

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



VEHÍCULO No. 1: CAMIÓN, INTERNATIONAL MV607 SBA4X2, modelo 2023, color azul,
placa TJT 723.

VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, SUZUKI GN125, modelo 2010, color rojo,
placa CLE 11C.

INFORME No. 240634837

Bogotá D.C., Julio 10 de 2024

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

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA	4
2.1	FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:	4
2.2	LA VÍA:.....	8
2.3	VEHÍCULOS:	12
2.4	RASTROS Y EVIDENCIAS EN EL LUGAR DE LOS HECHOS:	20
2.5	VICTIMAS:	28
3.	ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.....	29
4.	SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO	34
5.	ANÁLISIS DE EVITABILIDAD	38
6.	HALLAZGOS	41
7.	CONCLUSIONES:	43
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

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.
4. Drones tipo UAS clase II según RES: RAC 91; marca: DJI; modelos: mini 2 / mini 3 Pro; certificación de pilotos: AeroCivil CE-IEAC S.A.S-301;302;283;289;291-2023; CE-EDF-A-DRPA-2023-30-035. Póliza RCE: 3520010157401.

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 (07 incluidas en el informe)
- b) Informe policial de accidente de tránsito (IPAT).
- c) fotografías a color del día de los hechos (08 incluidas en el informe)
- d) fotografías a color del vehículo No.1 (01 incluidas en el informe)

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 15 de abril de 2024, a las 14:30 horas, en el Km 13 de la vía Manizales – Neira ($4^{\circ}10'46.08''N$ $75^{\circ} 4'9.22''W$), Vda. Maracas (Caldas).

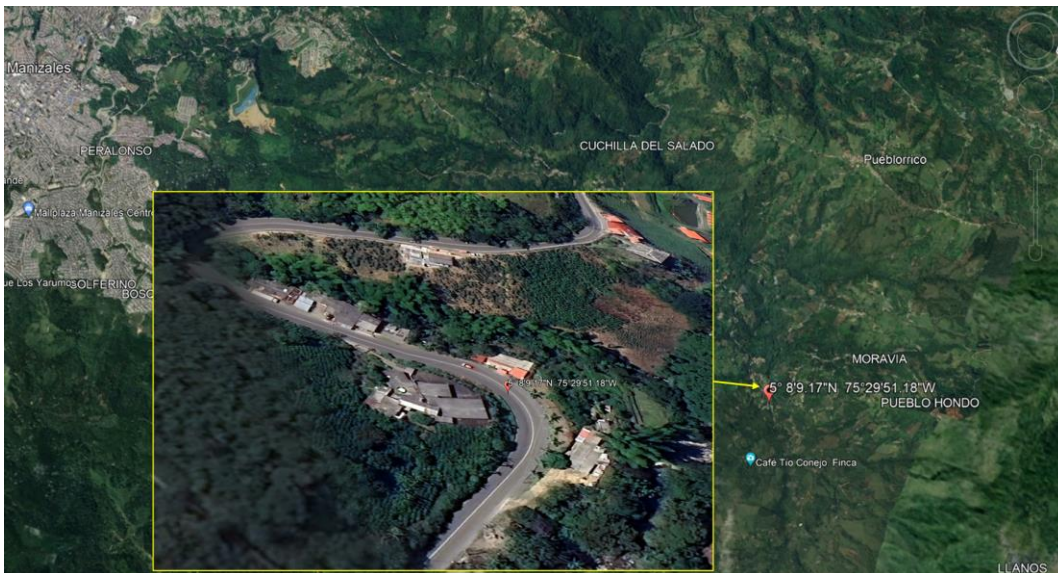


Imagen No 1: En esta imagen se aprecia la ubicación geográfica del lugar de los hechos (fuente Google Earth-pro).

Folio 5 de 47

[illegible]

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

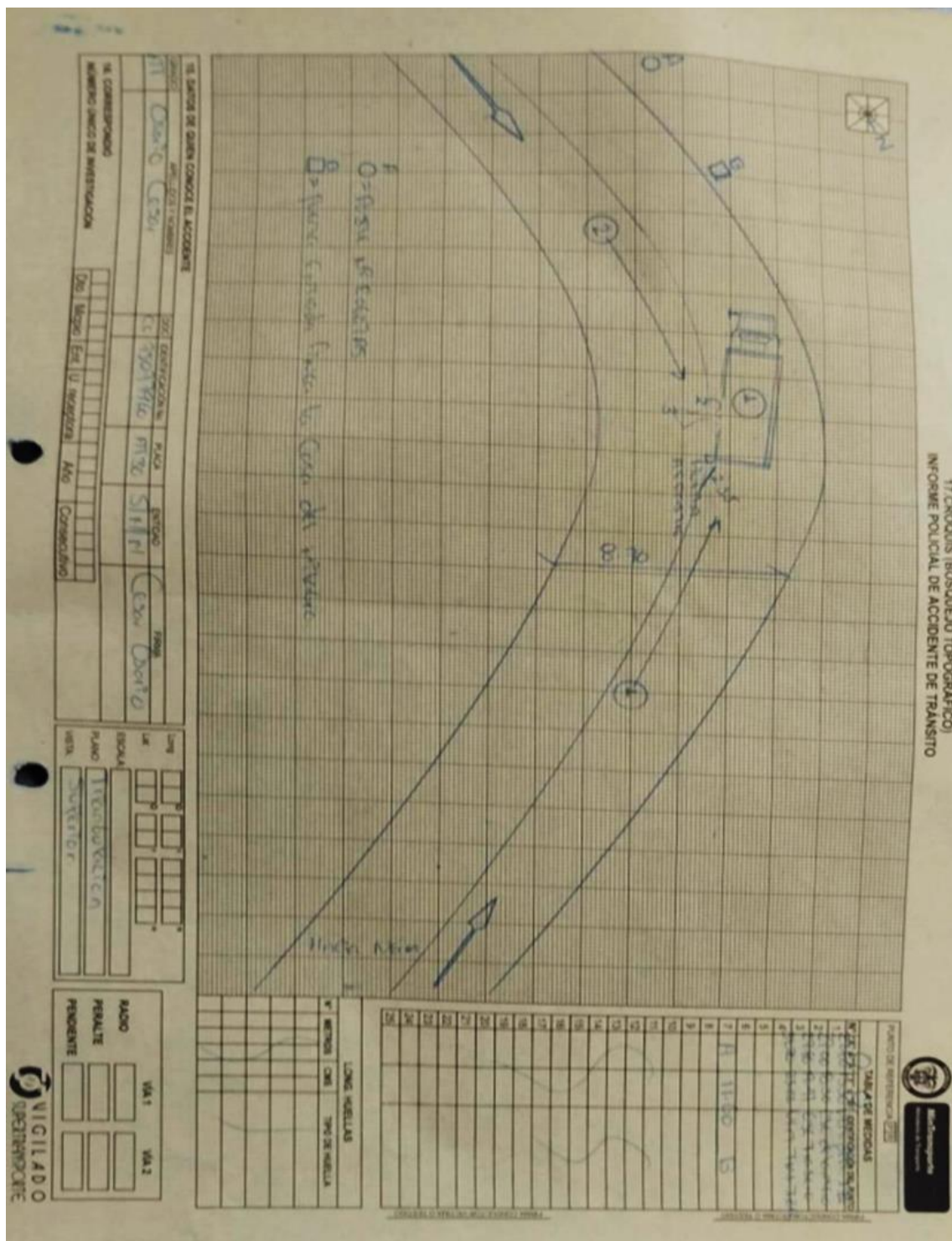


Imagen No. 4: FPJ-16 Bosquejo Topográfico.

2.2 LA VÍA:

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



Fotografía No.1 Panorámica: compuesta por registros en sentido Neira - Manizales en aproximación al tramo en curva a la izquierda donde ocurren los hechos, se referencia la morfología general del tramo, demarcación, señales; en este sentido se desplazaba el vehículo No.1 camión.



Fotografía No.2 Panorámica: compuesta por registros en sentido Manizales - Neira en aproximación al tramo en curva a la derecha donde ocurren los hechos, se identifica señalización y demarcación; en este sentido se desplazaba el vehículo No.2 Motocicleta.



Fotografía No.3 Panorámica elevada: registro en sentido Manizales - Neira sobre la curva donde ocurren los hechos, se registra la morfología de la vía y se resaltan los puntos de referencia del IPAT.

Nota1: la inspección al lugar de los hechos se realizó en abril 17 de 2024 por Brayan López investigador Pereira IRSVIAL, no se identifican cambios en la morfología del tramo vial.

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

CARACTERÍSTICAS	Km 13 vía Manizales - Neira
ÁREA, SECTOR	<i>Tramo de vía Nacional</i>
GEOMETRICAS	<i>Curva (R:27-27,5 m), pendiente (6° positiva hacia Manizales)</i>
UTILIZACIÓN	<i>Doble sentido</i>
CALZADAS	<i>Una</i>
CARRILES	<i>Uno por sentido vial</i>
MATERIAL	<i>Asfalto</i>
ESTADO	<i>Buena</i>
CONDICIONES Y TIEMPO	<i>Seca, normal</i>
ILUMINACIÓN	<i>Sin Iluminación artificial</i>
CONTROLES Y SEÑALES	<i>Línea central amarilla continua, línea de borde blanca; Delineadores de curva, señal “alto riesgo de accidente” desgastada.</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: CAMIÓN, INTERNATIONAL MV607 SBA4X2, modelo 2023, color azul, placa **TJT 723**.



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

CONDUCTOR	MARINO AURELIO LEITON CRUZ
IDENTIFICACIÓN	CC 1.061.698.848
EDAD	36 años
LICENCIA	C3

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	<i>Público</i>
OCUPANTES	01
DIMENSIONES	<i>Largo: 9,5m Ancho: 2,5 m Alto: 2,4m Dist. Entre ejes: 5,6 m Medidas relevadas en campo</i>
PESO TOTAL	14000 -14500 kg

TABLA No. 3

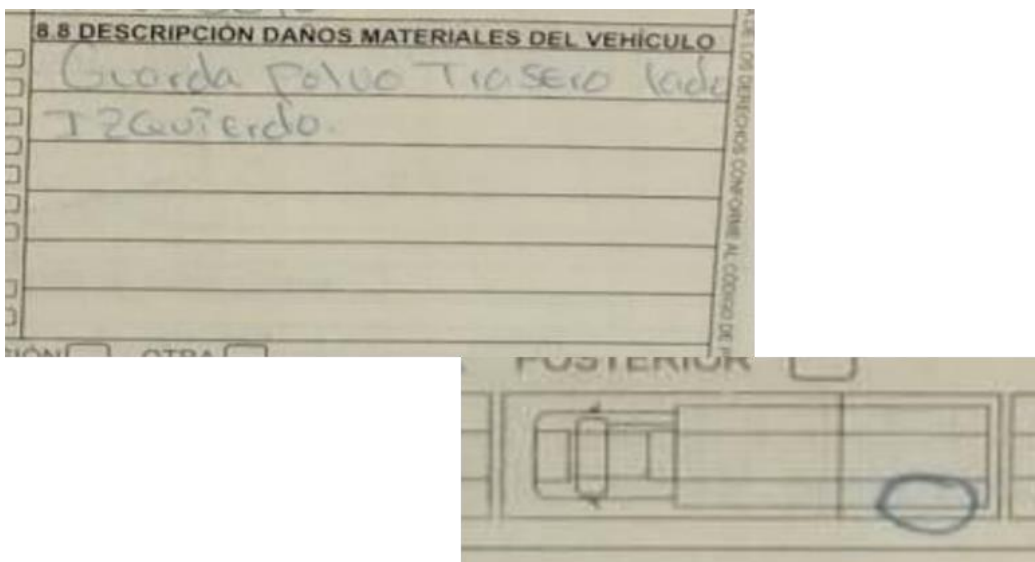


Imagen No. 6: se aprecia el segmento del informe de la autoridad, donde hacen referencia básica generalizada a un lugar de impacto y sin descripción de daños.

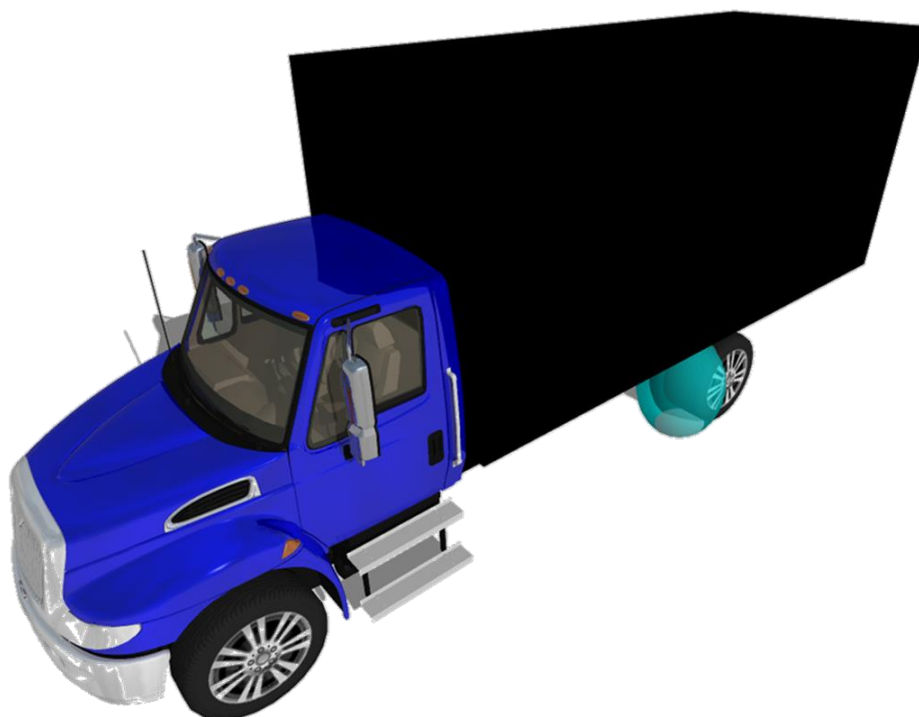


Imagen No.7: basada en los reportes se representa la zona donde se referencian daños el vehículo.



Imagen No.8: registro suministrado del día de los hechos donde se referencia parcialmente la parte del vehículo afectada por la colisión.

**VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, SUZUKI GN125, modelo 2010, color rojo,
placa CLE 11C.**



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

CONDUCTOR	JAIRO ARIAS FRANCO
IDENTIFICACIÓN	CC 16.052.205
EDAD	58 años
LICENCIA	A2

TABLA No. 4

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 2
SERVICIO	Particular
OCUPANTES	01
DIMENSIONES	Largo: 1,95 m Ancho: 0,8 m Alto: 1,1 m Dist. Entre ejes: 1,3 m https://suzuki.com.co/motocicletas/sport/gn-125
PESO TOTAL	260 - 270 kg (117kg)

TABLA No. 5

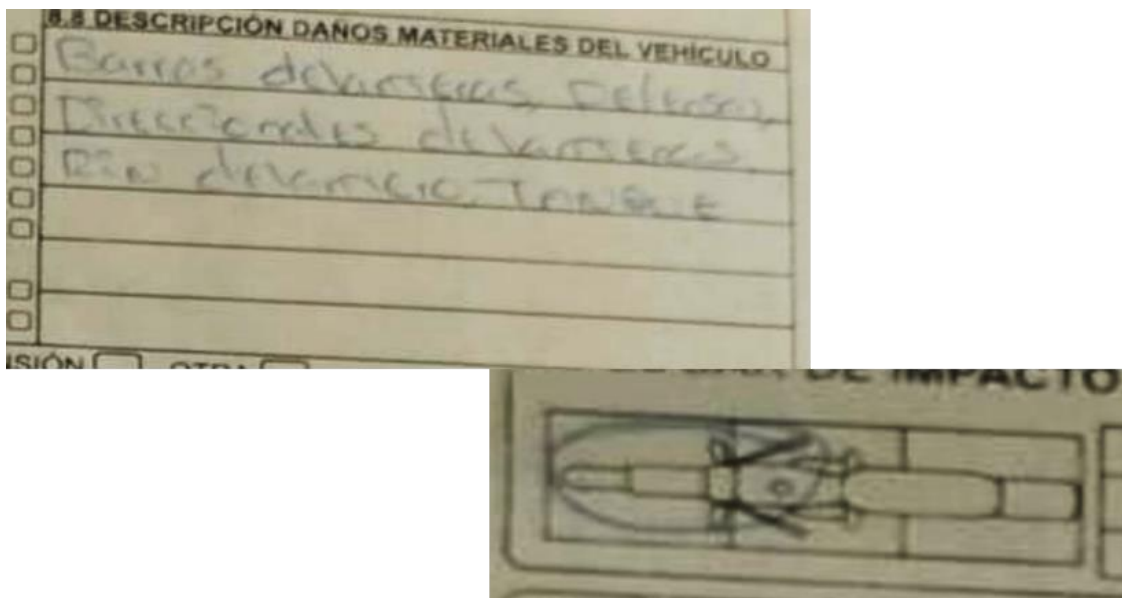


Imagen No. 10: se aprecia el segmento del informe de la autoridad, donde hacen referencia básica generalizada a un lugar de impacto, pero sin descripción de daños.

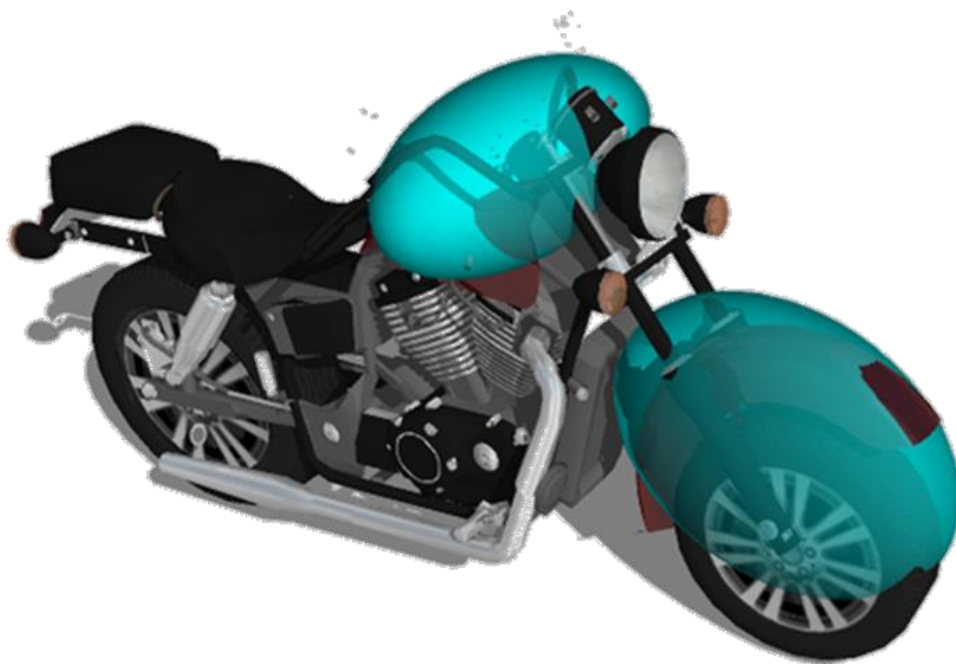


Imagen No.11: basada en los reportes se representa la zona de daños en el vehículo.



Imagen No.12: compuesta por registros del día de los hechos donde se observa parcialmente el estado final de la motocicleta, identificando daño en el eje delantero, deformación barras, doblamiento manubrio, desalojo espejo retrovisor, abolladura tanque, guardabarros con doblamiento.

2.4 RASTROS Y EVIDENCIAS EN EL LUGAR DE LOS HECHOS:

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

- Características generales del tramo de vía, sentido vial y de circulación.
- Punto de referencia A -B y puntos de fijación por triangulación.
- Posición final vehículos.
- Referencia a una huella de arrastre de 2,35m sin fijar técnicamente.

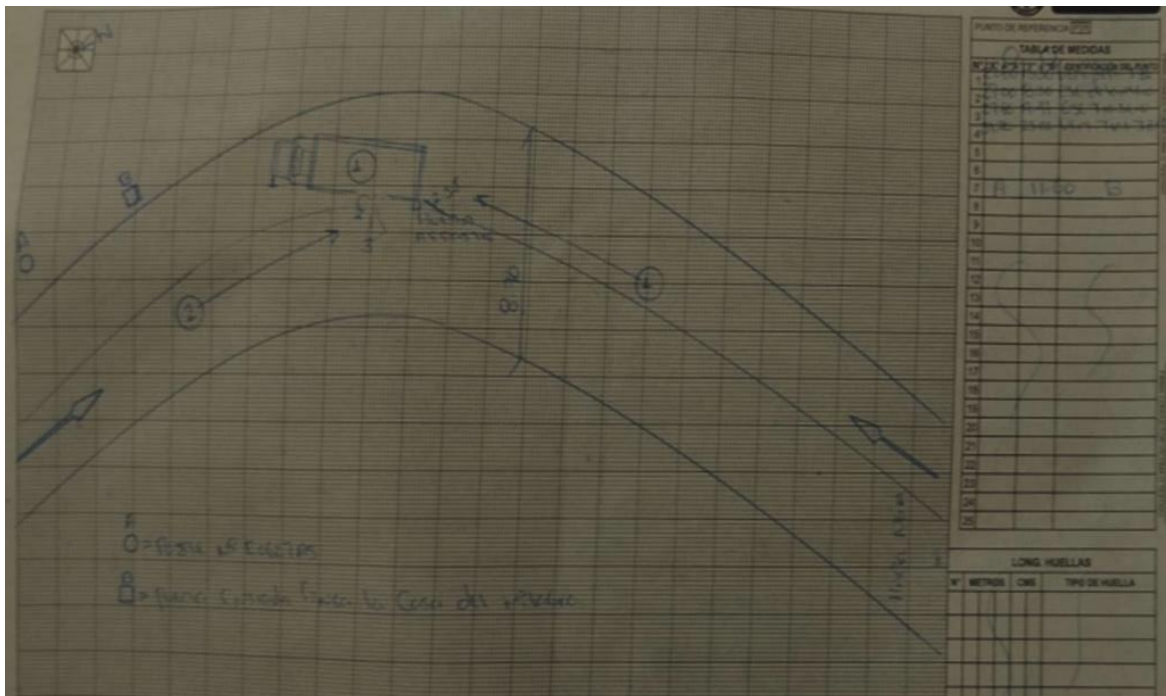


Imagen No. 13: bosquejo del accidente realizado por la autoridad de tránsito. *El dibujo no presenta escala numérica o gráfica y no se realiza la adecuada fijación de la huella de arrastre.*

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

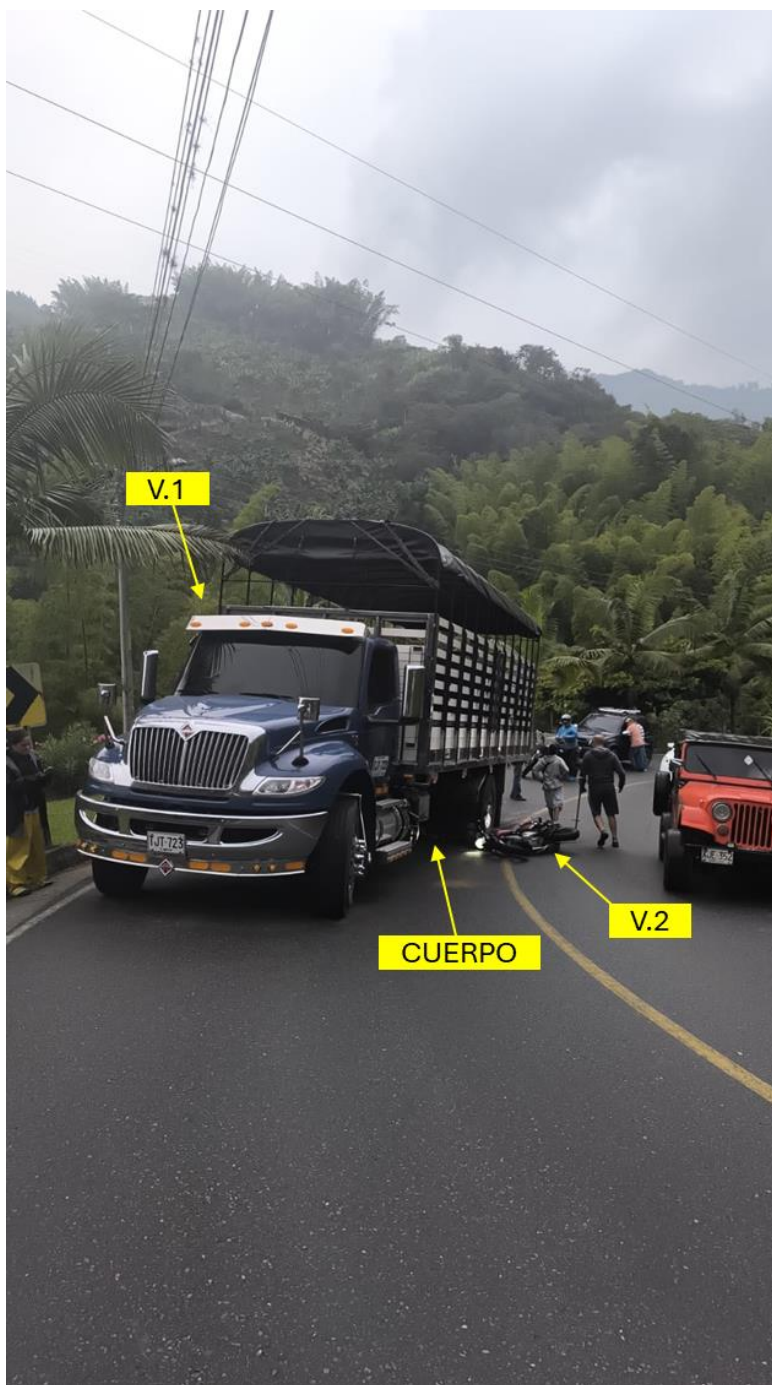


Imagen No.14: registro del día de los hechos donde se observa la escena del siniestro, el estado de la superficie, se referencia la posición final de los vehículos y cuerpo.

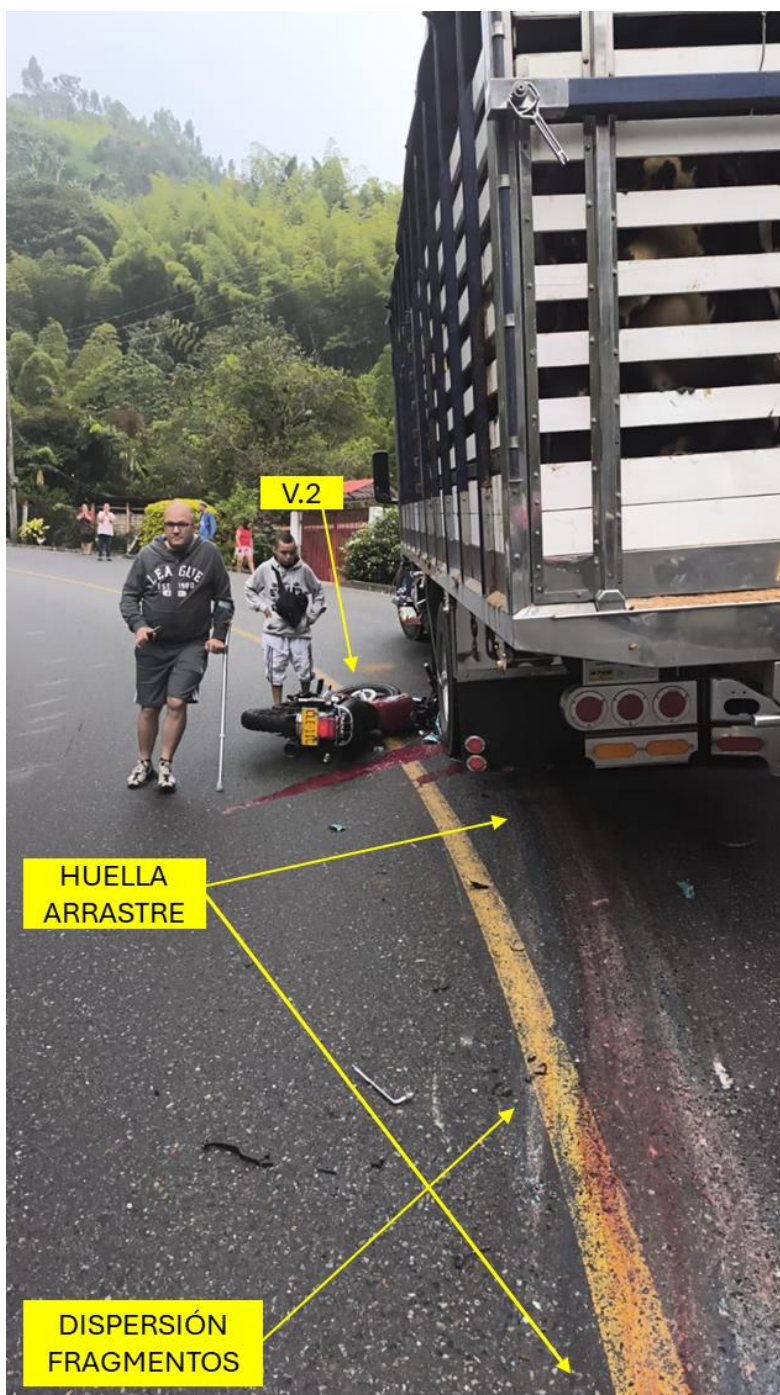


Imagen No.15: registro del día de los hechos donde se observa la posición final del camión y motocicleta, se observan fluidos biológicos tipo sangre y la huella compatible con arrastre con componentes biológicos , así como fragmentos dispersos.

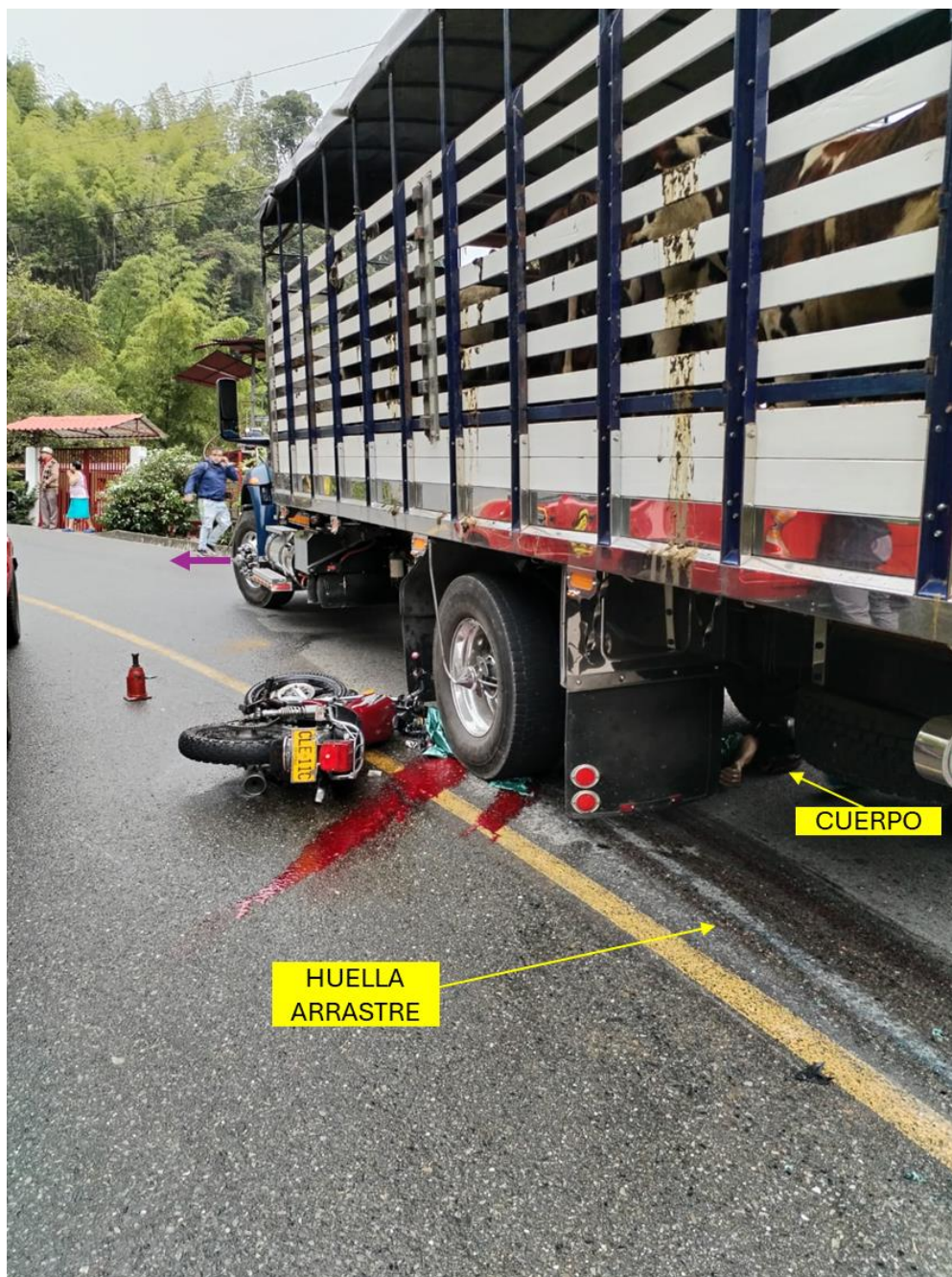


Imagen No.16: registro del día de los hechos donde se observa la posición final de los vehículos, la carga del camión, el cuerpo lesionado que posteriormente fallece, fluidos biológicos, parte de la huella de arrastre. La flecha púrpura indica la orientación de las llantas delanteras previo a la acción de los servicios de emergencia.



Imagen No.17: compuesta por registros del día de los hechos donde se observa la asistencia de servicios de emergencia, labores de agentes de tránsito. *La flecha púrpura indica la orientación en esta instancia de las llantas delanteras, es decir después de la acción de los servicios de emergencia.*

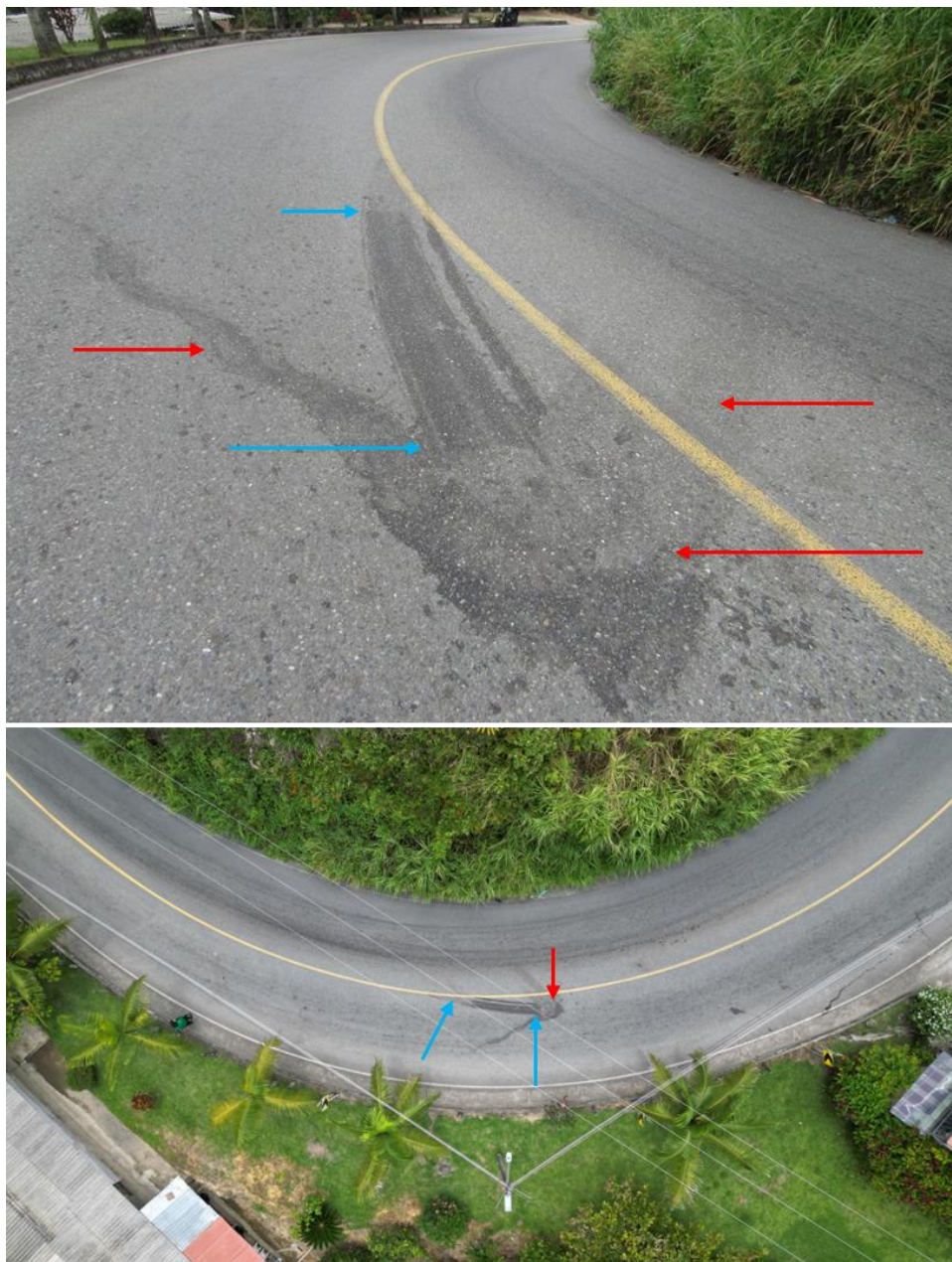


Imagen No.18: compuesta por registros de inspección al lugar de los hechos el 17 de abril del año en curso, donde se identifica la huella marcada sobre la calzada compatible con la dinámica del evento, huella asociada al frenado del camión y arrastre del cuerpo sobre la superficie(indicadore azul), así como el vestigio de fluidos biológicos esparcidos por el cuerpo previo traslado asistencial (indicador rojo); se registra una longitud de $4,9\pm0,1$ m con un ancho de 0,5m para la huella.

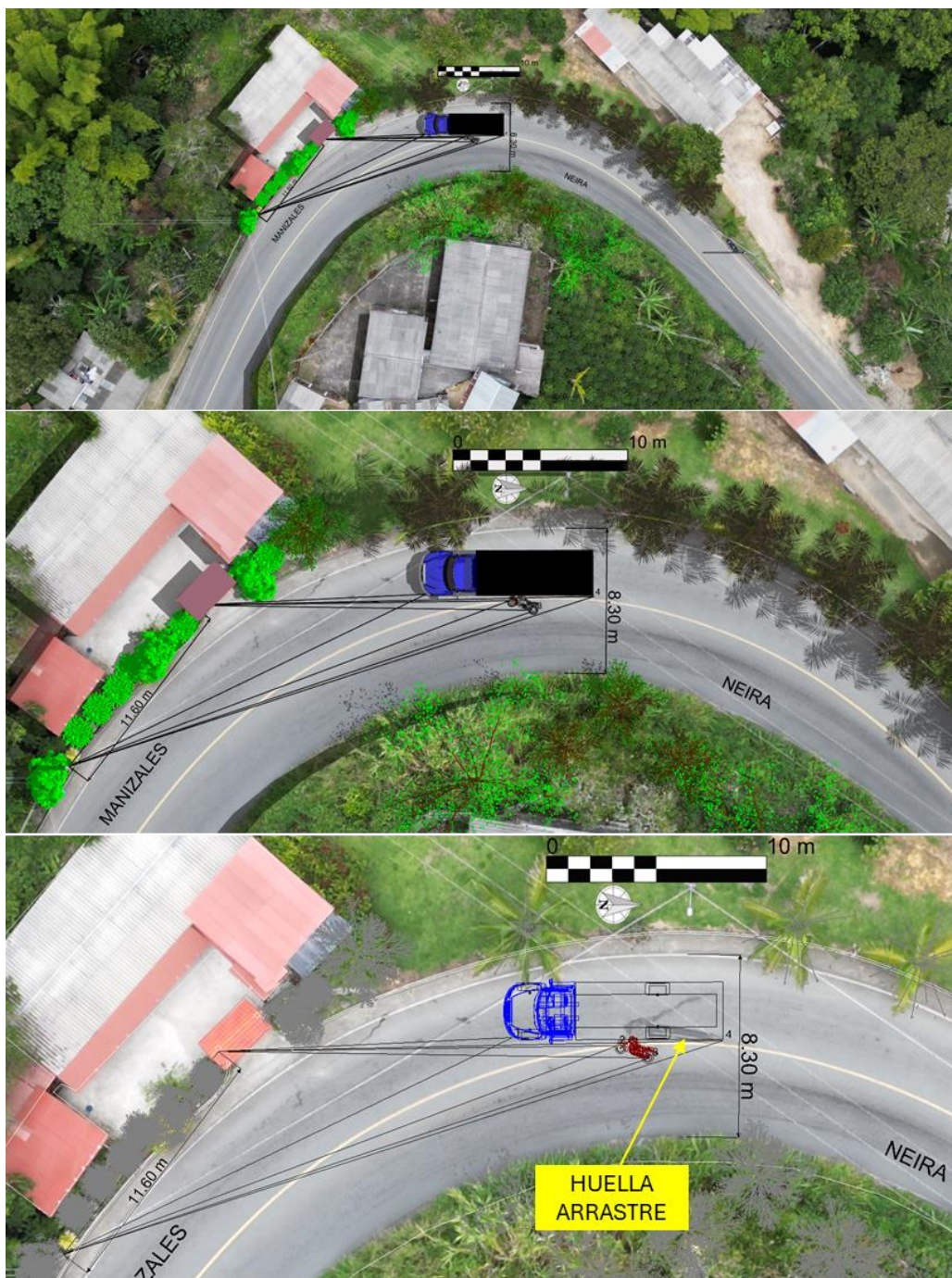


Imagen No.19: vista en planta de la elaboración a escala en el software VirtualCrash5, del bosquejo elaborado para el evento por autoridad de tránsito. Se incluye a escala la ubicación real, morfología del vestigio tipo huella de arrastre., haciendo uso de la inspección al lugar.

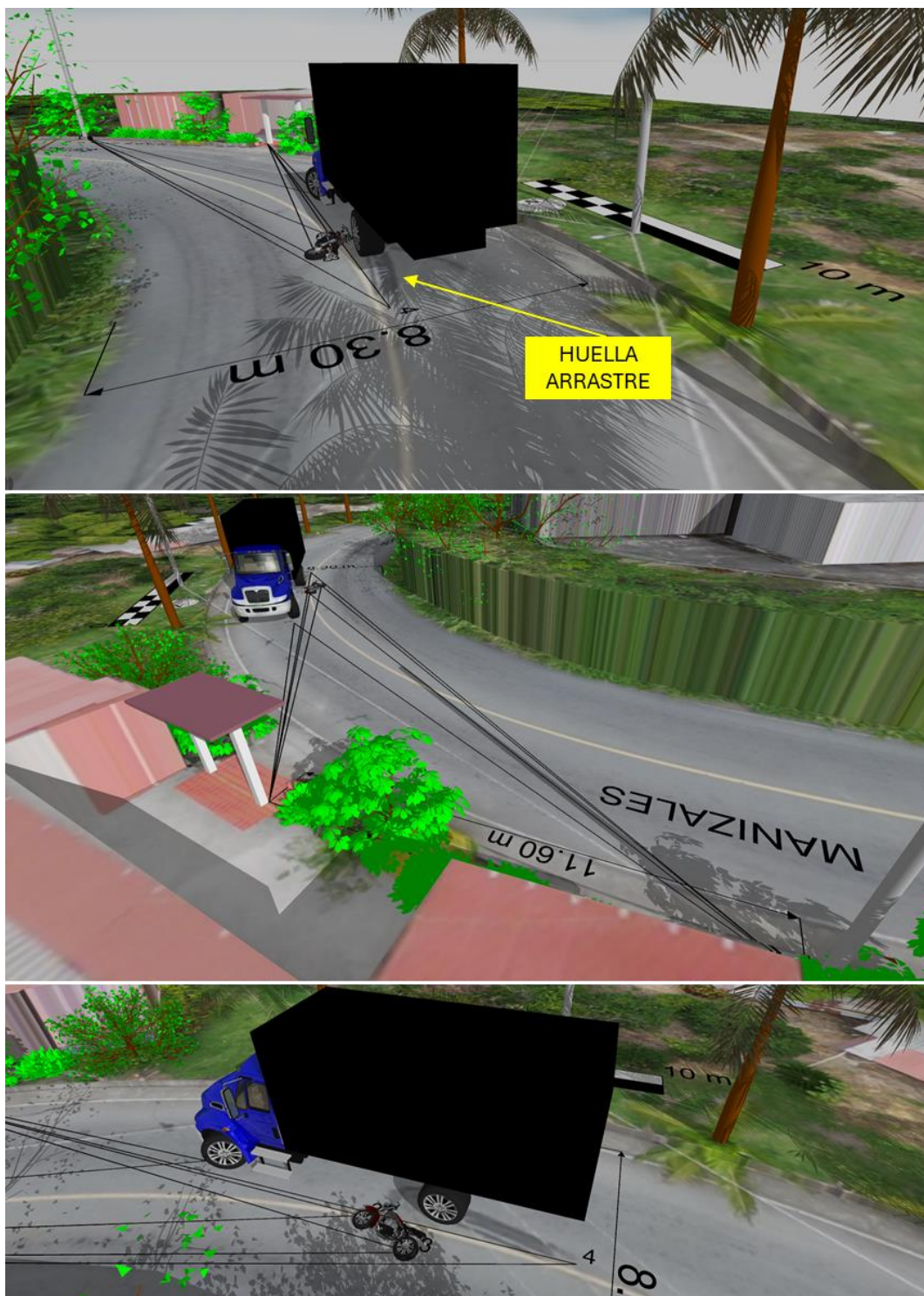


Imagen No.20: vista en 3D de la escena elaborada en el software VirtualCrash5.

2.5 VICTIMAS:

Producto del siniestro se reportan dos personas fallecidas:

No.	NOMBRES	DATOS
1	JAIRO ARIAS FRANCO	<i>Conductor reportado del vehículo No.2; Trasladado a centro asistencial donde fallece, se reporta en IPAT herida con avulsión miembro inferior izquierdo, exposición ósea con fractura de fémur y de tibia y peroné con sangrado, fractura pierna derecha.</i>
2	ANDRES FELIPE MARIN OCAMPO	<i>CC 10602659344, 28 años, Tripulante del vehículo No.2; Trasladado a centro asistencial, sin reporte de lesiones en IPAT.</i>

TABLA No. 6

➤ DILIGENCIAS ADELANTADAS

- Asistencia e inspección al lugar de los hechos para elaboración de registro fotográfico y topográfico.
- Registro a vehículo No.1.
- Búsqueda de información extra.

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 del impacto:



Imagen No.21: vista en planta elaborada en VirtualCrash5 que muestra la posición relativa de los involucrados al momento del impacto y el área probable donde se presentó. El área azul de 0,5 x 1m, indica que el impacto pudo presentarse en cualquier lugar de esta.

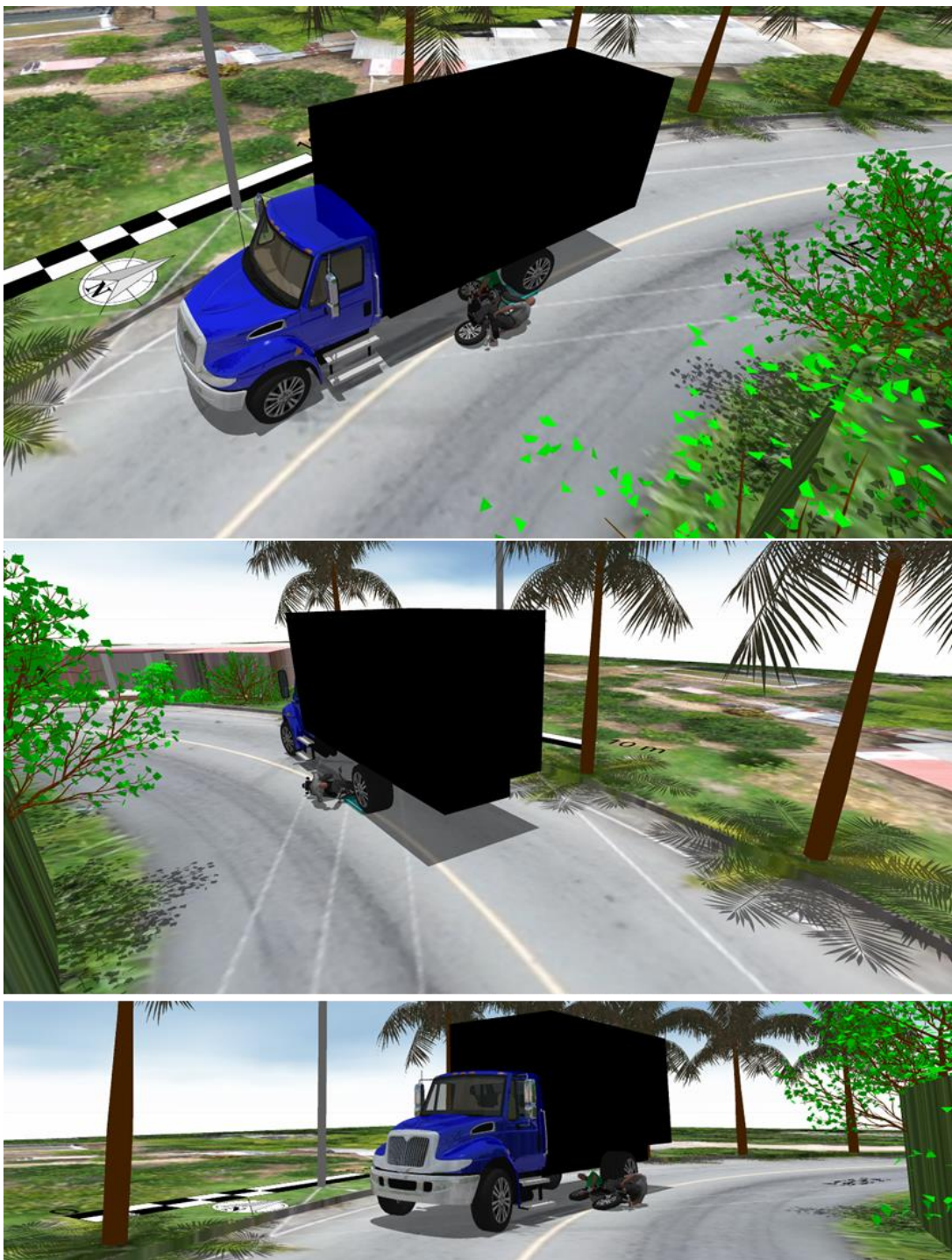


Imagen No.22: compuesta por vista 3D ilustrando la posición relativa al momento del impacto, estimada con la evidencia recuperada, identificada y suministrada.

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

Conceptos básicos: teóricos-físicos.

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

- El área de impacto se localizó teniendo en cuenta la morfología de la vía, posición relativa, posición final de los vehículos y cuerpo, huella arrastre y fragmentos dispersos, vestigios de fluidos.
- Después del impacto la motocicleta desacelera por fricción con la superficie, el cuerpo por el arrastre inducido y el camión por acción del sistema de frenos.
- La afectación de la suspensión delantera de la motocicleta llega a ser compatible con un impacto frontal contra objeto indeformable a un rango de velocidad entre los 20 y 30 km/h.
- Los coeficientes de desaceleración efectiva¹ que se usaron para realizar los cálculos se tomaron de tal forma que involucraran el proceso descrito anteriormente, entre 0,4 y 0,6 para el vehículo No.2 y entre 0,5 y 0,6 para el vehículo No.1.

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 cero coma ocho (0,8 s) y uno coma dos (1,2 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 $\mu=0,4$ y máximo de $\mu=0,65$ 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 VEHÍCULO No.1.

$$V = 3.6\sqrt{2gD(\mu\cos\theta \pm \sin\theta)}$$

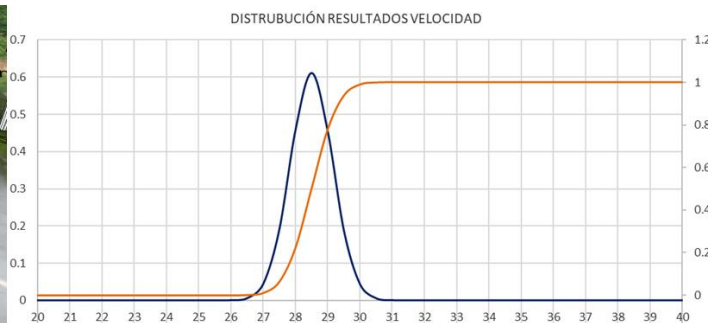
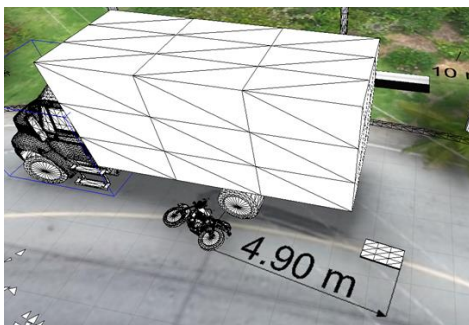
V: Velocidad del vehículo inicio vestigio de frenado-arrastre entre 27 y 30 km/h

μ_1 : Coeficiente de rozamiento en la calzada entre 0,5 y 0,6

D: Distancia recorrida – longitud huella entre 4,8 y 5 m.

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

θ : pendiente de la vía 6°



3.2.2 VELOCIDAD POS IMPACTO ASOCIADA AL VEHÍCULO No.2.

$$V = 3.6\sqrt{2gD(\mu\cos\theta \pm \sin\theta)}$$

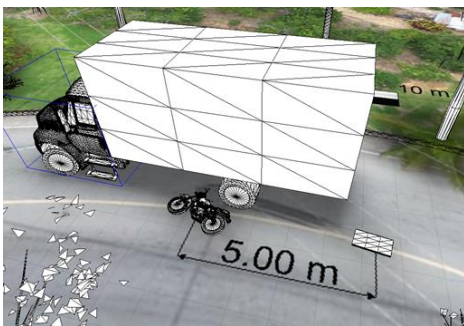
V: Velocidad del pos impacto motocicleta entre 24 y 31 km/h

μ_1 : Coeficiente de rozamiento en la calzada entre 0,4 y 0,6

D: Distancia recorrida entre 4,5 y 5,5 m.

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

θ : pendiente de la vía 6°



Al analizar el contexto de los datos de daños y lesiones, así como la velocidad pos impacto de la motocicleta y del impacto del camión, es posible parametrizar como referencia una velocidad relativa de impacto en el rango probable de los 40 a 45 km/h; lo anterior permite realizar una aproximación a la velocidad de impacto de la motocicleta, mediante el análisis vectorial con la velocidad de impacto del camión (entre 27,5 y 29,5 km/h) estimando esta en el rango de los 11 a 13 Km/h.

3.2.3 VELOCIDA CRÍTICA EN CURVA

$$V_c = 3.6\sqrt{\frac{(\mu + \tan\theta)gR}{1 - \mu \tan\theta}}$$

V: Velocidad límite en la curva entre 45 y 49 km/h.

μ : Coeficiente de rozamiento efectivo entre las llantas y el asfalto entre 0,55 y 0,65.

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

R: Radio de curvatura de la vía entre 27 y 27,5m θ : peralte dela vía 2°.

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

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

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

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

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

4. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento con la información registrada y suministrada a la fecha se plantea la secuencia probable para el siniestro, en donde un instante antes del impacto el vehículo No.2 Motocicleta se desplazaba en sentido Manizales – Neira y durante la circulación en el tramo en curva a la derecha en el Km 13 se desplaza hacia el centro de la calzada en donde pierde la estabilidad y vuelca sobre su costado derecho, cayendo a la superficie en donde colisiona a una velocidad comprendida entre once (**11 km/h**) y trece (**13 km/h**) kilómetros por hora con el par de llantas izquierdas del eje trasero del vehículo No.1 Camión, el cual transitaba en sentido Neira - Manizales a una velocidad comprendida al impacto entre veintisiete (**27 km/h**) y treinta (**30 km/h**) kilómetros por hora.

A raíz del impacto se generan los daños en la estructura de los vehículos y lesiones en los tripulantes de la motocicleta, como consecuencia del impulso transferido y velocidad del camión, la motocicleta se proyecta en retroceso hasta alcanzar su posición final ;paralelamente el camión realiza un proceso de frenado de emergencia aprisionando y arrastrando con el par de llantas el cuerpo del motociclista hasta detenerse totalmente en la posición final registrada (*posición de la que posteriormente el cuerpo es extraído por los servicios de asistencia*).

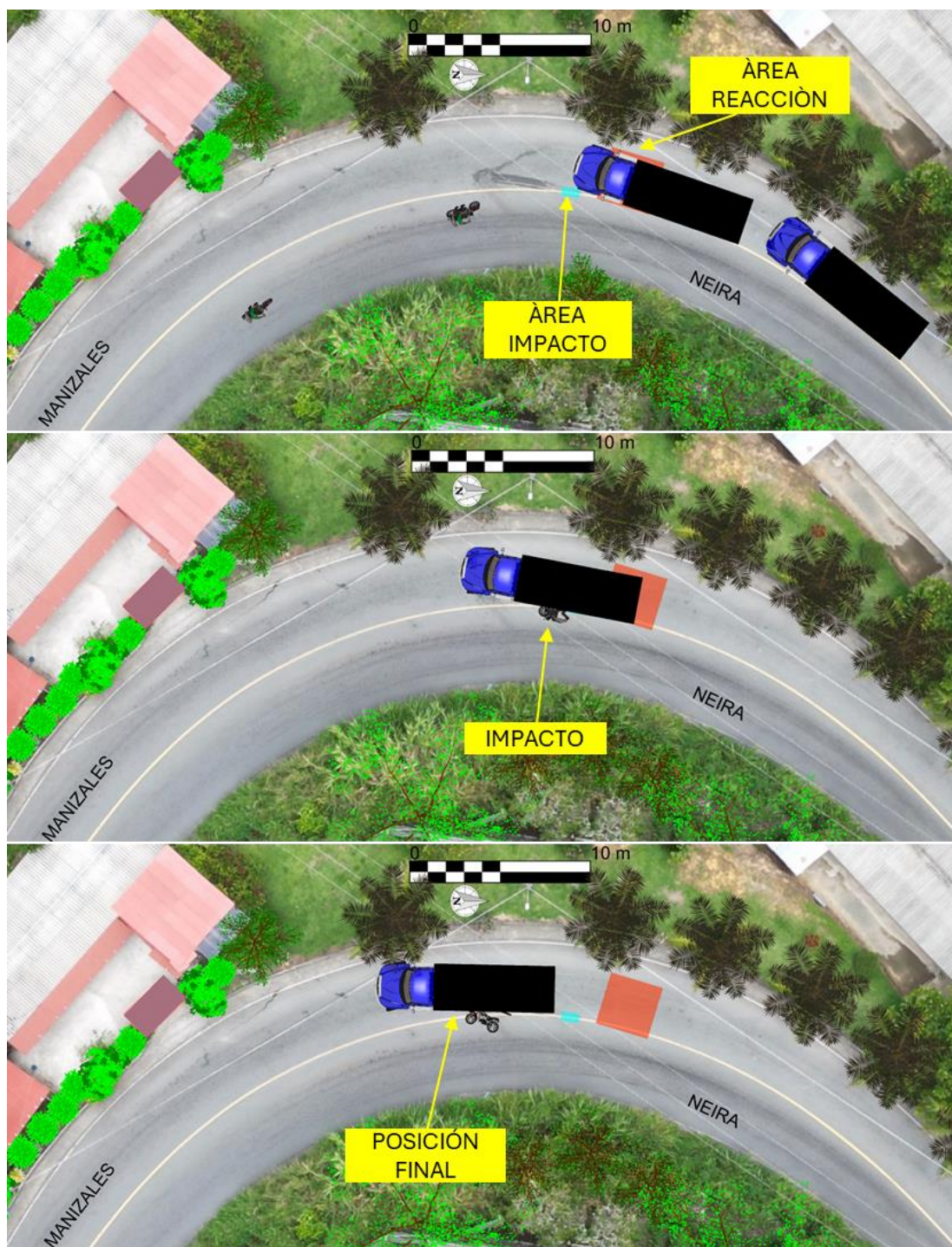


Imagen No.23: Compuesta por vista en planta donde se representa la secuencia y momentos del evento, basados en el análisis de la evidencia registrada y suministrada.

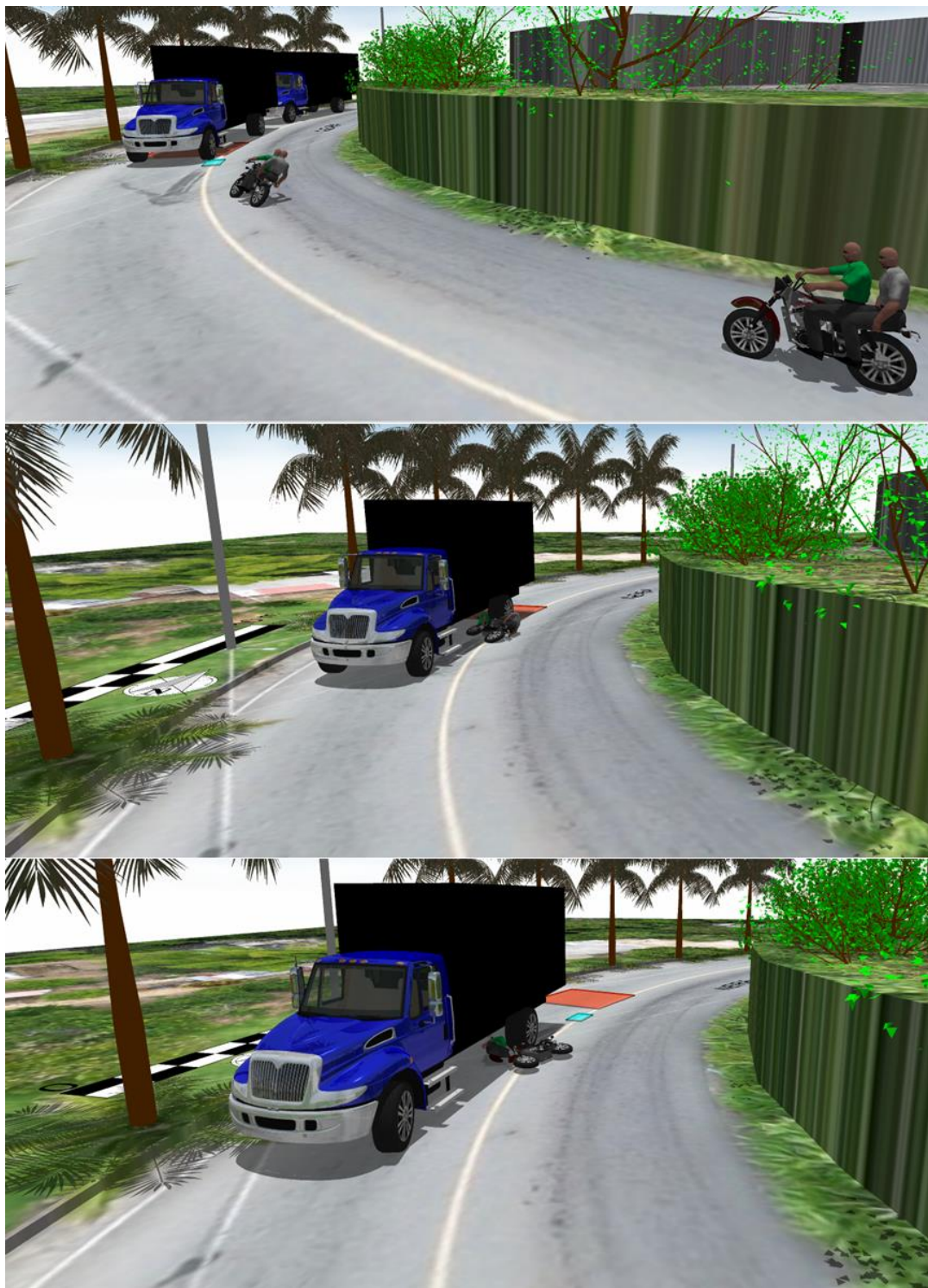


Imagen No.24: Compuesta por vista 3D donde se representa la secuencia del evento.

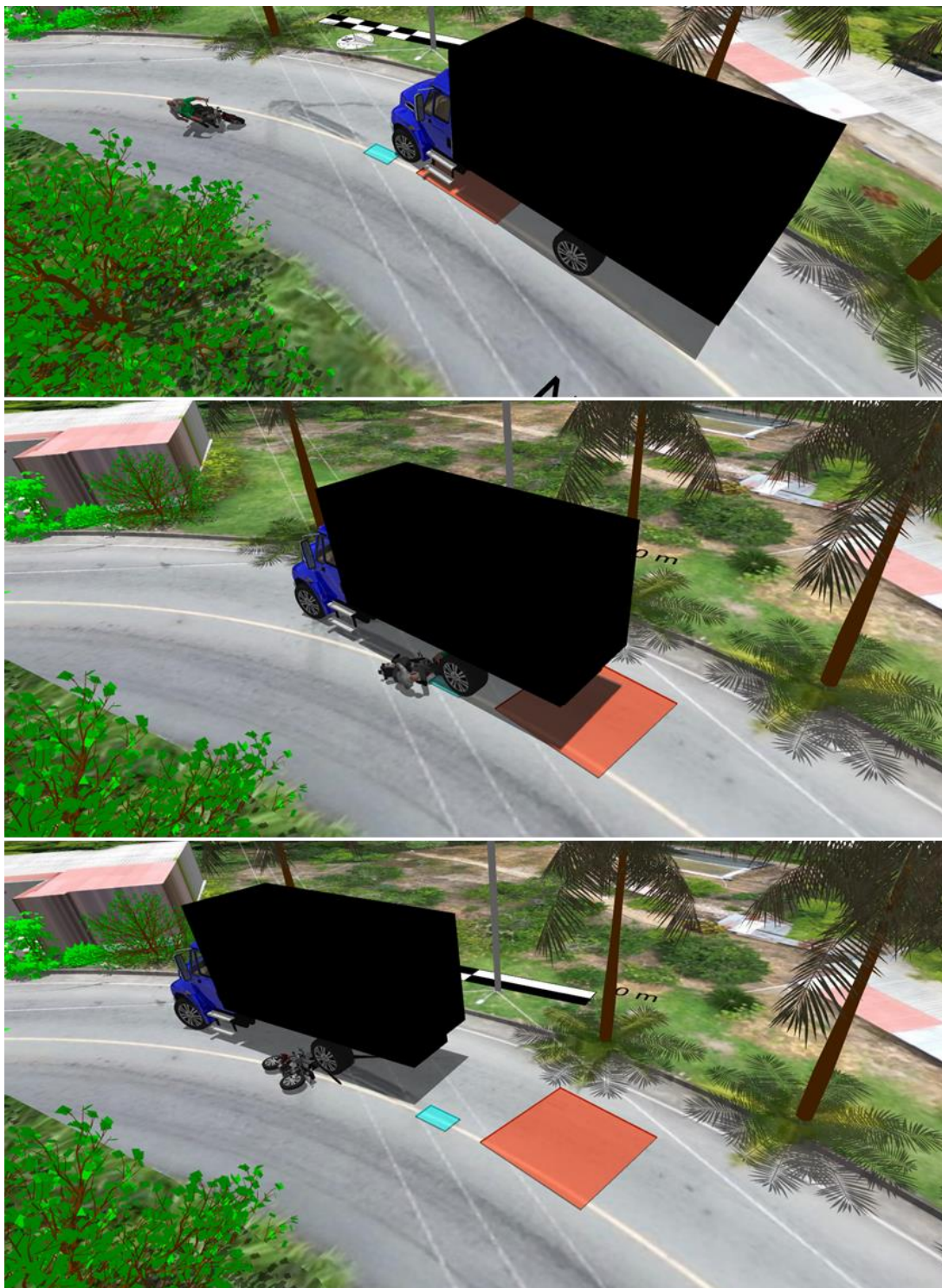


Imagen No.25: Compuesta por vista 3D donde se representa la secuencia del evento.

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 cero coma ocho (0,8 s) y uno coma dos (1,2 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
CAMIÓN <i>Entre 27 y 30 km/h</i>	<i>Entre 6 y 9 m</i>	<i>Entre 3,5 y 4,5 m</i>	<i>Entre 9,5 y 13,5 m</i>
MOTOCICLETA <i>Entre 11 y 13 km/h</i>	<i>Entre 3 y 5 m</i>	<i>Entre 1,5 y 4 m</i>	<i>Entre 4,5 y 9 m</i>

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 siniestro se identifica que el operador del camión identifica la aproximación y pérdida de estabilidad de la motocicleta como una situación de riesgo inminente y realiza un proceso de reacción que conlleva a iniciar un frenado de emergencia, proceso que inicia simultáneamente con el impacto; lo anterior permite reconocer que para el camión la colisión se torna inevitable debido a la dirección de aproximación de la motocicleta. En el momento en el que la motocicleta pierde el control y se dirige hacia el centro de la calzada la colisión se torna inevitable para este participante.



Imagen No.26: representación de la visual probable del motociclista en aproximación a la zona de conflicto (aprox 2-3 segundos), y la visual probable del conductor del camión en el área de reacción, aproximadamente 1 segundo promedio antes del impacto.

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 registrada de los involucrados, vestigios, estado final (daños-rastros) de los vehículos, y fallecimiento.
- 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 al lugar del accidente (fijación adecuada de la huella de arrastre) y registros fotográficos del día de los hechos.
- c. En el IPAT se plantea como hipótesis de ocurrencia de los hechos la 157 para el conductor del vehículo No.1 Camión (*Otra: Invasión de carril de sentido contrario*) y para el vehículo No.2 Motocicleta la 157 (*Otra: Falta de precaución al descender*).
- d. En el IPAT no se reporta uso o no de casco por parte de los ocupantes de la motocicleta; la ausencia de casco aumenta la probabilidad de presentar lesiones de severidad en la cabeza al momento de presentar desaceleraciones súbitas por impactos.
- e. Se establece con la evidencia asociada la ubicación del área de impacto sobre el centro de la calzada (línea amarilla central) y parte del carril sentido Neira – Manizales.
- f. El área de impacto posee un rango debido análisis objetivo de la evidencia y el error sistemático que se presenta en el proceso investigativo y de fijación de la evidencia en el lugar de los hechos (paralelamente porque la autoridad de tránsito no realizó la fijación adecuada técnica de dicho vestigio). 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.
- g. No se identifican ni registran evidencias que indiquen maniobras súbitas o inadecuadas realizadas por el camión; tampoco cambio de posiciones o movimientos significativos posteriores a la detención post colisión.

- h. La relación de daños en los vehículos y configuración de la huella de arrastre permiten reconocer que al momento de la colisión entre los involucrados, la motocicleta ya se encontraba caída o alcanzando el volcamiento lateral completo.
- i. La circulación de las ruedas traseras izquierdas del camión sobre la línea amarilla, como se representa en la secuencia del evento y al momento del impacto, se identifica que obedece a la geometría del mismo vehículo y la condición de curva pronunciada a la izquierda, lo que conlleva a que vehículos de este estilo al momento de girar, las ruedas traseras describan un radio de giro menor y se presente este fenómeno (*Ref. Manual diseño geométrico de Carreteras Invias*). No se identifica una ocupación total o de gran porcentaje del carril contrario por parte del camión.
- j. La pérdida de estabilidad de la motocicleta durante la circulación en la curva puede ser compatible con situaciones tales como descontrol, frenado inadecuado en curva, desatención, circulación previa a velocidad superior el límite físico de la curva, pérdida de tracción.
- k. No se cuenta reporte objetivo de toxicología para validar la influencia o no de posibles estados de intoxicación por parte del hoy occiso y su influencia en el siniestro.
- l. Si el vehículo motocicleta no ocupa el centro de la calzada, ni pierde la estabilidad, el accidente no se presenta.
- m. Si bien se observa en los registros fotográficos del evento el estado húmedo de la vía, esto tiene mayor compatibilidad con lluvia posterior a la ocurrencia de los hechos, sin embargo, es posible que previo al evento la superficie haya tenido lluvia leve o presencia de algún fluido.
- n. Las versiones sobre el evento hacen parte del proceso investigativo y de contextualización del mismo, pero no se constituyen como elementos objetivos de juicio, ni herramientas para la realización de cálculos numéricos o planteamiento de la dinámica del accidente.
- o. No se registra en la documentación evidencia que conlleve a involucrar posible influencia de terceros en el desarrollo del evento.
- p. En la medida que se aporte información técnica y objetiva complementaria tal como experticia a vehículos con álbum fotográfico, IPAT más legible, informes de policía judicial, álbum fotográfico de inspección judicial del día de los hechos, epicrisis, necropsia, toxicología forense, es posible ampliar los resultados del presente informe y reducir los rangos de variables utilizadas.

7. CONCLUSIONES:

1. Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento con la información suministrada a la fecha se plantea la secuencia probable² para el siniestro, en donde un instante antes del impacto el vehículo No.2 Motocicleta se desplazaba en sentido Manizales – Neira y durante la circulación en el tramo en curva a la derecha en el Km 13 se desplaza hacia el centro de la calzada en donde pierde la estabilidad y vuelca sobre su costado derecho, cayendo a la superficie en donde colisiona a una velocidad comprendida entre once (11 km/h) y trece (13 km/h) kilómetros por hora con el par de llantas izquierdas del eje trasero del vehículo No.1 Camión, el cual transitaba en sentido Neira - Manizales a una velocidad comprendida al impacto entre veintisiete (27 km/h) y treinta (30 km/h) kilómetros por hora.

A raíz del impacto se generan los daños en la estructura de los vehículos y lesiones en los tripulantes de la motocicleta, como consecuencia del impulso transferido y velocidad del camión, la motocicleta se proyecta en retroceso hasta alcanzar su posición final ;paralelamente el camión realiza un proceso de frenado de emergencia aprisionando y arrastrando con el par de llantas el cuerpo del motociclista hasta detenerse totalmente en la posición final registrada (*posición de la que posteriormente el cuerpo es extraído por los servicios de asistencia*).

2. La velocidad de circulación calculada para el vehículo No.1 Camión $28,5 \pm 1,5$ km/h ($28,5 \text{ km/h} \pm 5\%$ margen de error), se identifica como como regulada para la circulación en el tramo de vía.

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

3. La velocidad de circulación calculada al impacto para el vehículo No.2 Motocicleta 12 ± 1 km/h (12 km/h $\pm 8\%$ margen de error), se identifica como inferior a los límites viales, y puede ser compatible con un proceso de desaceleración previo, pero sin evidencias para cuantificarla.
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 a la fecha de elaboración del presente informe, se establece que la circunstancia³ asociadas a la ocurrencia del accidente de tránsito obedece al factor humano, al presentarse pérdida de control y estabilidad durante la circulación en curva con consecuente ocupación del centro de la calzada y parte del carril contrario por parte del conductor del vehículo No.2 Motocicleta (Hallazgo h, j, l).

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.

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.

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. Uncertainty Analysis for Forensic Analysis 2nd Ed. Brach & Dunn. 2009. L&J Publishing Company inc.
5. Rico Alejandro, Prueger Eduardo; "Generalidades técnicas en el análisis de evitabilidad en accidentes de tránsito", Revista Inv. Criminal Intercenter-U.Gran Colombia. No2 2021ISSN2027-1956
6. "Motorcycle Accident Reconstruction". Nathan Rose, William Neale. SAE International R-483



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

Alejandro Rico León

- Reconstructor de accidentes acreditado por **ACTAR-USA** con el número **3352**.
- Físico Universidad de los Andes.
- Especialista en Investigación Criminal DINAE-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 poster técnico en *World Reconstruction Exposition* 2016 (2ªEd) y 2023 (3ªEd).
- Experto Asesor Forense y responsable técnico de prueba en la Certificación en Reconstrucción Analítica de Accidentes de Tránsito (RAAT) por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Miembro **EVU – Europe** (European association for accident research and analysis).
- Miembro **NAPARS - USA** (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialist).