

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



VEHÍCULO No. 1: TRACTOCAMIÓN, KENWORTH T800, modelo 2009, color verde,
placa UPT 263 – Semirremolque S01378.

VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, BAJAJ DISCOVER 125, modelo 2015, color negro,
placa QWD 15D.

INFORME No. 230633572

Bogotá D.C., junio 27 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:.....	8
2.3	VEHÍCULOS:.....	12
2.4	RASTROS Y EVIDENCIAS EN EL LUGAR DE LOS HECHOS:	20
2.5	VICTIMAS:	25
3.	ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO	26
4.	SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.....	31
5.	ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.....	35
6.	HALLAZGOS	39
7.	CONCLUSIONES:.....	41
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

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.

CLASE DE ACCIDENTE: COLISIÓN.

➤ 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).

- c) 09 fotografías del día de los hechos y estado final de los vehículos.

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 23 de febrero de 2023, a las 15:40 horas, en la Calle 15 con Carrera 19 sentido Cali-Yumbo (3°33'48.91"N 3°33'48.91"N), Yumbo (Valle del Cauca).

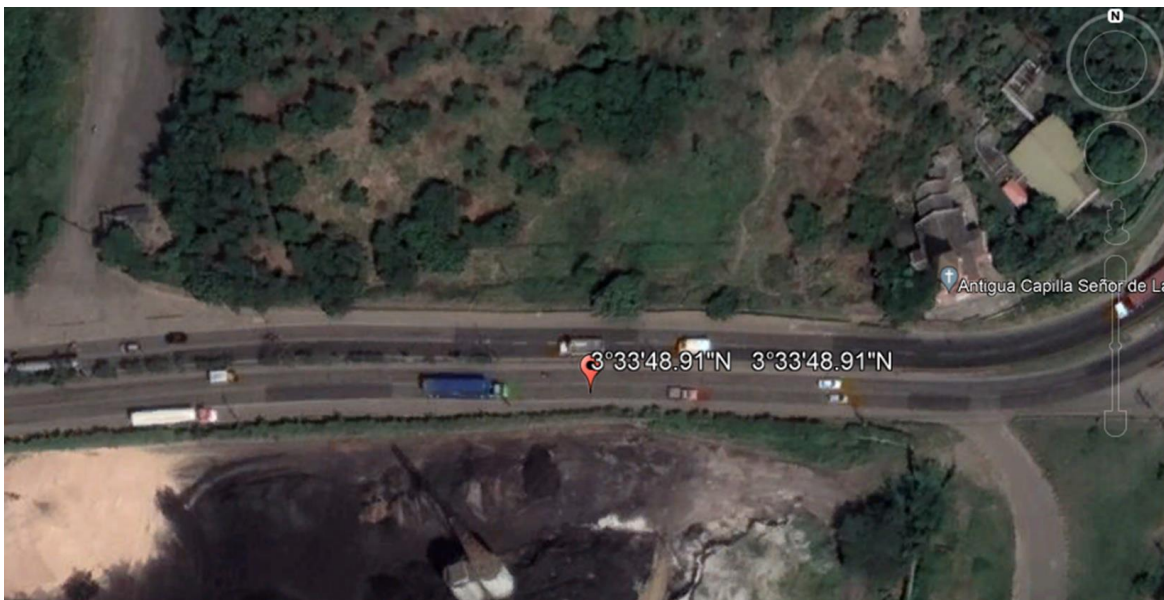


Imagen No 1: En esta imagen se aprecia la ubicación geográfica del lugar de los hechos (fuente Google Earth-pro).

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO **No. A**

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: **7 6 8 9 2 0 0 0** 2. GRAVEDAD: **CON MUERTOS** **CON HERIDOS** **SOLO DAÑOS**

3. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **731021 Calle 15 con Carrera 19 Calle Jordo** 3.1 LOCALIDAD O COMUNA: **Medellin**

4. FECHA Y HORA: **23/02/2015 15:10** 5. CLASE DE ACCIDENTE: **CHOQUE** **CADA OCUPANTE** 5.1 CHOQUE CON: **VEHICULO** **MURO** **SEMAFORO**

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR: **6.1 ÁREA: RESIDENCIAL** **6.2 SECTOR: ESCOLAR** **6.3 ZONA: DEPORTIVA** **6.4 DISEÑO: PASO A NIVEL** **6.5 CONDICIÓN CLIMÁTICA: GRANIZO**

7. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS: **7.1 SUPERFICIE DE RODADURA: ASPHALTO** **7.2 ESTADO: BUENO** **7.3 SEÑALES HORIZONTALES: LINEA CENTRAL AMARILLA**

8. CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS:

CONDUCTOR	VEHICULO
Musillo Valdes Jose James	75072295
Calle 7 #13A-10- B1 Radva	Villa Maria Caldes
75072295	2011 10175

8.2 VEHICULO: **UPT263 50158** **COLOMBIANA** **8** **Renault** **1000** **blanco** **2011** **SRS** **1001019 262**

8.3 CLASE DE VEHICULO: **OTRO** **8.4 CLASE DE VEHICULO: PASAJEROS** **8.5 DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO: Daños en parte delantera**

8.7 FALLAS EN: **FRENOS** **DIRECCIÓN** **LUCES** **BOCINA** **LLANTAS** **SUSPENSIÓN** **OTRA**

8.8 LUGAR DE IMPACTO: **FRONTAL** **LATERAL** **POSTERIOR** **OTRO**

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

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRANSITO No. [] HOJA 2

1. CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS

1.1 CONDUCTOR
 APELLIDOS Y NOMBRES: Solarte Bravo Juan Esteban DOC: 6342007 IDENTIFICACIÓN No.: Colombian 791170179 NACIONALIDAD: CO FECHA DE NACIMIENTO: 17/01/79 SEXO: M GRAVEDAD: MUERTO
 DIRECCIÓN DE DOMICILIO: Barrio las Colonias CIUDAD: Cusque TELÉFONO: 81335418 AUTORIZADO: SI EMERGENCIAS: SI GRADO: REG PRECATORIAS: SI
 LICENCIA DE CONDUCCIÓN No.: 6342007 CATEGORÍA: A2 RESTRICCIÓN: NO EXP. (SI) VEH. (SI) CONDOM. DE TRÁNSITO: SI CHALECO: SI CARGO: CONDOM
 HOSPITAL, CLÍNICA O SITIO DE ATENCIÓN: Clinica Costa Rey DESCRIPCIÓN DE LESIONES: Herida expuesta miembro inferior derecho
 CALI

1.2 VEHÍCULO
 PLACA: SWDSD PLACA BEMOL (QUE/SEM): 8 NACIONALIDAD: EXTRANJERO MARCA: BMW LÍNEA: Declaración de COLOR: Blanco MODELO: 2015 CARRROCERIA: 2 PASAJEROS: 2 LICENCIA DE TRANSITO No.: 1001208151
 MATRÍCULO EN: Barrios las Colonias INMOVILIZADO EN: Barrios las Colonias SALETA DE REGISTRO No.: Timbo
 REV. TEC. REG. (SI) NO (NO) No. 161940147 A DISPOSICIÓN DE: Trilaba CANTIDAD ACOMPAÑANTES O PASAJEROS EN EL MOMENTO DEL ACCIDENTE: 1
 PORTA SEAT: SI POLIZA No.: 84194939 ASSEURADORA: Mapa de Seguros RECIBIDOS: 11/10/13
 PORTA SEG. RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRACTUAL (SI) NO (NO) VENCIMIENTO: NO PORTA SEG. REP. EXTRACONTRACTUAL (SI) NO (NO) VENCIMIENTO: NO
 ASEGURADORA: Mapa de Seguros DIA: NO MES: NO AÑO: NO

1.3 CLASE VEHÍCULO
 AUTÓNOMO: BÚS: CAMIÓN: CAMIONETA: CAMPERO: MICROBUS: TRACTOCAMIÓN: VOLQUETA: MOTOCICLETA:
 II AGRÍCOLA: II INDUSTRIAL: MOTOCARRILLO: TRACCIÓN ANIMAL: CUATRINIMO: REMOLQUE: SEMIREMOLQUE:
 III CLASE DE SERVICIO: OFICIAL PUBLICO: PARTICULAR: DIPLOMÁTICO:
 III SINGULARIDAD DE TRÁNSITO: BIFIDO: CARGA: EXTRADIMENSIONADA: EXTRAPESADA: MERCANCIA PELIGROSA:
 PASAJEROS: COLECTIVO: INDIVIDUAL: BASIVO: ESPECIAL TURISMO: ESPECIAL ESCOLAR: ESPECIAL SALARIADO: ESPECIAL OCASIONAL:
 RADIO DE ACCIÓN: NACIONAL: MUNICIPAL:
 DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHÍCULO: Daños por transferencia y lateral por y otros por detención

1.4 FALLAS EN: FRENSO: DIRECCIÓN: LUCES: BOCINA: LLANTAS: SUSPENSIÓN: OTRA:
1.5 LUGAR DE IMPACTO: FRONTAL: LATERAL: POSTERIOR: OTRO:

2. VÍCTIMAS: PASAJEROS, ACOMPAÑANTES O PEATONES

2.1 VÍCTIMA
 APELLIDOS Y NOMBRES: Flores Urbane Liliara DOC: 1113641700 IDENTIFICACIÓN No.: Colombian 711089 NACIONALIDAD: CO FECHA DE NACIMIENTO: 10/08/71 SEXO: M
 DIRECCIÓN DE DOMICILIO: Barrios las Colonias CIUDAD: La Cumbre TELÉFONO: 81335418 AUTORIZADO: SI EMERGENCIAS: SI GRADO: REG PRECATORIAS: SI
 LICENCIA DE CONDUCCIÓN No.: NO CATEGORÍA: NO RESTRICCIÓN: NO EXP. (SI) VEH. (SI) CONDOM. DE TRÁNSITO: NO CHALECO: SI CARGO: CONDOM
 HOSPITAL, CLÍNICA O SITIO DE ATENCIÓN: Clinica Costa Rey DESCRIPCIÓN DE LESIONES: NO
 CALI

10. TOTAL VÍCTIMAS: PEATÓN: ACOMPAÑANTE: PASAJERO: CONDUCTOR: TOTAL HERIDOS: 2 MUERTOS: 0

11. HIPÓTESIS DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO
 DEL CONDUCTOR: #1 DEL VEHÍCULO: DEL PEATÓN:
 #2 DE LA VÍA: DEL PASAJERO:
 OTRA: ESPECIFICAR ¿CUAL?

12. TESTIGOS

APELLIDOS Y NOMBRES	DOC	IDENTIFICACIÓN No.	DIRECCIÓN Y CIUDAD	TELÉFONO

13. OBSERVACIONES: El vehículo #1 de marca BMW, por estar en marcha con el conductor del vehículo #1, se observaron estropeos debido a la colisión vehicular.

14. ANEXOS: ANEXO 1. Conductores Vehículos: ANEXO 2. Víctimas, peatones o pasajeros: OTROS ANEXO (Foto y Video):

15. DATOS DE QUIEN CONOCE EL ACCIDENTE
 GRADO: Asistente APELLIDOS Y NOMBRES: Corzo S. Cristian DOC: 1118847037 PLACA: 076 ENTIDAD: STY FIRMA: [Firma]

16. CORRESPONDIO: NÚMERO ÚNICO DE INVESTIGACIÓN: Día: Municipio: Ent.: U. receptora: Año: Comandante:

NICILADO SUPRATRAPORTE

Imagen No. 3: segunda hoja del informe de la autoridad IPAT.

15. DATOS DE QUIEN CONOCE EL ACCIDENTE

Nombre: González Apellidos: Sisthen DNI: 0116290537 Domicilio: 076 Calle: STY

16. CORRESPONDENCIA

Distrito: Provincias: U. regionales: Área: Comandante:

17. DATOS DE QUIEN CONOCE EL ACCIDENTE

Nombre: González Apellidos: Sisthen DNI: 0116290537 Domicilio: 076 Calle: STY

17. CROQUIS (BOQUEJO TIPOGRÁFICO)

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO No. **HOLAS 3**

18. TABLA DE REFERENCIA PERI

Nº	FECHA	TÍTULO	RECONSTRUCCIÓN DEL HECHO
1	15/10/2010	177/11/11	1
2	16/10/2010	177/11/11	1
3	17/10/2010	177/11/11	1
4	18/10/2010	177/11/11	1
5	19/10/2010	177/11/11	1
6	20/10/2010	177/11/11	1
7	21/10/2010	177/11/11	1
8	22/10/2010	177/11/11	1
9	23/10/2010	177/11/11	1
10	24/10/2010	177/11/11	1
11	25/10/2010	177/11/11	1
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

LONG. HUELLAS

Nº	METODO	CM	TIPO DE HUELLA
1	A	0.16	10H Ansthe
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

19. SIGNADO

20. SIGNADO

Imagen No. 4: Bosquejo anexo al 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 2 así como en la tabla No. 1.



Fotografía No.1 Panorámica: Registro en sentido Cali – Yumbo sobre la calle 15, se observa la morfología general del tramo, separador central y demarcación; en este sentido se desplazaba el vehículo No.1 y No.2.



Fotografía No.2 Panorámica elevada: registro en sentido Yumbo – Cali sobre la calzada de la calle 15 que conduce hacia Yumbo, se identifica su morfología general, estado y demarcación.



Fotografía No.3: Registro elevado en sentido Cali – Yumbo sobre la Calle 15, donde se observa la morfología general del tramo.

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

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

CARACTERÍSTICAS	Calle 15 con Carrera 19
ÁREA, SECTOR	<i>Tramo de vía nacional, industrial</i>
GEOMETRICAS	<i>Plana, recta (semicurva precedente), berma.</i>
UTILIZACIÓN	<i>Doble sentido</i>
CALZADAS	<i>Dos</i>
CARRILES	<i>Dos por sentido vial</i>
MATERIAL	<i>Concreto</i>
ESTADO	<i>Buena</i>
CONDICIONES Y TIEMPO	<i>Seca - Normal</i>
ILUMINACIÓN	<i>Luz día</i>
CONTROLES Y SEÑALES	<i>Línea de borde blanca, de carril segmentada y central amarilla. Separador central</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: TRACTOCAMIÓN, KENWORTH T800, modelo 2009, color verde,
placa UPT 263 – Semirremolque S01378.**



Imagen No. 5: vehículo involucrado en el siniestro motivo de investigación.

CONDUCTOR	JOSE JAMES MURILLO VALDÉZ
IDENTIFICACIÓN	CC 75.072.255
EDAD	49 años
LICENCIA	B3 - C3

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	<i>Público</i>
OCUPANTES	0
DIMENSIONES	<i>Largo: 17,0 m Ancho: 2,5 m Alto: 2,8 m – 4,2m</i>
PESO TOTAL	15500 – 16000 kg

TABLA No. 3

ES DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO
Daños en parte delantera

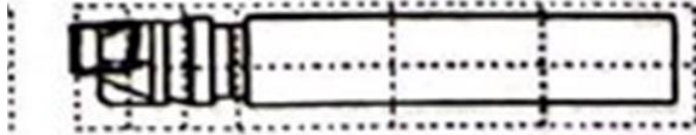


Imagen No. 6: se aprecia el segmento del informe de la autoridad, donde hacen referencia simple generalizada a la zona de daños, pero sin descripción de los mismos.



Imagen No.7: basada en los reportes se resalta la zona de daños y evidencias en el vehículo.



Imagen No.8: compuesta por registros del día de los hechos donde se observan los daños en la parte inferior del tercio derecho del paragolpes delantero, compatibles con abrasiones, ausencia de pintura y roces

**VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, BAJAJ DISCOVER 125, modelo 2015, color negro,
placa QWD 15D.**



Imagen No. 9: vehículo referencia de similares características al involucrado en el siniestro motivo de investigación.

CONDUCTOR	JHON ERLIN SOLARTE BRAVO
IDENTIFICACIÓN	CC 6.343.007
EDAD	43 años
LICENCIA	02

TABLA No. 4

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 2
SERVICIO	<i>Particular</i>
OCUPANTES	1
DIMENSIONES	<p><i>Largo: 2,0 m</i> <i>Ancho: 0,75 m</i> <i>Alto: 1,1 m</i> <i>Dist.entre ejes: 1,3m</i> https://grupouma.com/honduras/motos/discover/discover-125</p>
PESO TOTAL	250 - 260 kg

TABLA No. 5

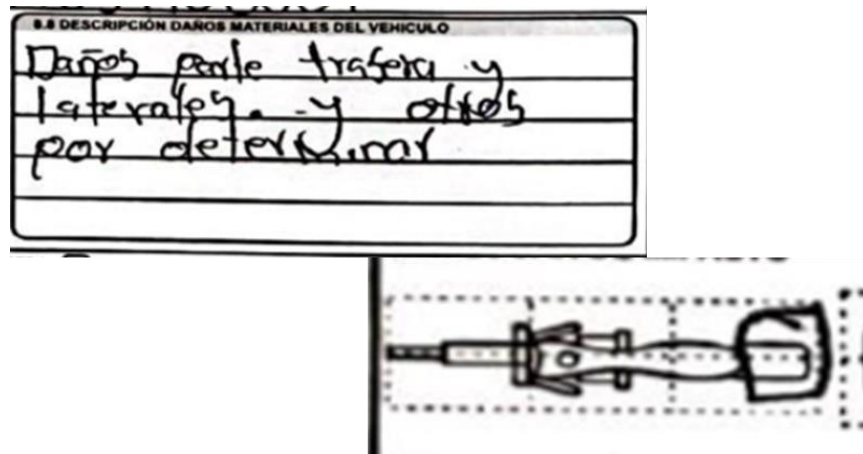


Imagen No. 10: se aprecia el segmento del informe de la autoridad, donde hacen referencia simple generalizada a la zona de daños, pero sin descripción de los mismos.



Imagen No.11: basada en los reportes se resalta la zona de daños y evidencias en el vehículo.



Imagen No.12: compuesta por registros del día de los hechos donde se observan daños en el lateral derecho compatibles con abrasiones y desalojo de posapié, rotación de espejos, desalojo parcial del sillín con vestigio de polvo y desplazamiento hacia la derecha del tanque, doblamiento de la defensa derecha hacia atrás.

2.4 RASTROS Y EVIDENCIAS EN EL LUGAR DE LOS HECHOS:

En el formato de levantamiento de accidentes suministrado (croquis – bosquejo topográfico) realizado por la autoridad se registra:

- Morfología general del lugar de los hechos y ancho de vía
- Punto de referencia y puntos de fijación por coordenadas.
- Posición final de los vehículos.
- Huella de arrastre de 6,6m, sin acotar técnicamente.

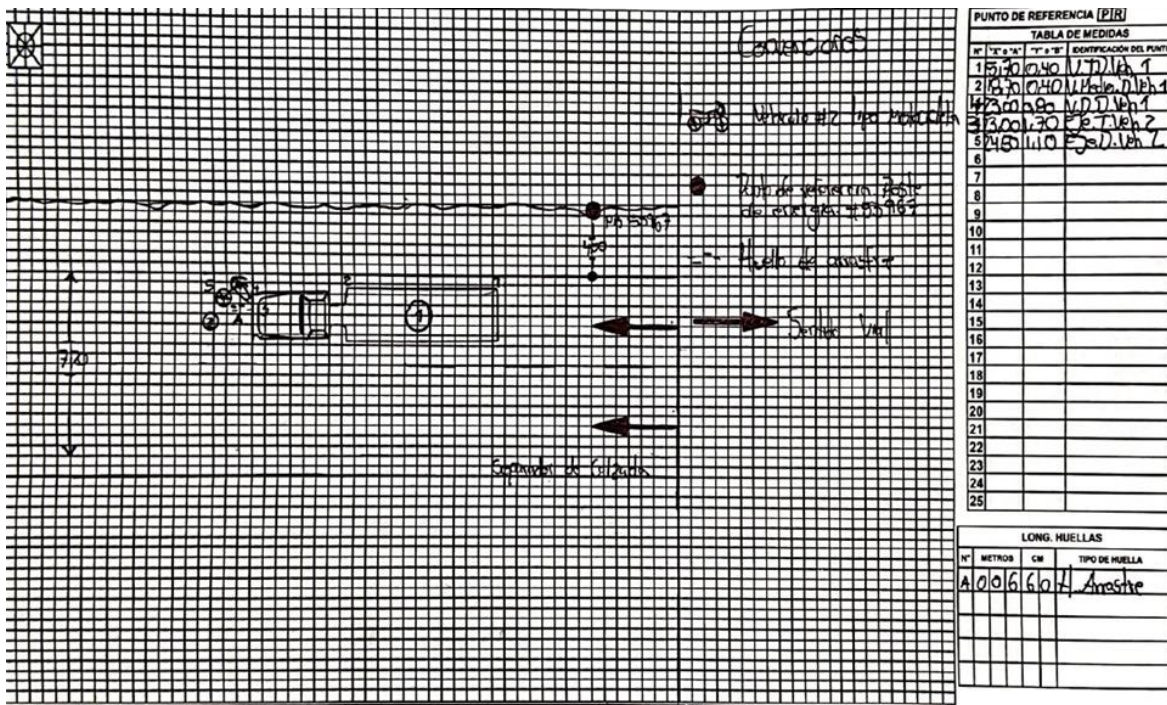


Imagen No. 13: Bosquejo del accidente realizado por la autoridad de tránsito.

En los registros fotográficos del día de los hechos se identifica:



Imagen No.14: compuesta por registros del día de los hechos donde se observa la posición final de los vehículos sobre el carril derecho, parcialmente la huella de arrastre y un vestigio compatible con fluido biológico tipo sangre, no diagramado ni acotado en el bosquejo del IPAT. No se identifican daños o rastros en otra zona de la unidad tractora aparte del referenciado en la parte baja del tercio derecho del paragolpes.



Imagen No.15: compuesta por registros del día de los hechos donde se observa una posición artificial del tractocamión (Probable retroceso) y el vestigio compatible con la huella de arrastre registrada de 6,6m, paralelamente se reconoce le vestigio de fluido no acotado en el bosquejo y lo que al parecer pueden ser huellas de doble llanta.

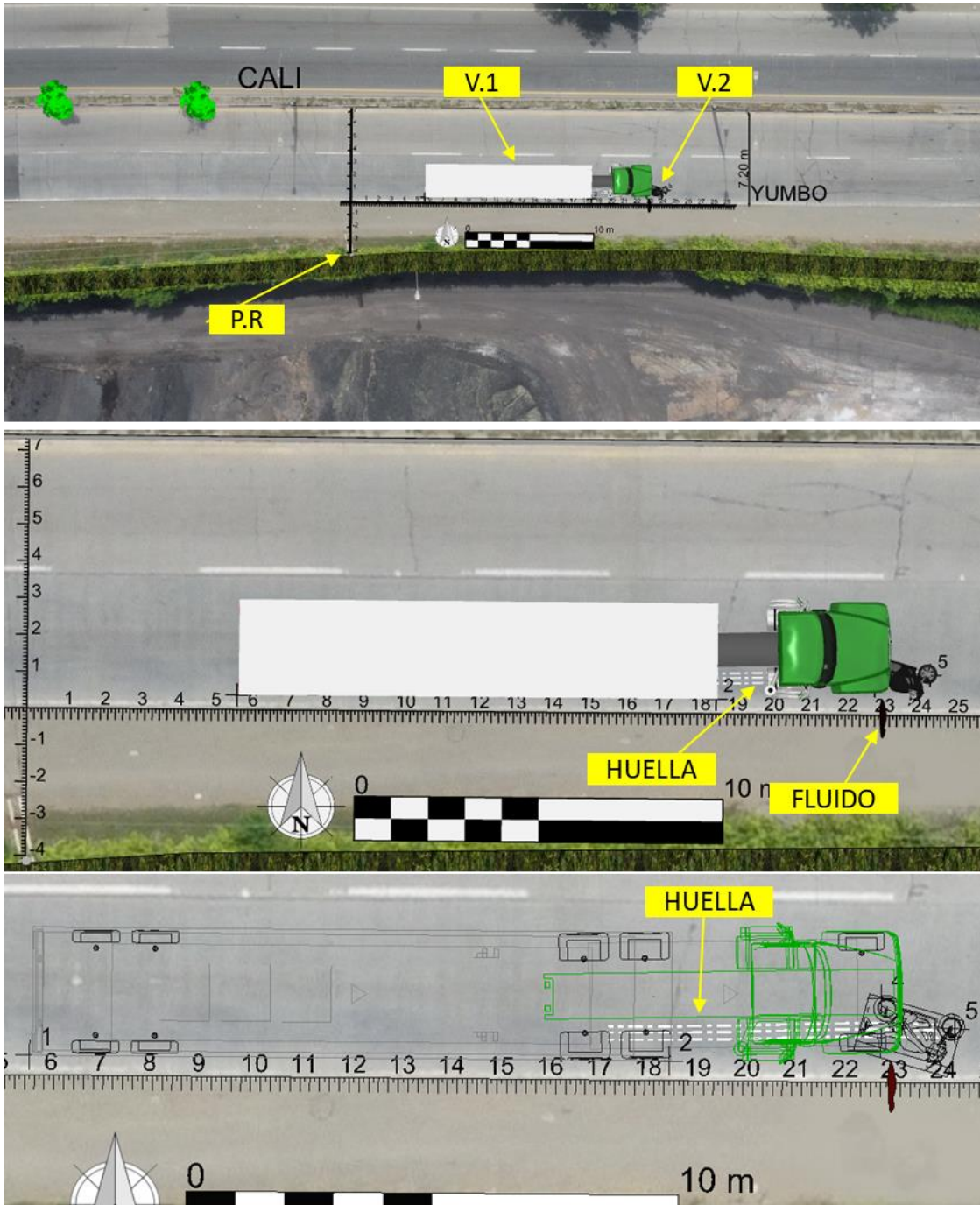


Imagen No.16: vista en planta y 3D de la elaboración a escala en el software VirtualCrash5, del bosquejo elaborado para el evento por autoridad de tránsito, incluyendo el vestigio tipo fluido biológico identificado en las fotografías.

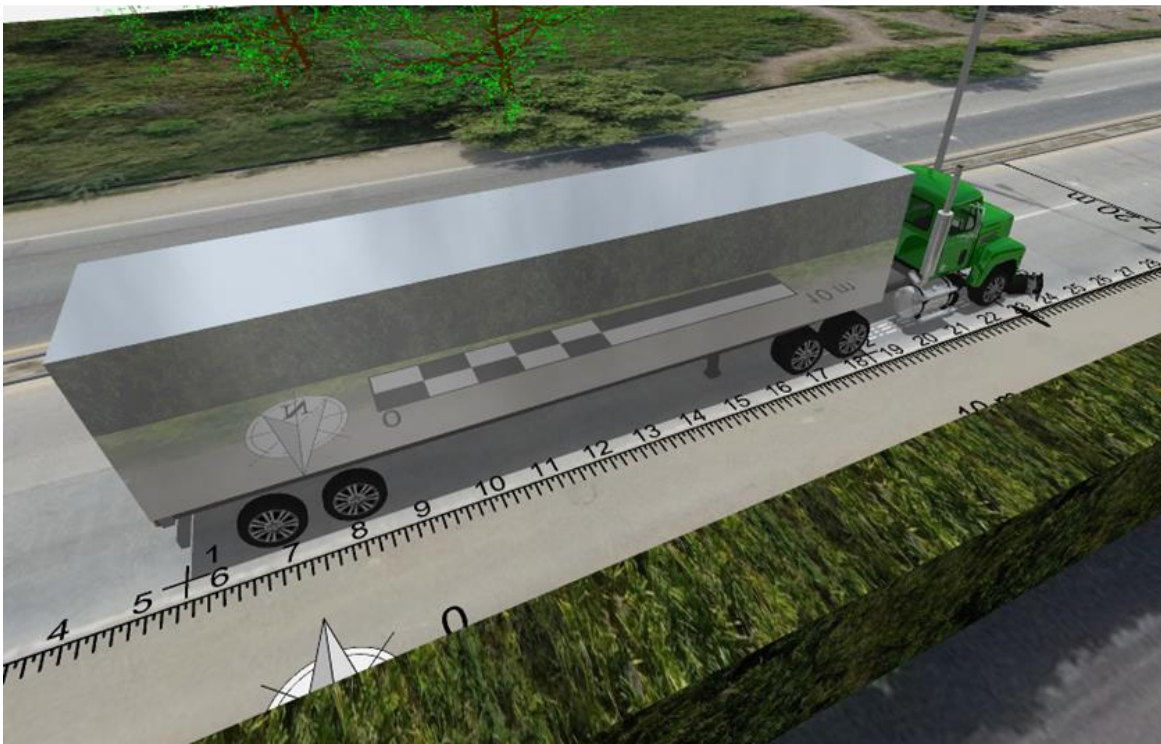
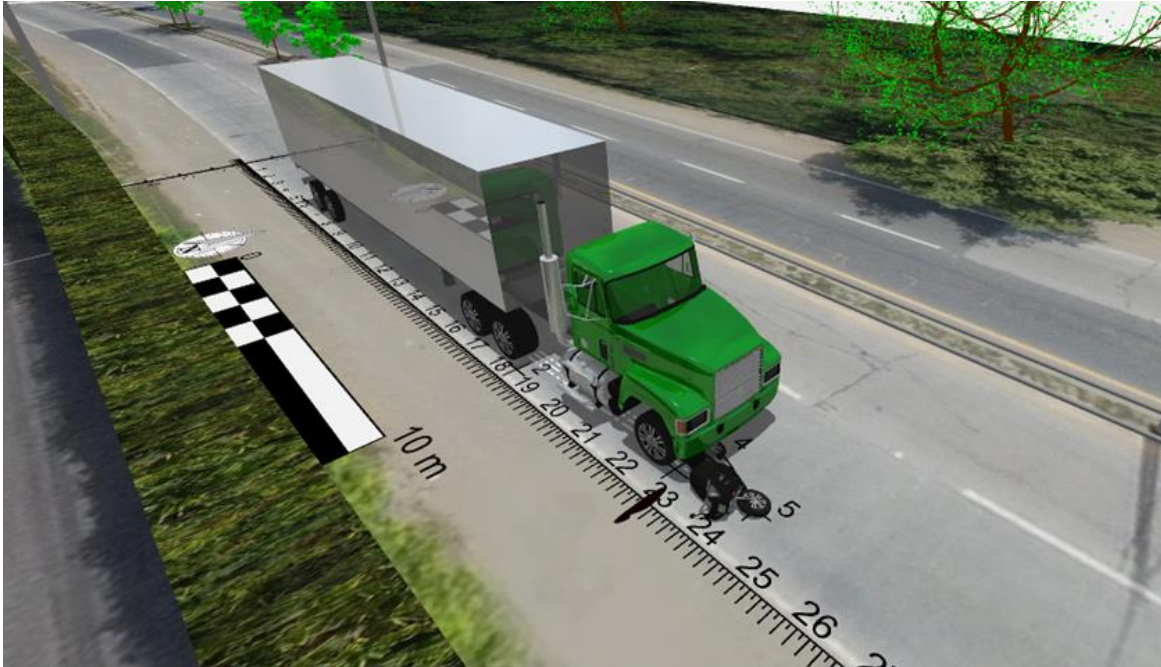


Imagen No.17: vista en 3D de la escena, elaborada en el software Virtual Crash.

2.5 VICTIMAS:

Producto del siniestro se reportan dos personas lesionadas:

No.	NOMBRES	DATOS
1	JHON ERLIN SOLARTE B.	<i>Conductor del vehículo No.2, trasladado a centro asistencial, presentó herida expuesta en miembro inferior derecho.</i>
2	LILIANA FLOR URBANO	<i>CC 1.113.641.700, 37 años, tripulante de vehículo No.2, trasladada centro asistencial.</i>

TABLA No. 5

➤ DILIGENCIAS ADELANTADAS

- Inspección al lugar de los hechos para elaboración de registro fotográfico y topográfico.
- Recopilación de información extra (entrevista, validaciones).

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, 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 los rastros y/o daños en las estructuras de los vehículos junto con las posiciones finales, se obtiene la posición relativa de los involucrados al momento de la interacción:

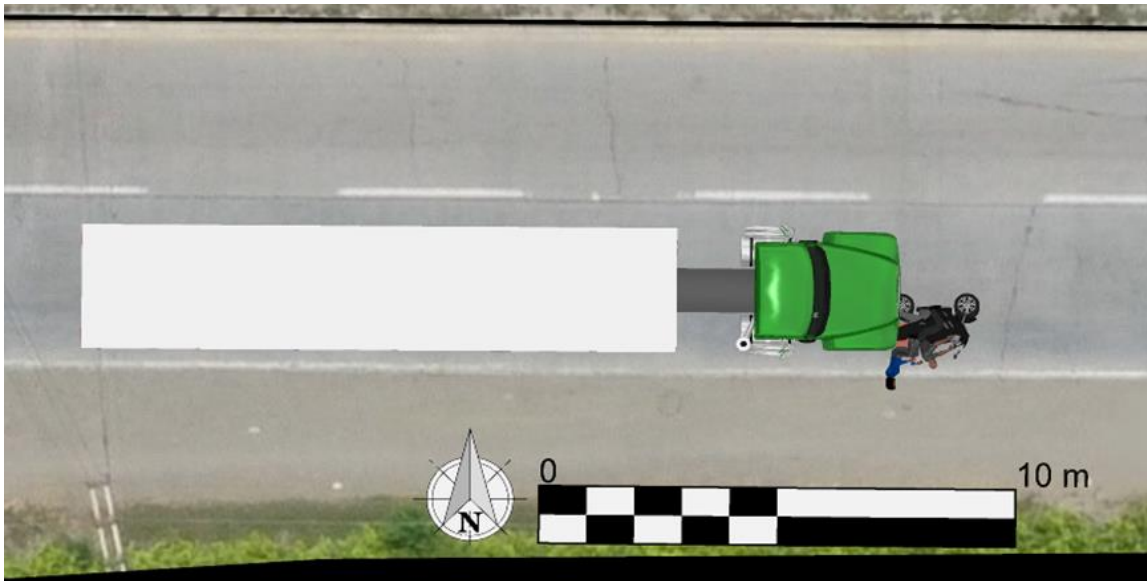


Imagen No.18: vista en planta elaborada en VirtualCrash5 que muestra la posición relativa de los involucrados al momento del impacto y el área donde se presentó. El área naranja de 1,0 x 0,5 m, indica que la colisión se presenta en cualquier punto de esta área la cual se encuentra sobre el carril derecho de la calzada.



Imagen No.19: compuesta por vista 3D ilustrando la posición relativa al momento del impacto.

3.2 DESARROLLO 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 de la velocidad de circulación de los vehículos momentos previos, el lugar de la vía donde ocurre el impacto y la posición relativa, la secuencia de movimiento después del impacto y el análisis de evitabilidad. La valoración de estos permitirá conocer las causas del 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 y la posición relativa se localizaron teniendo en cuenta las trayectorias que seguían los vehículos antes, los daños identificados y registrados y las posiciones finales.
- Después del impacto los vehículos se desplazan unidos hasta alcanzar la posición de reposo.
- Los coeficientes de desaceleración efectiva¹ después del impacto que se usaron para realizar los cálculos se tomaron de tal forma que involucraran el proceso de detención anterior descrito, siendo entre 0,3 y 0,4 para el conjunto (siendo predominante el factor de desaceleración del tractocamión).
- La relación entre la posición de contacto inicial entre los vehículos y la posición final permite estimar mediante cinemática una probable velocidad relativa de interacción, basados en la distancia recorrida del paragolpes por sobre la estructura de la motocicleta (aprox. 1,2m) a lo largo del mismo tiempo que tarda el recorrido de los 6m de arrastre referenciados (prom 2,2s). Vel relativa promedio entonces: 2km/h.

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 (1,3 s) y uno coma siete (1,7 s) segundos, la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento* mínimo de $\mu=0,5$ y máximo de $\mu=0,6$ para el vehículo No.1 y mínimo de $\mu=0,45$ y máximo de $\mu=0,55$ para el vehículo No.2.

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 VELOCIDAD ASOCIADA AL TRACTOCAMIÓN

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

- V_v : Velocidad asociada al vehículo entre 11 y 13 km/h.
 μ : Coeficiente de desaceleración asociado entre 0,3 y 0,4.
 g : Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s²
 d_A : Distancia total recorrida por el vehículo entre 6 y 7 m.
 t : Tiempo de respuesta frenado entre 1,3 y 1,7 s.

3.2.2 VELOCIDAD RELATIVA INICIAL DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD INICIAL DEL VEHÍCULO No.1 y 2 Y AL ÁNGULO QUE FORMAN AL MOMENTO DEL IMPACTO.

$$V_{ri}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos\theta$$

- V_{ri} : Velocidad relativa inicial promedio 2 km/h.
 V_1 : Velocidad inicial Vehículo No.1 entre 11 y 13 km/h.
 V_2 : Velocidad inicial Vehículo No.2 entre 9 y 11 km/h
 θ : Angulo que forman las velocidades al impacto, entre $0^\circ \pm 3^\circ$

3.2.3 DISTANCIA RECORRIDA EN ACELERACIÓN

$$2d = \frac{V_f^2 - V_i^2}{a}$$

d: distancia recorrida Veh.No.1 entre 6±0,5 m - Veh.No.2 entre 3,5±0,5 m.

a_{prom}: Veh.No.1 0,9m/s² - Veh.No.2 1,1 m/s²

V_i : Velocidad inicial vehículo 0 km/h

V_f : Velocidad final Veh.No.1 entre 11 y 13 km/h - Veh.No.2 entre 9 y 11 km/h.

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

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

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 se plantea la secuencia probable para el siniestro, en donde un instante antes de la colisión el vehículo **No. 2 MOTOCICLETA** que se desplazaba sobre la Calle 15 hacia Yumbo pierde la estabilidad y vuelca sobre si costado derecho a una velocidad comprendida entre nueve (**9 km/h**) y once (**11 km/h**) kilómetros por hora, instante en el que es colisionada por alcance por la parte baja del paragolpes del vehículo **No. 1 TRACTOCAMIÓN**, el cual se desplazaba en el mismo sentido a una velocidad comprendida entre once (**11 km/h**) y trece (**13 km/h**) kilómetros por hora al momento del contacto.

Como consecuencia del contacto y la diferencia de velocidad el paragolpes del tractocamión va sobrepasando la motocicleta volcada, generando los daños y rastreos en la estructura, así como la presión y afectación en el miembro inferior derecho del conductor de la motocicleta; posteriormente el tractocamión inicia el proceso de desaceleración, durante el cual continúa arrastrando la motocicleta, hasta detenerse en la posición final registrada*.

** no se cuenta con referencia de la posición final o lesiones de la tripulante de la motocicleta para incluirla en la secuencia pos-volcamiento.*

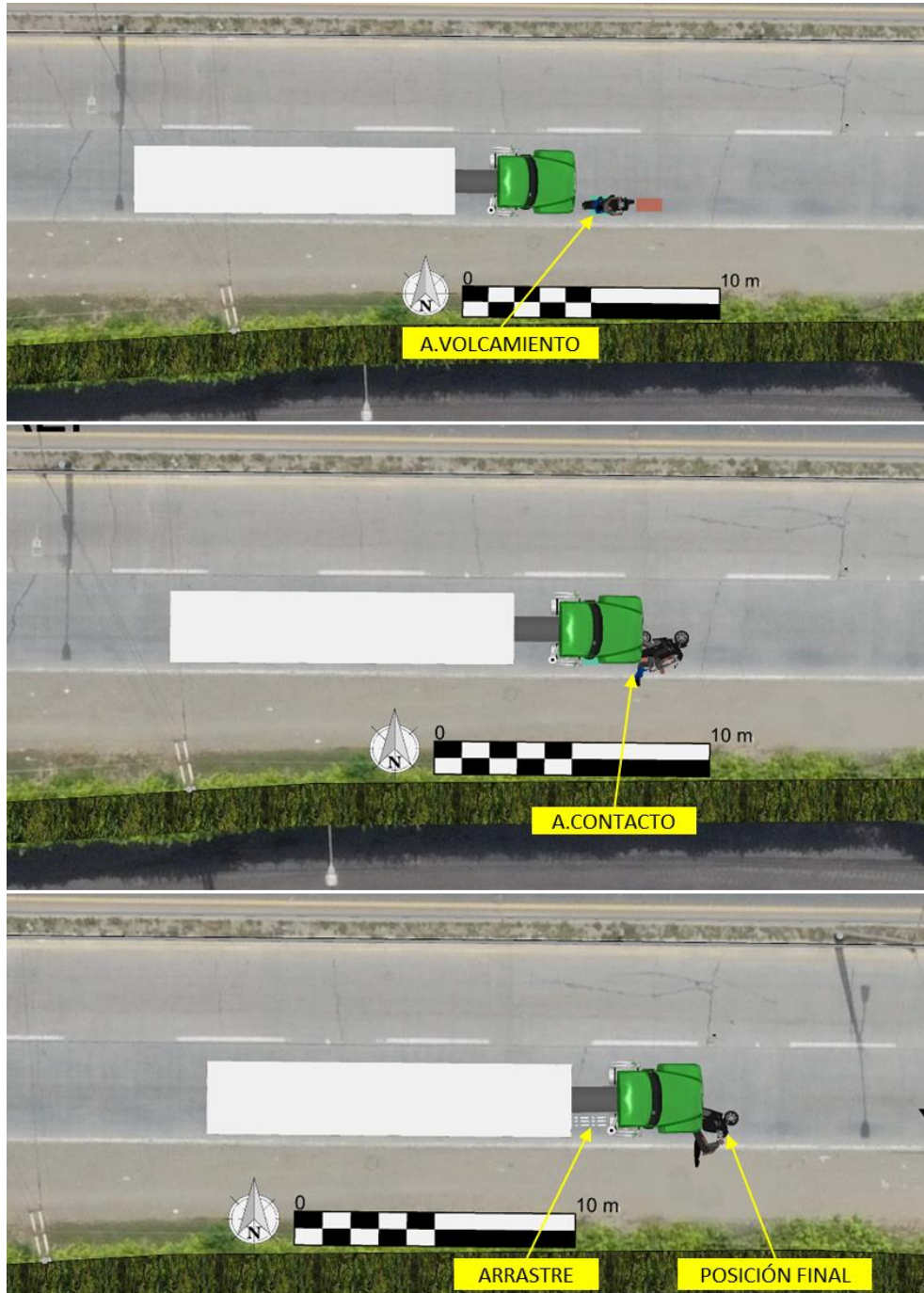


Imagen No.20: vista en planta de la secuencia establecida para el evento basados en el análisis forense de la evidencia registrada y suministrada a la fecha, la ubicación probable de los vehículos previo al contacto y al momento del contacto, en relación con las posiciones finales y rastros.

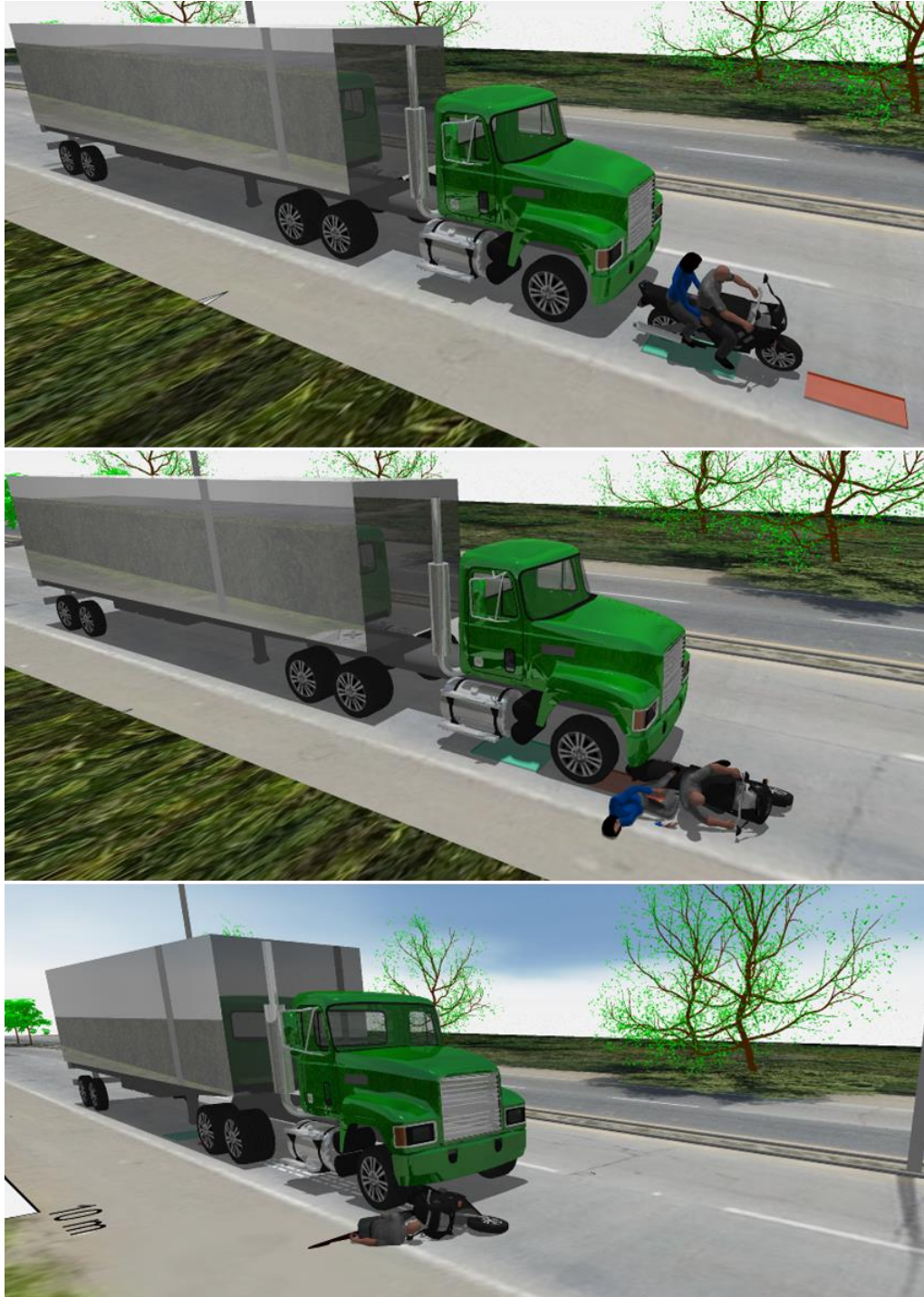


Imagen No.21: compuesta por vista en 3D donde se representa la secuencia compatible establecida con el análisis forense de la información registrada y suministrada.

Si se analiza un proceso de inicio de marcha de los vehículos previo al volcamiento y contacto se puede establecer la posición desde donde debieron iniciar la aceleración para alcanzar la velocidad de contacto (atendiendo a la referencia investigativa de estado de detención en la vía):

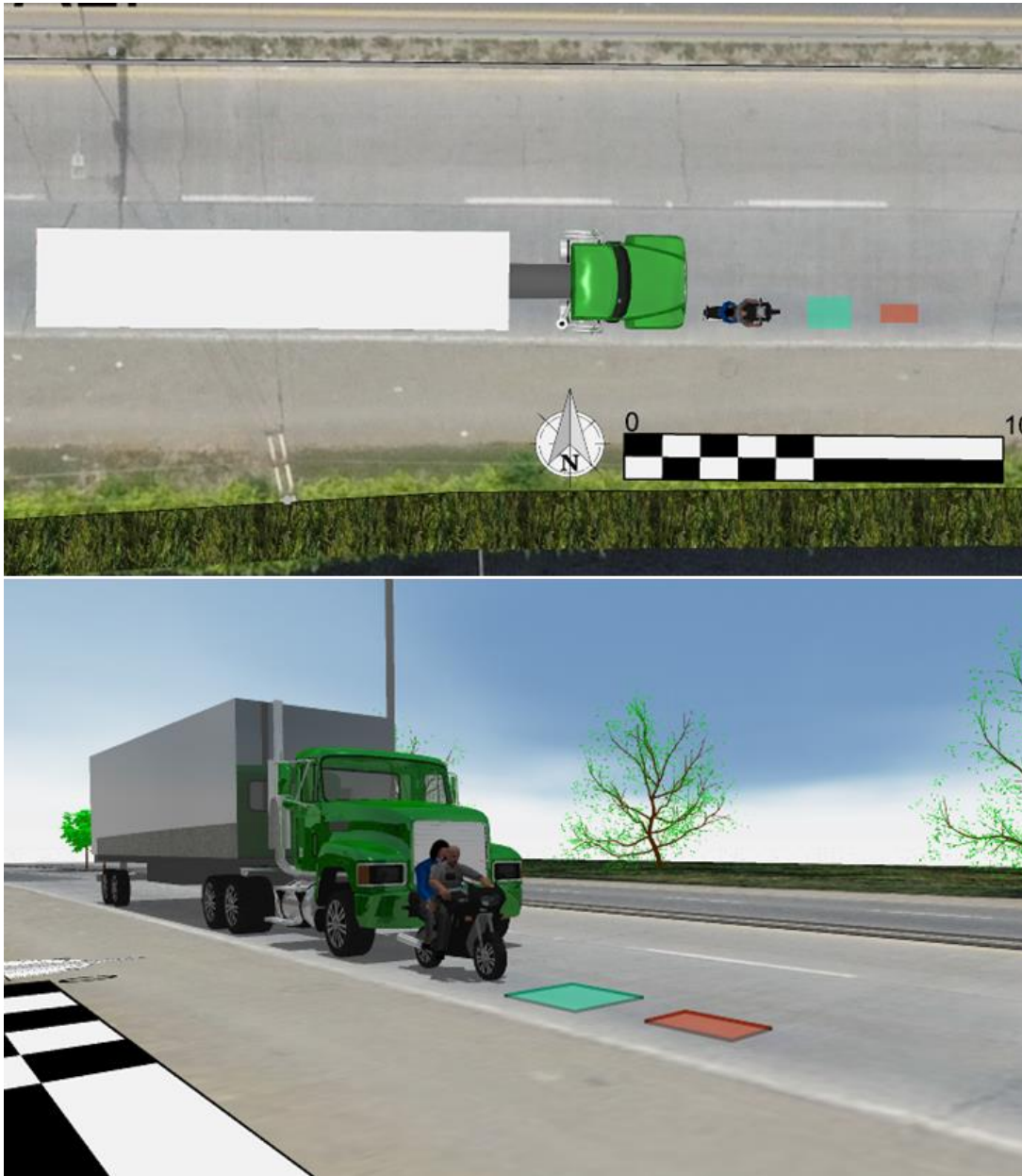


Imagen No.22: compuesta por vista en planta y 3D donde se representa la ubicación probable de los vehículos al inicio de un proceso de marcha, para alcanzar las velocidades de contacto.

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 coma tres (1,3 s) y uno coma siete (1,7 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
TRACTOCAMIÓN Entre 11 y 13 km/h	Entre 4 y 6 m	Entre 0,8 y 1,2 m	Entre 4,8 y 7,2 m
MOTOCICLETA Entre 9 y 11 km/h	Entre 3,5 y 5 m	Entre 0,5 y 1 m	Entre 4 y 6 m

TABLA No. 7

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.

En el presente evento no se registran ni identifican huellas asociadas a maniobras de frenado de emergencia pre impacto, lo que puede asociarse a que no hay una identificación de un riesgo con antelación al contacto. Situación que en este evento es compatible con la ubicación de la motocicleta al frente del tractocamión en los denominados puntos ciego o zonas de visibilidad nula por las dimensiones de los vehículos.

No se cuenta con evidencia que indique la probabilidad de que la motocicleta se encontrara en el rango del campo visual del conductor del tractocamión.



Imagen No.23: representación de la visual probable de los conductores a la altura del área de volcamiento de la motocicleta, aproximadamente 0,5 segundos antes del contacto.



Imagen No.24: representación de la visual probable de los conductores en el lugar de inicio de marcha/aceleración para alcanzar la velocidad de volcamiento y contacto. (zona de visibilidad nula)

6. HALLAZGOS

- a. Los resultados del análisis del evento se soportan en el análisis forense de la evidencia registrada y en el modelo físico utilizado, en particular con la posición final de los involucrados, las evidencias en la vía, el estado final (daños-rastros) de los vehículos y lesiones.
- b. La construcción del bosquejo en planta y en 3D se basa en el reporte de la autoridad de tránsito y en el registro de rastros y evidencias diagramados y referenciados en el bosquejo del IPAT, complementado con la inspección a la vía y fotografías del día de los hechos.
- c. En el IPAT se plantea como hipótesis de ocurrencia de los hechos para el vehículo No.1 Tractocamión la 143 (*“poner en marcha un vehículo sin precauciones”*); en observaciones del mismo documento manifiesta: *los vehículos se encontraban estacionados debido a la congestión vehicular.*
- d. Se establece con la evidencia asociada y análisis físico forense la ubicación del área de contacto sobre el carril derecho de la calle 15 (hacia Yumbo).
- e. El área de impacto posee un rango debido al análisis objetivo de la evidencia, el error sistemático que se presenta en el proceso investigativo y de fijación de la evidencia en el lugar de los hechos, tiene compatibilidad con la posición final, forma de interacción y vestigios en la superficie. Este margen de incertidumbre se traslada a los resultados de los cálculos, sin embargo, esta incertidumbre no indica desconocimiento o error, sino el resultado que mejor se ajusta desde la perspectiva forense.
- f. No se identifican huellas asociadas a frenados de emergencia pre-impacto o pos-impacto.
- g. No se tiene referencia técnica de influencia de terceros en el desarrollo del evento.
- h. No se registra ni se evidencian rastros, así como tampoco en los resultados de los cálculos, que indiquen maniobras súbitas o intempestivas realizadas por el Tractocamión.
- i. La lesión en el conductor de la motocicleta es compatible con la presión ejercida por la motocicleta en volcamiento y el arrastre sobre la superficie.
- j. No se aporta en el IPAT, ni se logra en el análisis del caso, evidencia que indique o establezca el motivo por el cuál la motocicleta pierde estabilidad.

- k.** No se identifica en los registros aportados del día de los hechos algún vestigio o rastro en el tercio derecho de la zona frontal del tractocamión, que indique que este vehículo colisiona con un impulso elevado a la motocicleta estando esta sobre sus llantas, y que esto induzca el volcamiento lateral; los rastros se encuentran en la parte baja del paragolpes delantero del tractocamión y no hay deformaciones en la parte trasera de la motocicleta (stop, porta placa, placa o llanta; lo que indica que la motocicleta ya estaba caída al momento de ese contacto)
- l.** Los resultados del análisis de cinemático y dinámico del evento permiten reconocer que en los momentos previos al contacto y en el contacto, la motocicleta se encontraba en una zona de visibilidad nula para el operador del tractocamión (puntos ciegos vehículos grandes dimensiones).
- m.** Se identifica que es posible para el motociclista identificar al vehículo de grandes dimensiones y realizar maniobras para evitar ubicarse en zonas de visibilidad nula de estos vehículos, guardando distancias de seguridad.
- n.** No se reporta ni identifica evidencia que permita establecer cómo llegaron los vehículos a ubicarse en la posición pre - volcamiento, minutos antes de la ocurrencia del siniestro.
- o.** Si se llega a establecer en la experticia técnica a vehículos que sí hay vestigios de un contacto entre el tractocamión y la motocicleta sin estar esta volcada, y que el contacto se produce justo al iniciar la marcha el tractocamión, se establecería igualmente que la motocicleta se ubica en un punto ciego del tractocamión, se ubica en proximidad de un vehículo de grandes dimensiones, acción compatible con elevación del riesgo potencial.
- p.** La pérdida de estabilidad de la motocicleta puede llegara obedecer a situaciones tales como movimiento súbito del pasajero, inicio de marcha descontrolado, sensación de proximidad, falla al momento de usar un pie de apoyo, interacción con otro elemento, entre otras.
- q.** En la medida que sea suministrado para análisis información objetiva tal como registro fotográfico judicial de la escena, informes de policía judicial, experticia técnica a vehículos y clínica forense es posible corroborar y ampliar los resultados del presente análisis.
- r.** Las versiones en general sobre el evento hacen parte del proceso investigativo, pero no se constituyen como elementos objetivos de juicio, ni herramientas para la realización de cálculos numéricos o planteamiento de la dinámica del accidente.

7. CONCLUSIONES:

1. Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable² para el siniestro, en donde un instante antes de la colisión el vehículo No.2 Motocicleta que se desplazaba sobre la Calle 15 hacia Yumbo pierde la estabilidad y vuelca sobre si costado derecho a una velocidad comprendida entre nueve (9 km/h) y once (11 km/h) kilómetros por hora, instante en el que es colisionada por alcance por la parte baja del paragolpes del vehículo No.1 Tractocamión, el cual se desplazaba en el mismo sentido a una velocidad comprendida entre once (11 km/h) y trece (13 km/h) kilómetros por hora al momento del contacto.

Como consecuencia del contacto y la diferencia de velocidad el paragolpes del tractocamión va sobrepasando la motocicleta volcada, generando los daños y rastreos en la estructura, así como la presión y afectación en el miembro inferior derecho del conductor de la motocicleta; posteriormente el tractocamión inicia el proceso de desaceleración, durante el cual continúa arrastrando la motocicleta, hasta detenerse en la posición final registrada*.

** No se cuenta con referencia de la posición final o lesiones de la tripulante de la motocicleta para incluirla en la secuencia pos - volcamiento.*

2. La velocidad calculada al momento del impacto para el vehículo No.1 Tractocamión 12 ± 1 km/h (12 km/h $\pm 8\%$ margen de error), se identifica como compatible con un proceso de inicio de marcha.

3. La velocidad estimada para el vehículo No.2 Motocicleta 10 ± 1 km/h (10 km/h $\pm 10\%$ margen de error), se identifica como compatible con un proceso de inicio de marcha.

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.

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 asocien a las circunstancias generadoras del accidente.
6. Basados en el análisis de la información objetiva suministrada se establece que la circunstancias³ asociadas a la ocurrencia del accidente de tránsito obedecen al factor humano, presentándose por parte del conductor del vehículo No.2 MOTOCICLETA la pérdida de estabilidad del vehículo en proximidad de un vehículo de grandes dimensiones (*Hallazgo I, m, p*).

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

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. "Motorcycle Accident Reconstruction". Nathan Rose, William Neale. SAE International R-483
5. Delta V: Basic Concepts, Computational Methods and Misunderstandigs. Ric. D Robinette, Richard J. Fay y Rex E. Paulsen. Fay Engineering Corp. SAE 940915.

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.

6. “acceleration-deceleration behaviour of various vehicle types”. P.S Broke and A.K Maurya. Science direct; Elsevier.2016
7. 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



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, 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.
- 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 Specialist)
- Miembro **APIAT** (Asociación de Peritos en Investigación de Accidentes de Tránsito) perito Nivel 3.

Alejandro Rico León

- Reconstructor de accidentes acreditado internacional 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 A/T.
- Presentador y asistente en seminarios específicos y en World Reconstruction Exposition Edición 2 y 3.
- Miembro **NAPARS** (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialist).