwest Missouri State University W. R. “Rusty” Haight Texas Engineering Extension Service (TEEX) Texas A&M University System Thomas J. Szabo y Judson B. Welcher Biomechanical Research & Testing. SAE 980026.
14. Alejandro Rico. “Cálculo del Delta-V Basado en energía como parámetro del control en el cálculo de velocidades pre-impacto por velocidad relativa y CML”. Revista Expresión Forense Año7 Edición 58, septiembre de 2020. CDMX – MÉXICO.
15. “Vehicular Response to Emergency Braking SAE 870501”
16. “Derivations of Equations for Traffic Crash Reconstruction”. Northwestern Center for Public Safety, Evanston, Illinois. 819 pp. Traffic Crash Reconstruction. Second Edition, 2010.
17. “Drag Factor and Coefficient of Friction for Traffic Crash Reconstruction”. Northwestern Center for Public Safety, Evanston, Illinois. 819 pp. Traffic Crash Reconstruction, 2010.).



Diego M López Morales
Físico Forense – director IRS VIAL SAS

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 4000 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.

Ms Diego Manuel López Morales: CC 79341890; dlopez@irsvial.com; Cel: 3503424982, Carrera 71c # 116a – 71 Bogotá D.C.