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



**VEHÍCULO No. 1: BICICLETA, ONTRAIL semicarreras, color negro-verde,
marco ON19061006.**

**VEHÍCULO No. 2: CAMIONETA, CHEVROLET TRAVERSE, modelo 2015, color blanco,
placa HGT 207.**

INFORME No. 240834972

Bogotá D.C., Septiembre 4 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:.....	11
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	36
5.	ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.....	39
6.	HALLAZGOS	42
7.	CONCLUSIONES:.....	46
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1. INTRODUCCIÓN

Los procedimientos de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito aplican 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 de éste.

El análisis de las evidencias es la piedra angular de la reconstrucción, su recolección y descripción conforman el punto de partida del análisis forense y retrospectivo del accidente de acuerdo con el procedimiento establecido en el manual de calidad.

1.1 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 (Metrología valida la calibración y certificación de las cintas métricas, cámaras fotográficas, Drones, Odómetros, Distanciómetros Laser y Estación Total.
2. Laptop Acer Procesador Intel(R) Core(TM) i5-7200U 2.5GHz / Apple MacBook pro M1-2021
3. Software Trimble Forensics Reveal– Licenses Manager - IRS VIAL SAS.
4. Herramienta *IRS® Calculator*, hoja de cálculo en Excel.
5. Drone 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. Poliza RCE: 3520010157401.

1.2 CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE.

1.3 DOCUMENTACIÓN RECIBIDA:

Todo el proceso de la investigación y reconstrucción forense del accidente se basa en la información analizada por el equipo forense de IRSVIAL, recolectada empleando los procedimientos técnicos de investigación y técnicas analíticas y forenses 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 (02 incluidas en el informe)
- b) Informe policial de accidente de tránsito (IPAT C001090462).
- c) 09 fotografías del día de los hechos y daños de los vehículos y FPJ-11 PONAL-DITRA
- d) Informe IRAC No.20-2023 de CIAT.
- e) Clínica Forense de Aldemar Quila H.

2. EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA

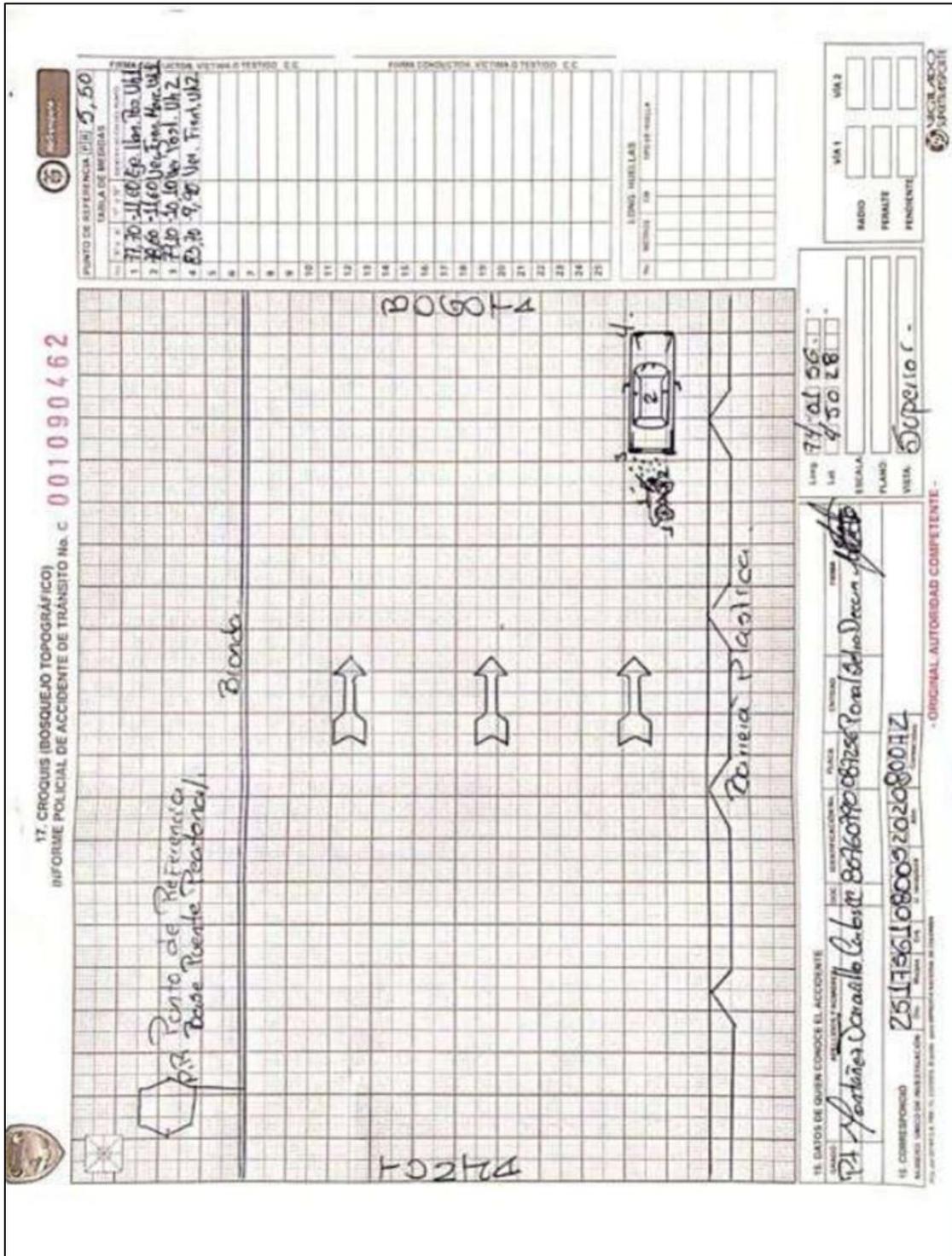
La documentación recibida y recolectada durante el proceso de investigación y reconstrucción del accidente se describe y se analiza a continuación con el fin de determinar de manera retrospectiva la secuencia del accidente y sus causas.

2.1 FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:

De acuerdo con el reporte del accidente de tránsito el siniestro ocurrió el 22 de febrero de 2020, a las 15:45 horas, en el Km 4+600 Calzada occidental vía Bogotá - Tunja ($4^{\circ}50'48.82''N$ $74^{\circ}1'51.77''W$), Hipo Andes - Chía (Cundinamarca).

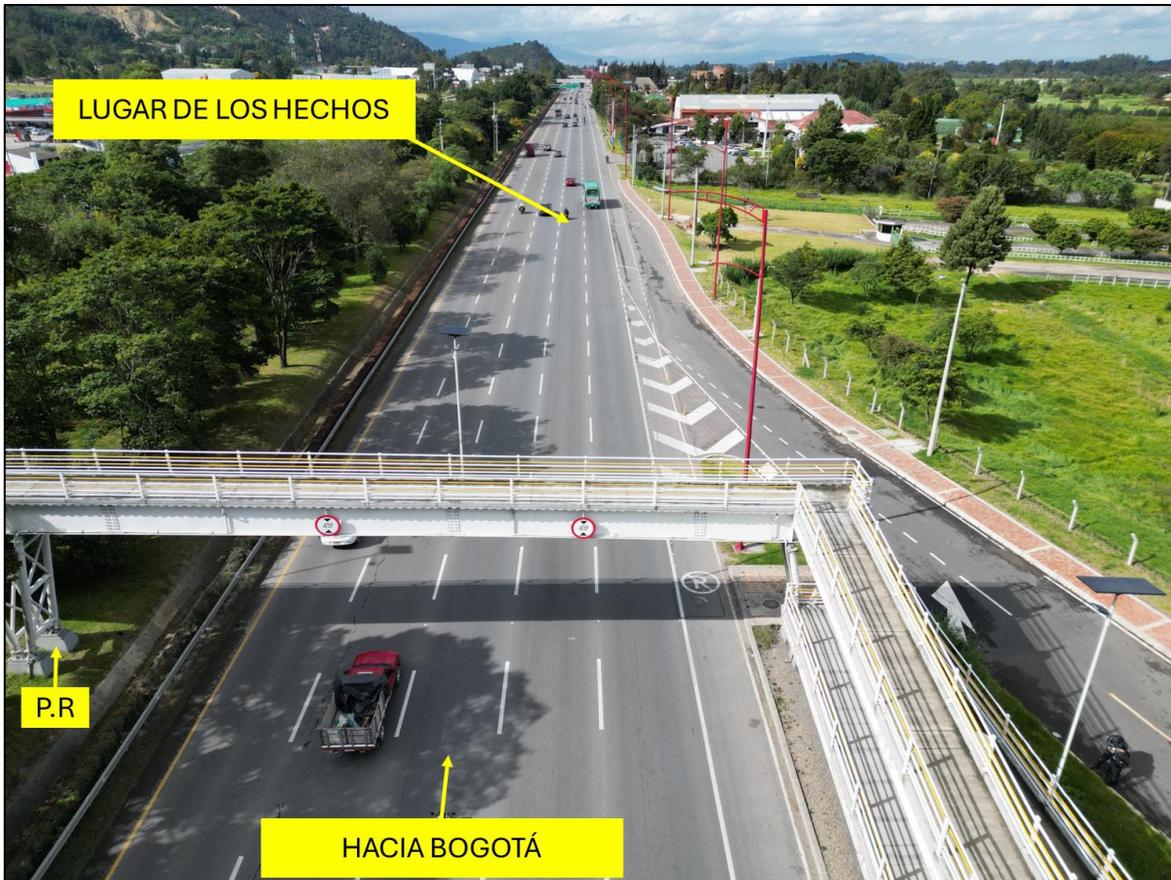


Imagen No. 1: En esta imagen se aprecia la ubicación geográfica del lugar de los hechos (fuente Google Earth-pro).



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 elevada: Registro en sentido norte a sur sobre la calzada occidental de la vía Tunja – Bogotá en aproximación al lugar de los hechos km4+600, se referencia la morfología general actual del tramo, demarcación y señalización; en este sentido se desplazaba el vehículo No.1 y No.2.



Fotografía No.2 Panorámica elevada: Registro en sentido Bogotá – Tunja sobre la calzada occidental (calzada sentido norte a sur) aproximadamente a la altura de la zona del km 4+600 donde ocurrieron los hechos, se referencia la morfología general del tramo, demarcación, señalización.

Nota1: la inspección al lugar de los hechos se realizó en agosto de 2024 por Yesyt Barrera investigador IRSVIAL, se identifican cambios en el estado de la vía comparada con la fecha de los hechos en cuanto a demarcación, estado de obra, amplitud de la calzada.

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

CARACTERÍSTICAS	<i>Km 4+600 Tunja – Bogotá Calzada occidental</i>
ÁREA, SECTOR	<i>Tramo de vía nacional</i>
GEOMETRICAS	<i>Recta, plana</i>
UTILIZACIÓN	<i>Doble sentido</i>
CALZADAS	<i>Dos</i>
CARRILES	<i>Tres o más</i>
MATERIAL	<i>Asfalto</i>
ESTADO	<i>Buena</i>
CONDICIONES Y TIEMPO	<i>Seca, normal</i>
ILUMINACIÓN	<i>Luz día</i>
CONTROLES Y SEÑALES	<i>Sin demarcación; con presencia de barreras plásticas al costado derecho y cinta amarilla, baranda al costado izquierdo.</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: BICICLETA, ONTRAIL semicarreras, color negro-verde,
marco ON19061006.**



Imagen No. 5 vehículo de referencia con similares características al involucrado en el siniestro motivo de investigación.

CONDUCTOR		ALDEMAR QUILA HERNANDEZ
IDENTIFICACIÓN		CC 1016106128
EDAD		21 años
LICENCIA		---

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS		VEHÍCULO No. 1
SERVICIO		<i>Particular</i>
OCUPANTES		0
DIMENSIONES		<i>Largo: 1,9 m Ancho: 0,5 m Alto: 1m Dist. Entre ejes:1,2 m Medidas promedio bicicletas similares</i>
PESO TOTAL		90 - 95 kg

TABLA No. 3

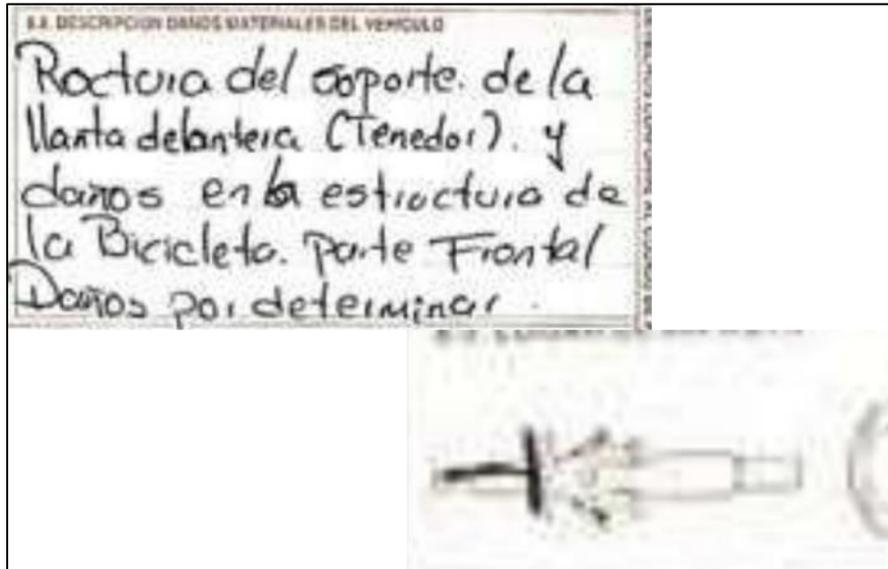


Imagen No. 6: se aprecia el segmento del informe de la autoridad, donde hacen referencia básica generalizada a un lugar de impacto, y descripción básica de daños.

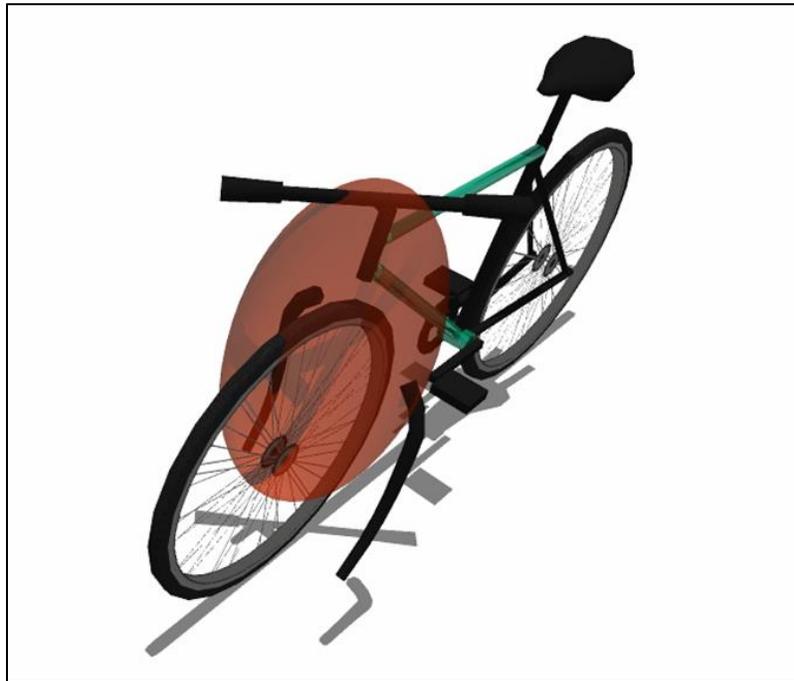


Imagen No.7: basada en los reportes se representa la zona donde se referencian daños el vehículo.



Imagen No.8: compuesta por registros fotográficos del día de los hechos suministradas por el solicitante donde se observa el estado final de la bicicleta, y se identifica la fractura y separación del tenedor en el segmento superior, y desalojo de una pieza de la fijación al rin, dirección con rotación. Se identifica que el sillín tiene una elevación superior respecto del manubrio.

**VEHÍCULO No. 2: CAMIONETA, CHEVROLET TRAVERSE, modelo 2015, color blanco,
placa HGT 207.**



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

CONDUCTOR	VALENTINA GARCÍA DIAZ
IDENTIFICACIÓN	CC 1022443694
EDAD	20 años
LICENCIA	B1

TABLA No. 4

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 2
SERVICIO	Particular
OCUPANTES	01
DIMENSIONES	Largo: 5,1 m Ancho: 1,7 m Alto: 1,8 m Dist. Entre ejes: 3,0 m https://www.auto-data.net/es/chevrolet-traverse-i-facelift
PESO TOTAL	2100 – 2200 kg

TABLA No. 5

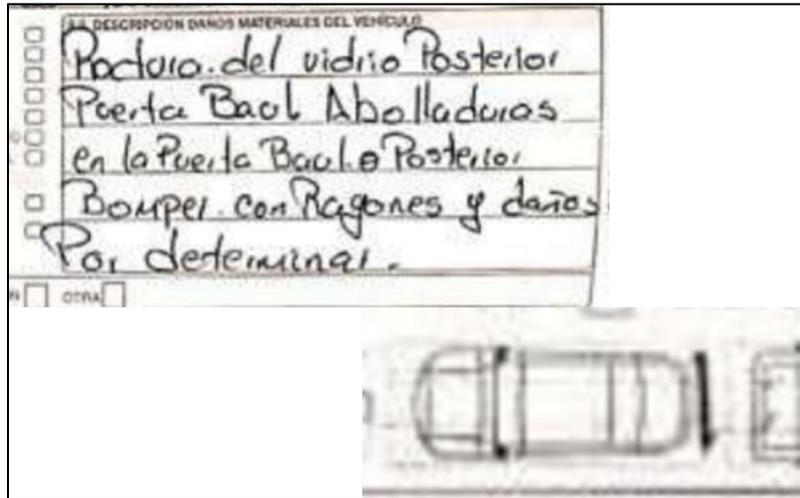


Imagen No. 10: se aprecia el segmento del informe de la autoridad, donde hacen referencia básica generalizada a un lugar de impacto y descripción de daños.

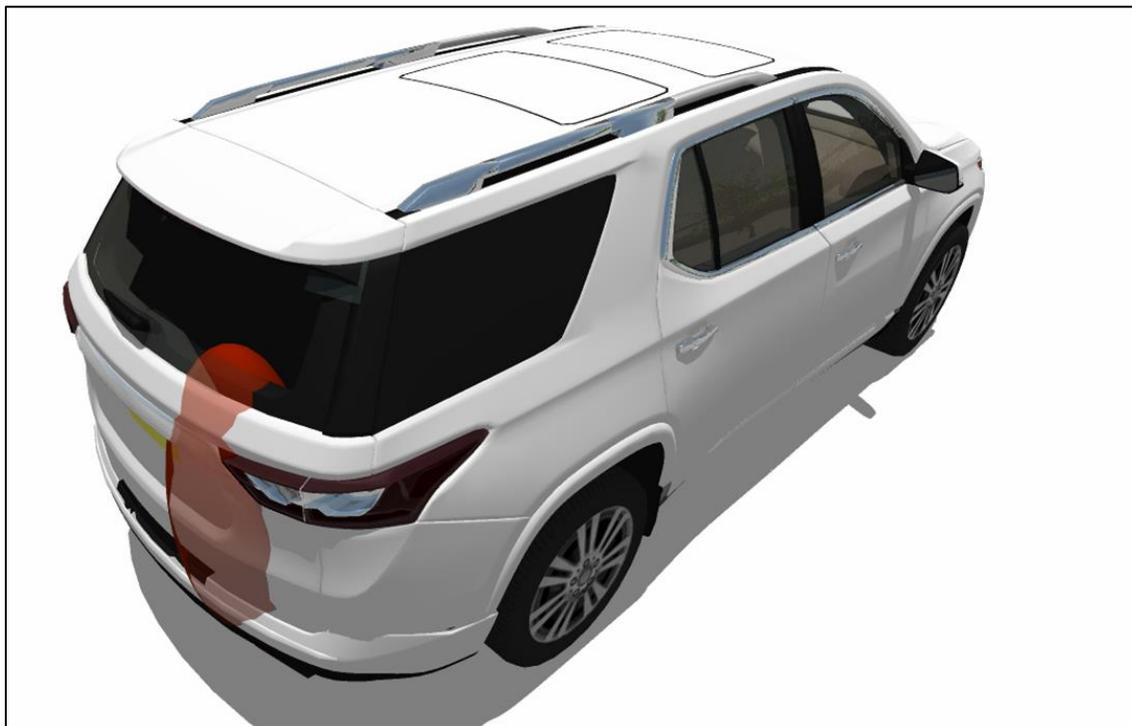


Imagen No.11: basada en los reportes se representa la zona de daños en el vehículo.



Imagen No.12: registro del día de los hechos suministrado por el solicitante donde se observa el estado final de la parte posterior del vehículo, identificando polifragmentación del vidrio de la puerta trasera, abolladuras en tercio derecho de la puerta, desalajo pintura en paragolpes y desalajo parcial de bocel interno de la puerta en zona superior derecha.



Imagen No.13: registro del día de los hechos suministrado por el solicitante donde se observa en detalle la esquina superior derecha de la puerta trasera, identificando la polifragmentación, abolladura y vestigios color rojo que tendrían compatibilidad con rastros biológicos.

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:

- Morfología general del tramo de vía.
- Punto de referencia y puntos de fijación por coordenadas.
- Posición final vehículos.
- posición final de lo que puede entenderse como vestigios sobre la calzada (compatible con fragmentos de vidrio).

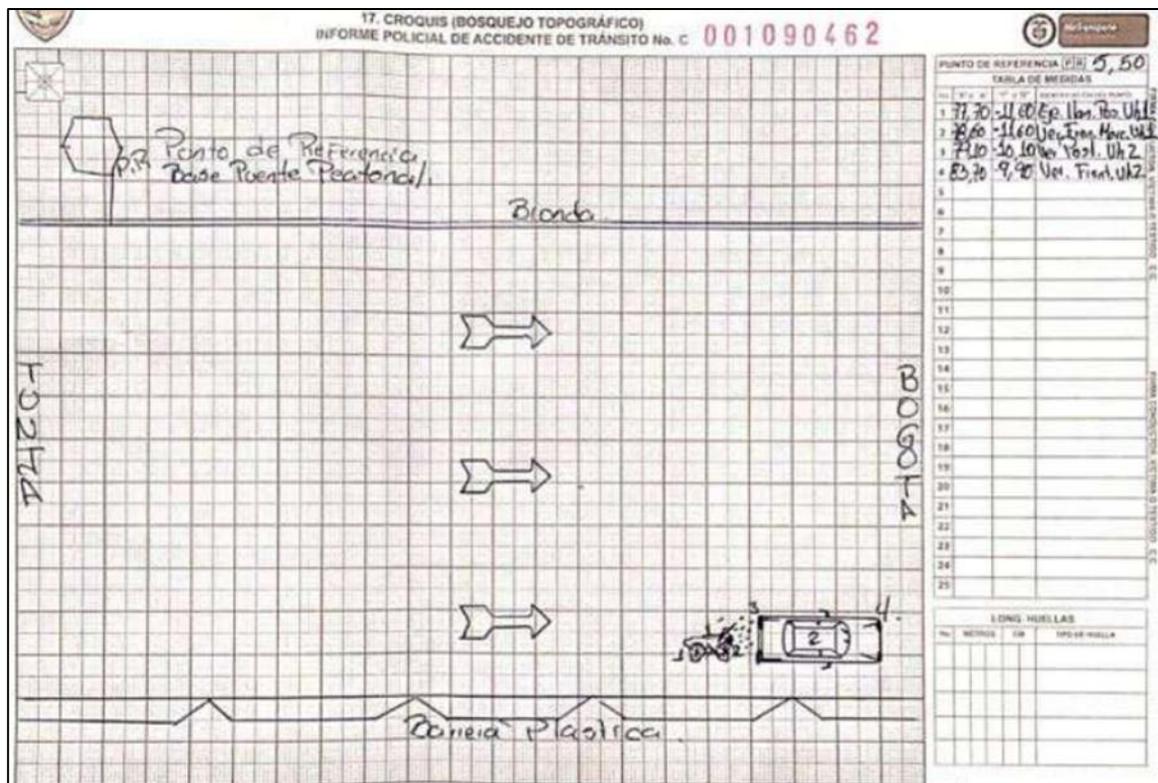


Imagen No. 14: bosquejo del accidente realizado por la autoridad de tránsito. *El bosquejo no posee escala ni medidas complementarias de la vía.*

En registros suministrados del día de los hechos se identifica:



Imagen No.15: registro del día de los hechos suministrado por el solicitante donde se observa la generalidad de la escena y lugar de los hechos, identificando estado de la vía, presencia de apoyo de la concesión vial y la posición final de los vehículos como se registra en el IPAT.



Imagen No.16: Compuesta por registros del día de los hechos suministrados por el solicitante donde se observa la relación entre la posición final de los vehículos como se diagrama en el bosquejo del IPAT, estado de la vía, conos de protección a la escena, las barreras plásticas y la dispersión de fragmentos de video en la superficie.



Imagen No.17: registro del día de los hechos suministrado por el solicitante donde se observa la relación entre la posición final de los vehículos, una posición de reposo del lesionado, el estado final de la bicicleta, la zona de dispersión de fragmentos desde antes del eje trasero de la bicicleta y mayor acumulación sobre la zona del sillín y los fluidos de tipo biológico.



Imagen No.18: registro del día de los hechos suministrado por el solicitante donde se observa la posición final de los vehículos, la zona de dispersión y mayor concentración de fragmentos en la vía, la presencia de fluido biológico compatible con sangre bajo la bicicleta, la separación del tenedor y llanta delantera y un estado de reposo del lesionado con evidencia de la lesión en la cara. Se reconoce el funcionamiento de las luces estacionarias.

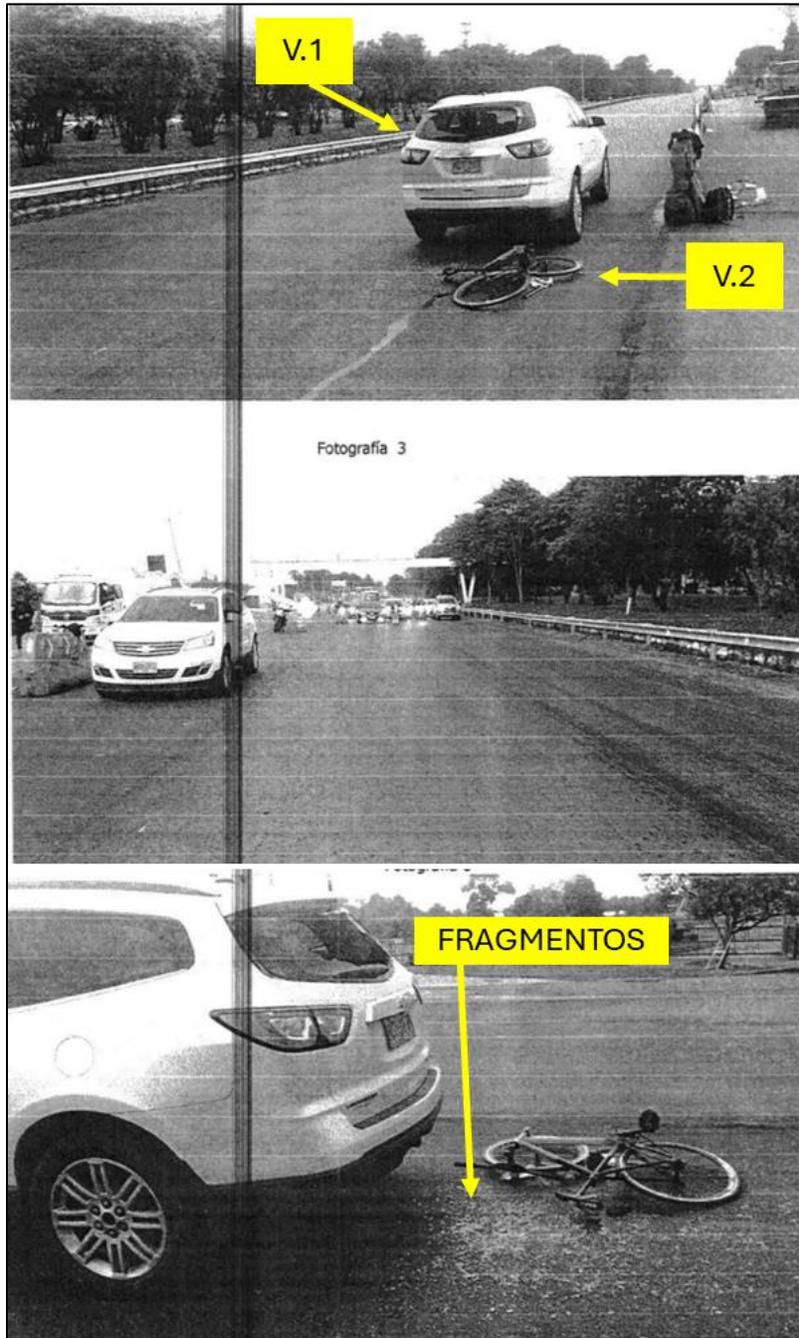


Imagen No.19: Compuesta por registros extraídos del FPJ-11 que documenta fotográficamente el lugar de los hechos por parte de autoridad de tránsito, donde se observa generalidades de la vía, posiciones finales encontradas y vestigios.

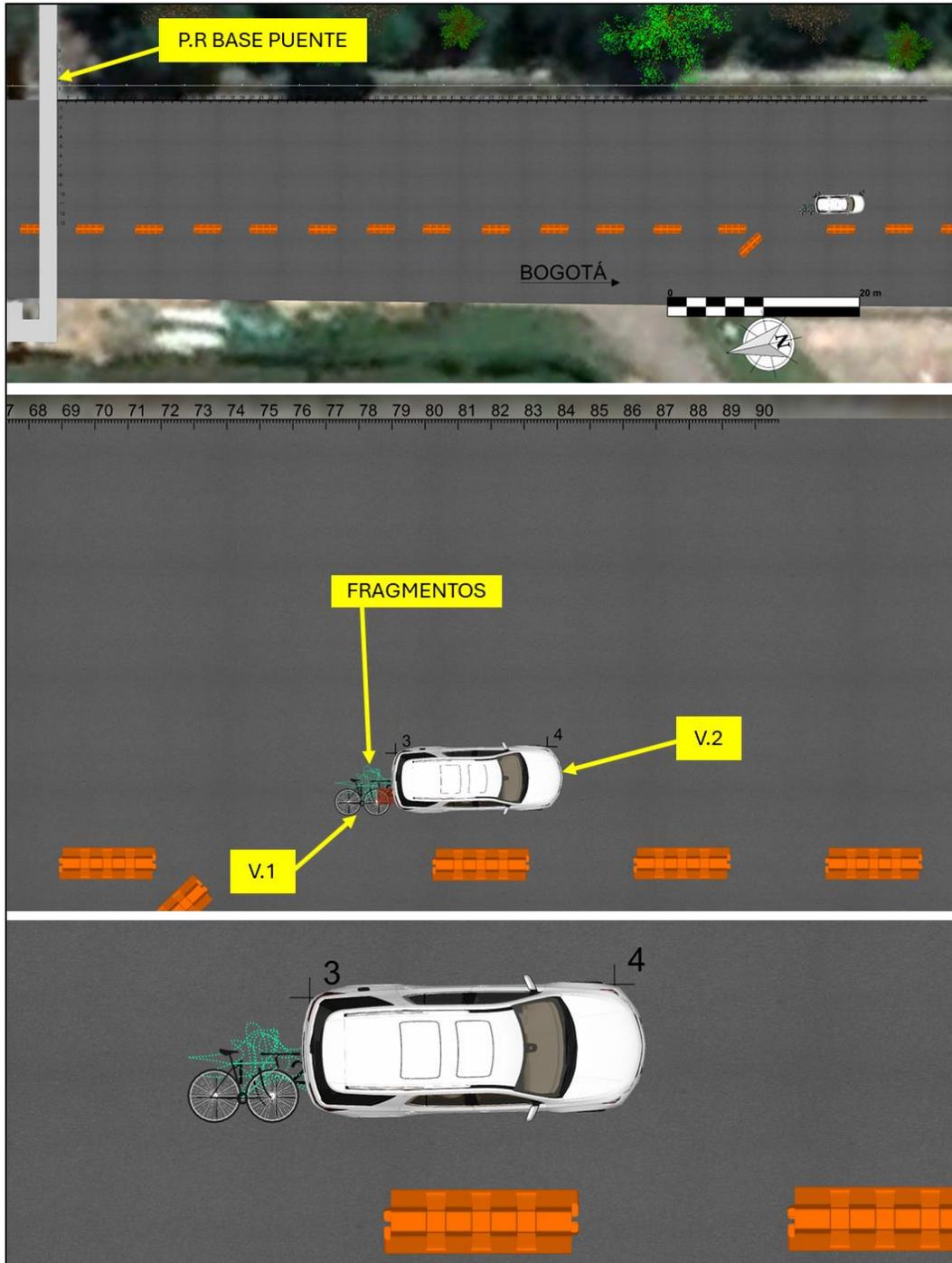


Imagen No.20: vista en planta de la construcción a escala en el software VirtualCrash5, del bosquejo elaborado para el evento por autoridad de tránsito.

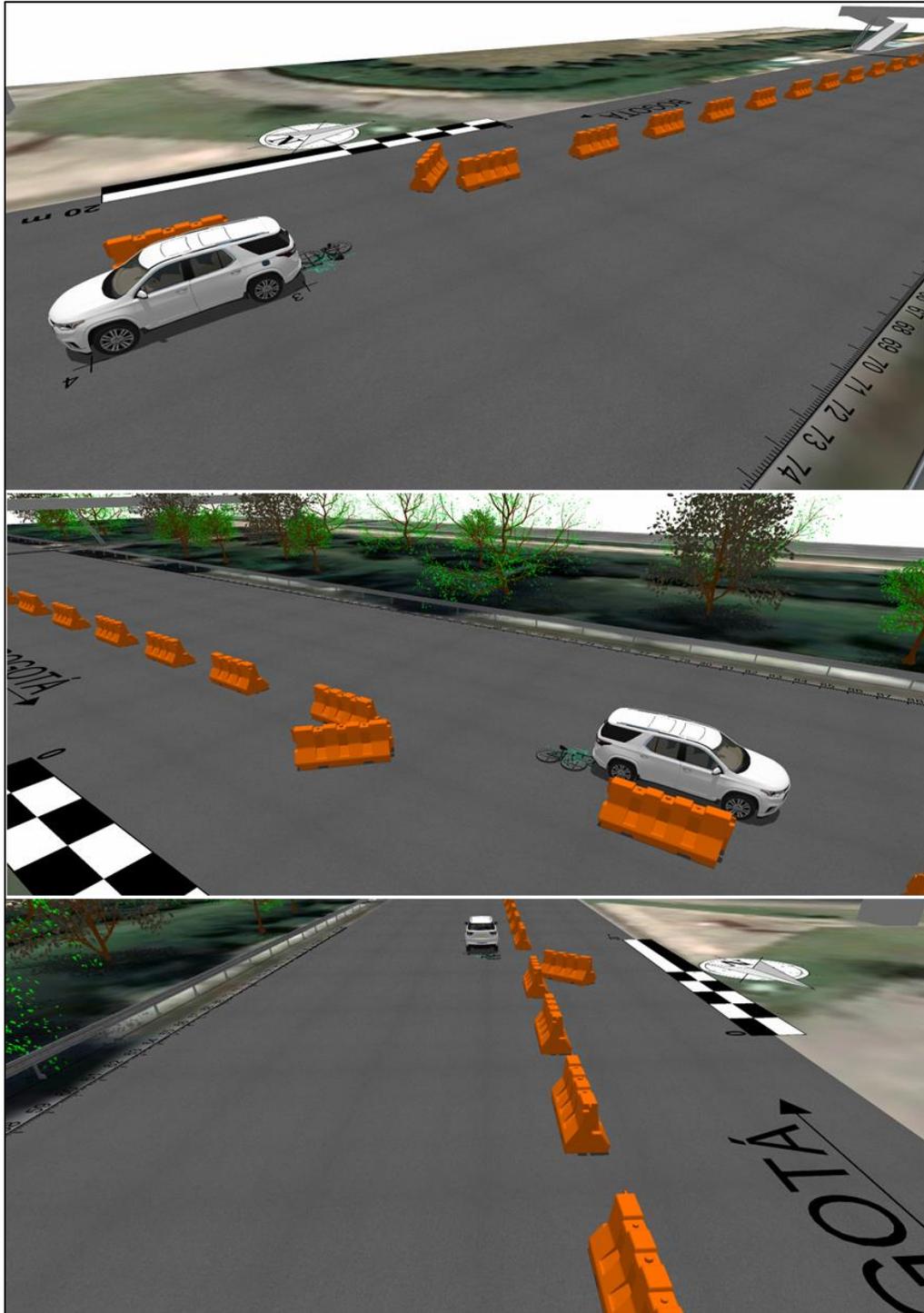


Imagen No.21: vista en 3D de la escena elaborada en el software VirtualCrash5.

2.5 VICTIMAS:

Producto del siniestro se reporta una persona lesionada:

No.	NOMBRES	DATOS
1	ALDEMAR QUILA HERNANDEZ	<i>Conductor del vehículo No.1; trasladado a centro asistencial, presentó TCE moderado con fractura en huesos propios de la nariz, en órbita izquierda, lesión tejidos blandos región media frontal, trauma en columna dorsal, fractura nasobitemporal.</i>

TABLA No. 6

2.6 DILIGENCIAS ADELANTADAS

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

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, los vestigios en la superficie en conjunto con el análisis forense y la incertidumbre asociada, se obtiene la posición relativa de los involucrados al momento del impacto y la zona en la vía donde con mayor probabilidad de presentó:

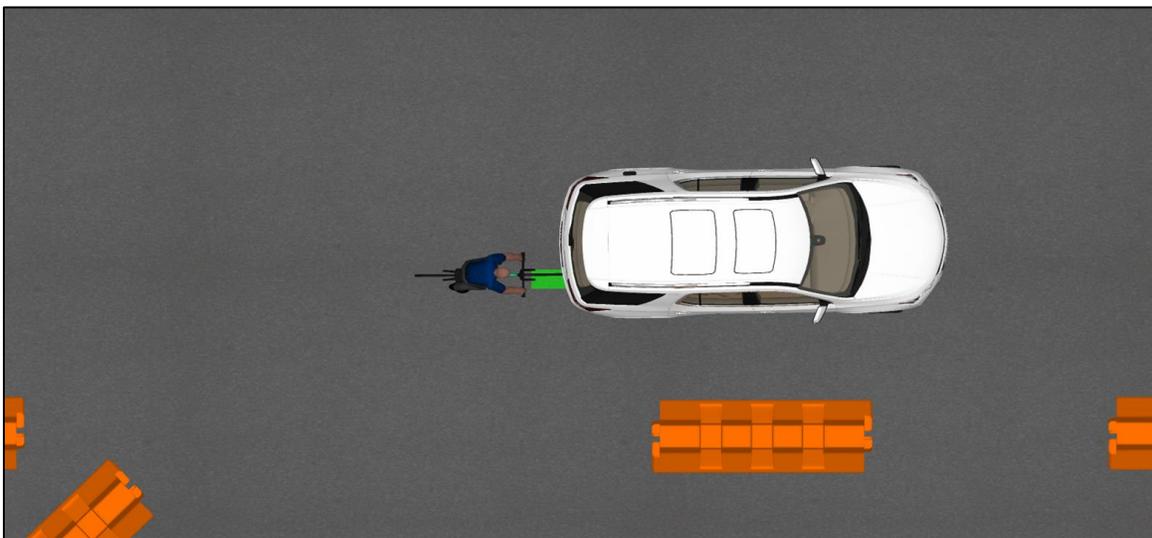


Imagen No.22: vista en planta elaborada en VirtualCrash5 que muestra la posición relativa de los involucrados al momento del impacto y el área probable donde se presentó. El área verde de 0,5 x 0,25 m, indica que el impacto pudo presentarse en cualquier lugar de esta.

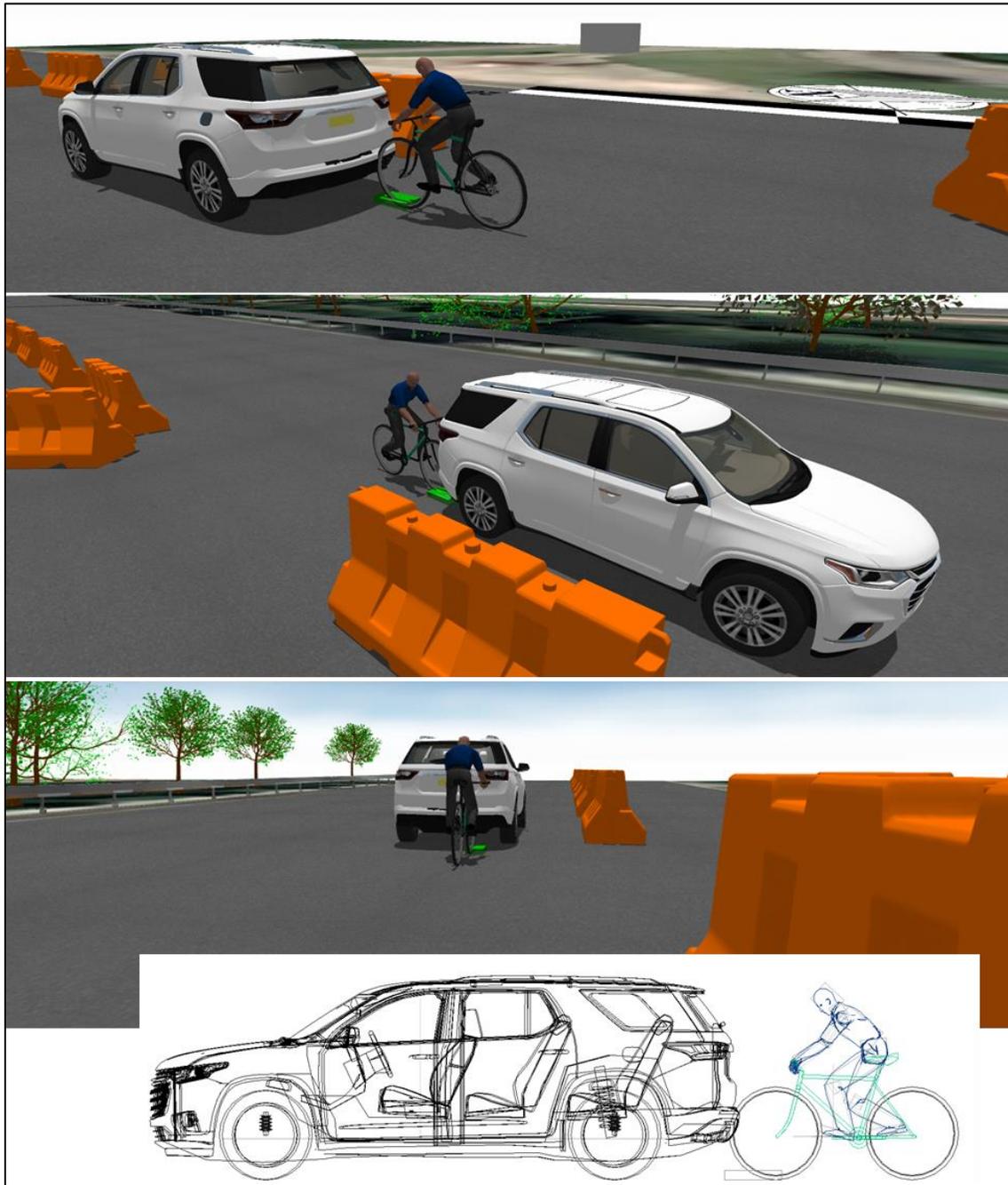


Imagen No.23: compuesta por vista 3D ilustrando la posición relativa al momento del impacto, estimada con la evidencia recuperada, identificada y suministrada.

3.2 DESARROLLO ANALÍTICO Y FORENSE 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.

Es importante destacar que, como en todo análisis forense (técnico y científico), existen ciertas limitaciones inherentes, las cuales incluyen errores en las mediciones de las evidencias, determinación de los parámetros físicos y el modelo a utilizar; sin embargo, dichas limitaciones han sido consideradas y gestionadas adecuadamente en la formulación del presente dictamen

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** que tengan en cuenta las principales variables que intervienen en el accidente, e involucre los parámetros que determinan la ocurrencia de éste, además se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- El área de impacto se basa en la identificación y fijación de rastros en la escena (dispersión de fragmentos y fluidos), las posiciones finales, posición relativa y estado de la vía.
- Después del impacto la bicicleta y el cuerpo desaceleran por la interacción de fuerzas, transformación de energía cinética en daños y lesiones, y fricción con la superficie.
- Los coeficientes de desaceleración efectiva¹ de referencia usados en el análisis se tomaron de tal forma que involucraran el proceso descrito anteriormente, entre 0,4 y 0,7 para el vehículo No.2, y entre 0,35 y 0,55 para el vehículo No.1 y entre 0,5 y 0,7 para el cuerpo.

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

- Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción del conductor entre uno (1 s) y uno coma cinco (1,5 s) segundos, la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento* mínimo de $\mu=0,25$ y máximo de $\mu=0,35$ para el vehículo No.1 y mínimo de $\mu=0,7$ y máximo de $\mu=0,8$ 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.2

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

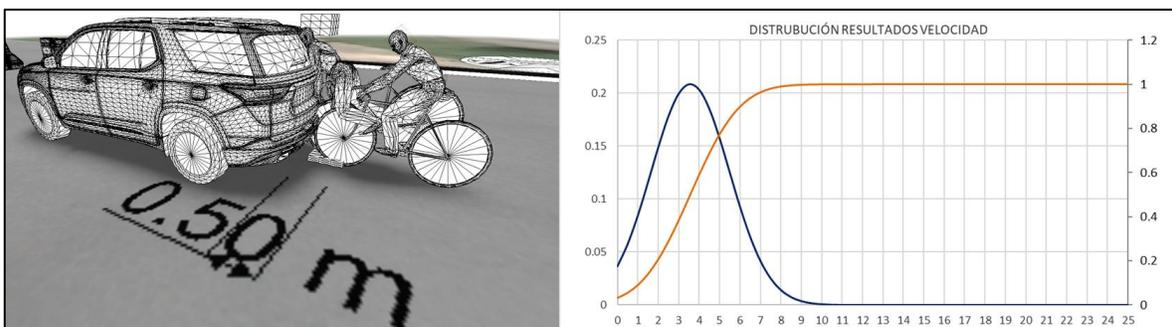
V_v : Velocidad del vehículo en el impacto entre 0 y 7 km/h.

μ : Coeficiente desaceleración efectivo entre 0,4 y 0,7

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

d_A : Distancia total recorrida por el vehículo entre 0 y 0,5 m.

t : Tiempo de respuesta frenado entre 0 y 0,3 s.



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

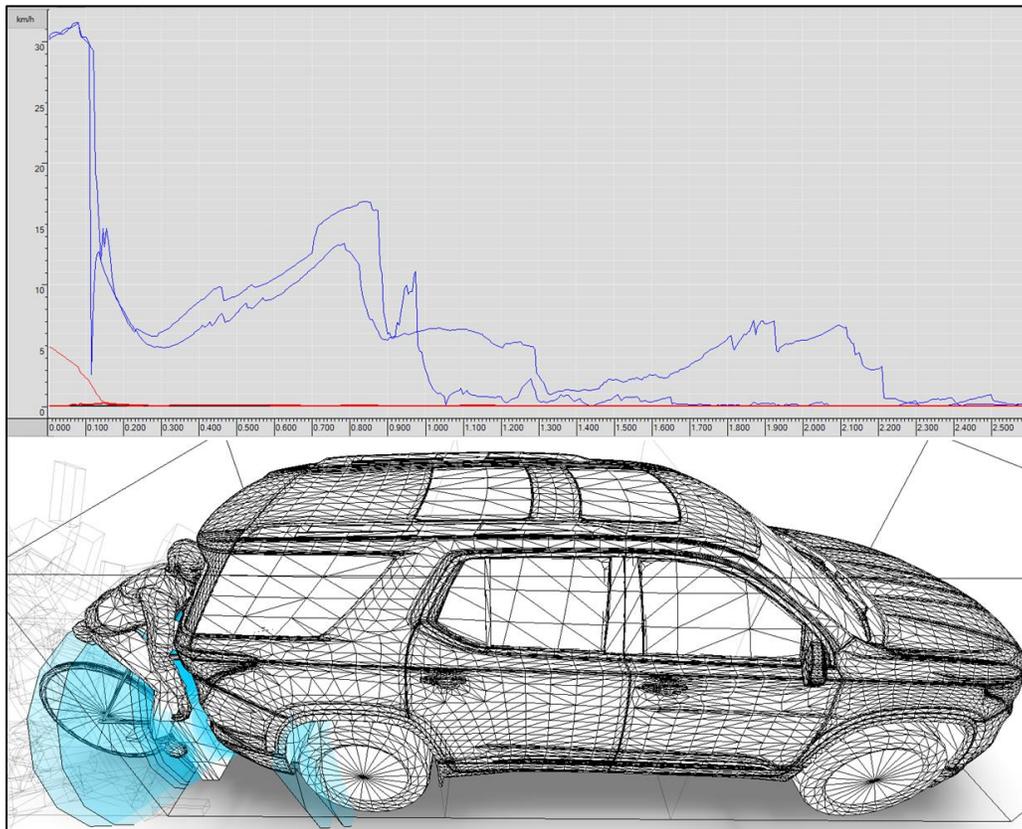
$$V_{ri}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos\theta$$

V_{ri} : Velocidad relativa inicial entre 18 y 42 km/h.

V_1 : Velocidad Vehículo No.1 entre 25 y 35 km/h. *parametrizada por referencias técnicas, valores usuales ciclistas urbanos, pruebas propias, límites de ref ciclistas – corredores, tamaño del piñón y plato, lesiones-daños.*

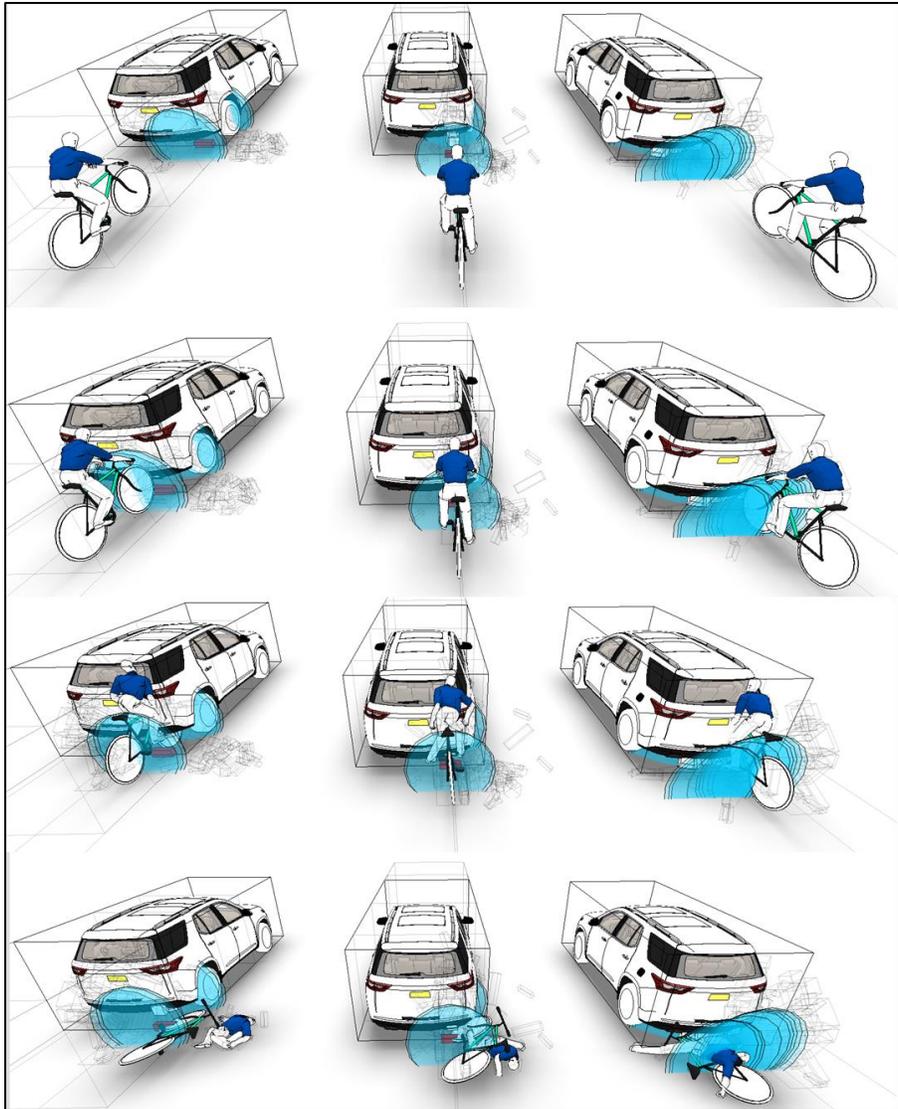
V_2 : Velocidad Vehículo No.2 entre 0 y 7 km/h

θ : Angulo que forman las velocidades al impacto, entre 0 (mismo sentido) y 180°(sentidos opuestos)



Representación gráfica y visual del modelamiento del impacto por alcance entre los involucrados haciendo uso de la herramienta de simulación VC5, se reconoce la similitud den la desaceleración del cuerpo (cabeza) del ciclista (azul), estando el vehículo No.2 a 5km/h o detenido al impacto (rojo). Lo anterior permite estimar que aún con la incertidumbre asociada el proceso físico es similar y los valores de velocidad estarían ajustados a lo que se presentó el día de los hechos.

Coadyuvado por la simulación física realizada del evento, se estima que el resultado que tiene mayor compatibilidad con las evidencias en la vía (fluidos tipo biológicos y dispersión de fragmentos de vidrio y bicicleta) es aquel en el que la camioneta se encuentra con detenida al momento de la colisión, y toda la energía disponible está asociada al movimiento propio del ciclista y la restitución asociada al choque.



Representación del resultado de simulación el impacto estando la camioneta avanzando – retrocediendo – detenida (respectivamente de izquierda a derecha), siendo la posición pos-impacto de esta última secuencia la más compatible con la evidencia registrada.

**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 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.1 BICICLETA** se desplazaba en sentido Norte a sur sobre el carril derecho de la vía Tunja-Bogotá (de los habilitados al momento de los hechos) y a la altura del Km 4+600 colisiona por alcance a una velocidad comprendida entre veinticinco (**25 km/h**) y treinta y cinco (**35 km/h**) kilómetros por hora con el vehículo **NO.2 CAMIONETA**, la cual con mayor probabilidad se encontraba detenida al momento de la colisión sobre el mismo carril derecho o desplazándose a una velocidad de hasta siete (**7 km/h**) kilómetros por hora (haciendo inclusión de la incertidumbre asociada).

A raíz del impacto primario se generan los daños en la estructura de los vehículos, el cuerpo inicia un proceso de separación de la bicicleta al conservar la trayectoria que traía hasta presentarse el impacto secundario entre este y la puerta trasera de la camioneta, momento en el que se presentan las lesiones de severidad registradas; seguidamente cuerpo y bicicleta caen a la superficie alcanzado su posición de reposo, de la cual el cuerpo es movido para prestar asistencia.

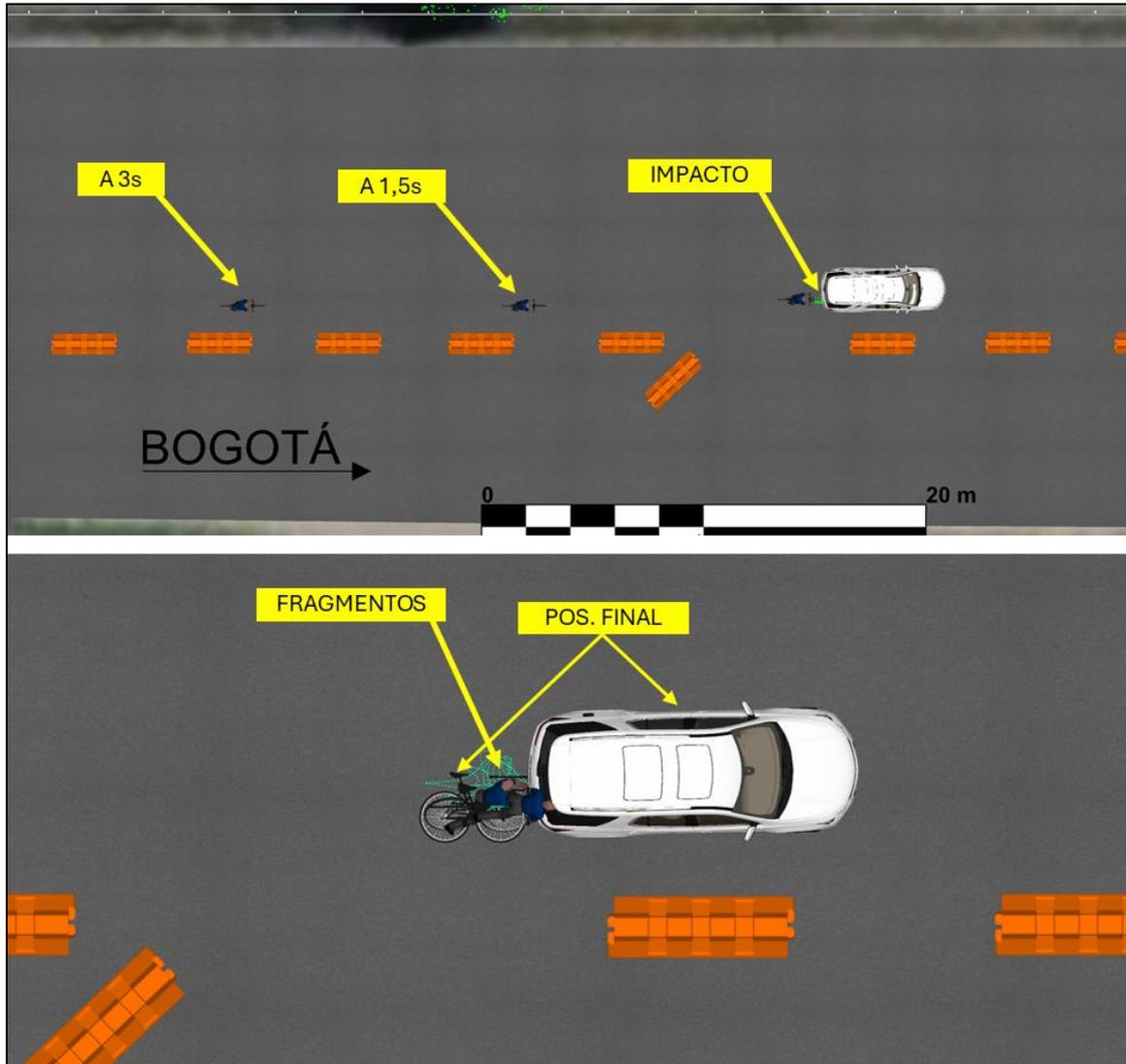


Imagen No.24: Compuesta por vista en planta del software VC5 donde se representa la secuencia probable del evento basados en el análisis forense de la evidencia registrada y recopilada. Se indica la ruta probable de aproximación al impacto, el momento y lugar de impacto en correlación con las posiciones finales y vestigios identificados.

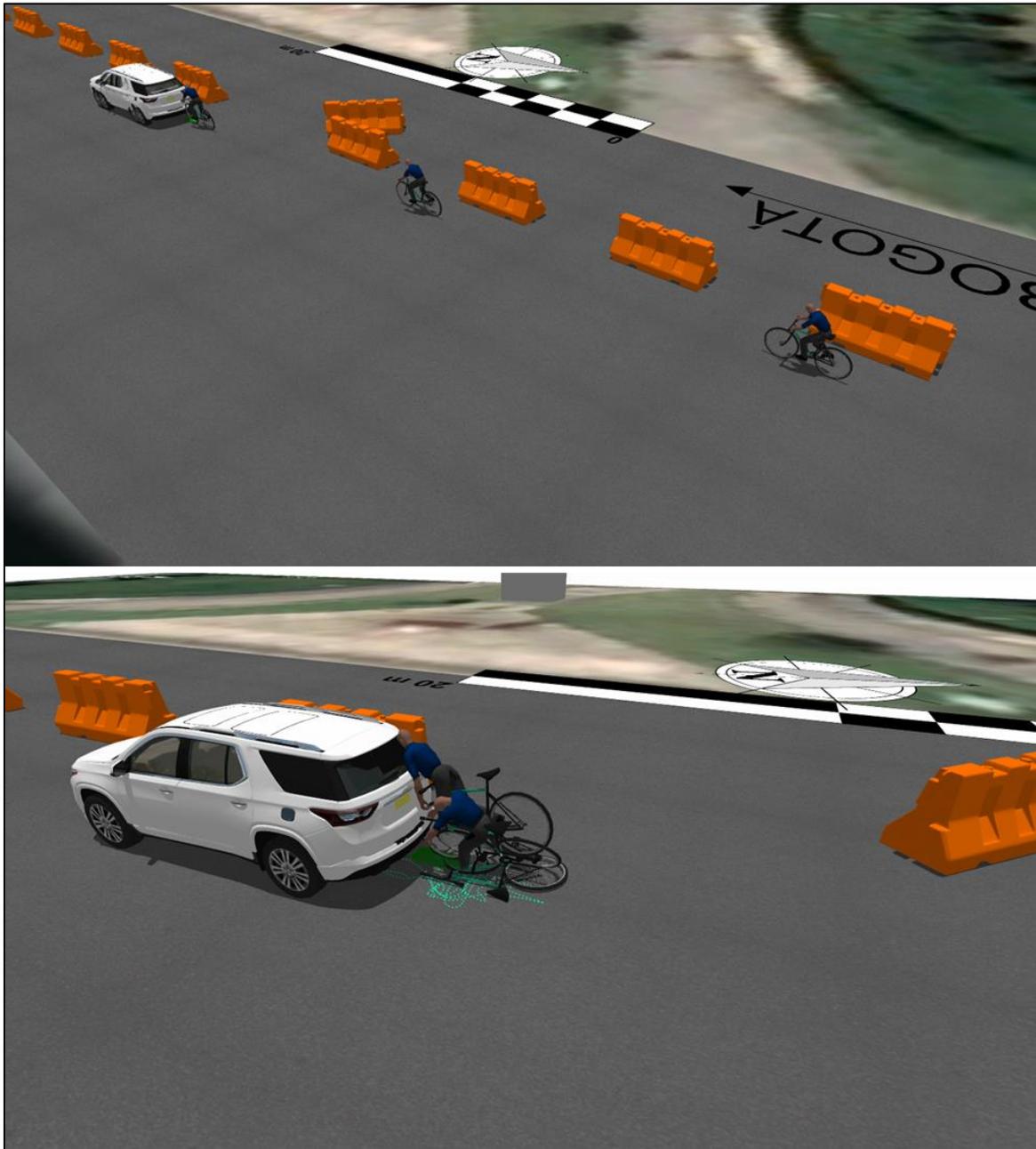


Imagen No.25: Compuesta por vista en 3D de la elaboración a escala de la secuencia probable establecida mediante análisis forense de la evidencia registrada y recopilada.

5. ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.

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

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

Para analizar la EVITABILIDAD del accidente se describe a continuación un proceso normal de maniobra de emergencia, el cual es aproximadamente como sigue: El conductor observa el peligro, a partir de este instante transcurren aproximadamente entre uno (1 s) y uno coma cinco (1,5 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
BICICLETA Entre 25 y 35 km/h	Entre 7 y 14,5 m	Entre 7 y 19 m	Entre 14 y 33,5 m
CAMIONETA Entre 0 y 7 km/h	Entre 0 y 2,9 m	Entre y 0,3 m	Entre 0 y 3,2 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 siniestro no se registran ni identifican huellas asociadas a frenados de emergencia pre o pos-impacto, lo cual puede obedecer a desaceleraciones son alcanzar el valor pico, al sistema de frenos o al no presentarse la identificación del riesgo con antelación suficiente, específicamente para el caso del ciclista, el cual por su trayectoria de aproximación tiene la posibilidad de valorar la razón de aproximación al vehículo que le antecede, o el estado de este.

Atendiendo a la morfología se plantea que la posición de manejo requiere de elevar la cabeza para ampliar el campo visual, de lo contrario este se reduce en cuanto al alcance hacia adelante, lo que hace que se requiera estar más cerca de un riesgo para poder reconocerlo, reduciendo así la posibilidad de reaccionar y consumir maniobra evasivas.

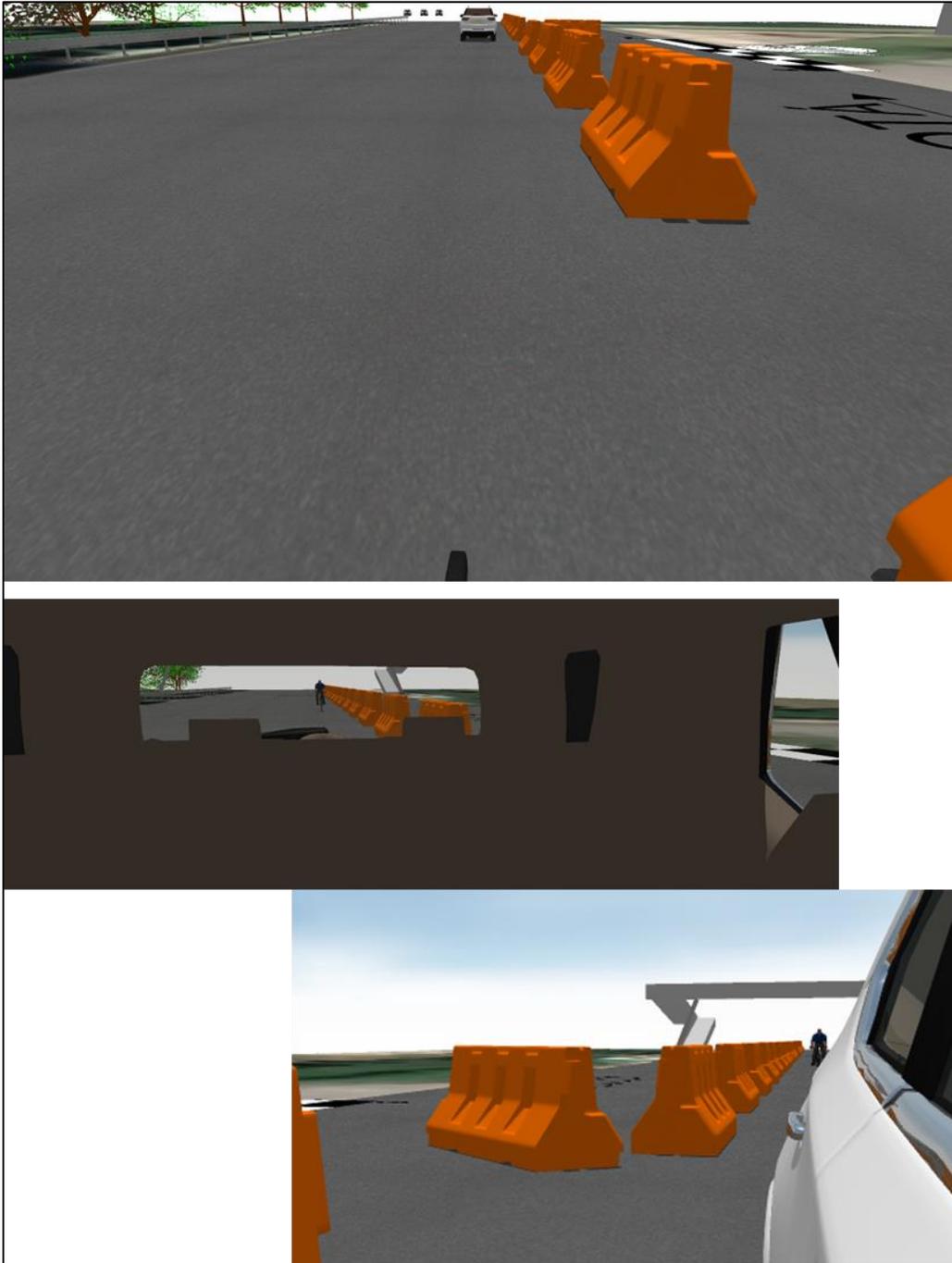


Imagen No.26: Compuesta por imágenes elaboradas en VC5 donde se representa la visual probable de los involucrados en promedio 4s antes de la colisión, estando la visual del conductor de la camioneta enfocada en los retrovisores.

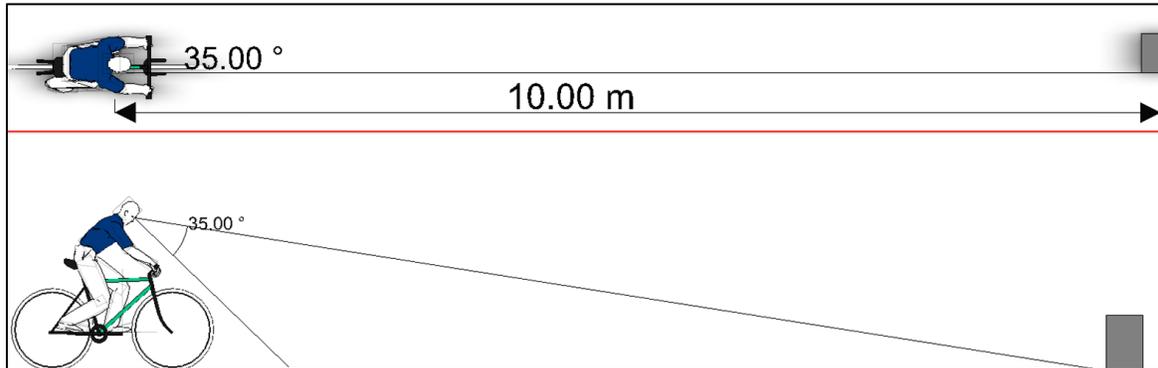


Imagen No.27: representación gráfica a escala en VC5 donde se ejemplifica el alcance del rango visual de la posición de un ciclista al inclinar la cabeza, contando un movimiento ocular hasta 35° (siendo casi el máximo los 25°).

6. HALLAZGOS

- a. Los resultados del análisis del evento se soportan en el análisis forense de la evidencia registrada, en el modelo físico utilizado, en la herramienta de simulación física VC5, con los vestigios identificados, 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 al lugar, referencias de Earth pro y registros fotográficos del día de los hechos.
- c. En el IPAT se plantea como hipótesis de ocurrencia de los hechos para la 157 para el conductor del vehículo No.1 Bicicleta (“Otra: *No estar pendiente en los demás actores de la vía*”).
- d. Se identifica el no uso de casco protector por parte del ciclista, elemento que reduce la probabilidad de lesiones en la cabeza.
- e. Es probable un proceso de desaceleración de la camioneta previo al impacto, pero no se cuenta con evidencia para cuantificarlas, así como tampoco para valorar o estimar una distancia recorrida en un posible proceso de retroceso o el tiempo de detención.

- f. El área de impacto probable posee un rango debido al 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. 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. La dispersión de fragmentos junto con la posición final de la evidencia coadyuva a reconocer la ubicación del área de impacto, y permite reducir la posibilidad de situaciones tales como que la camioneta circulando en reversa a una velocidad tal que embista al ciclista y genere las lesiones y daños registrados.
- h. Se reconoce por la morfología de la vía, hora-iluminación y morfología de la camioneta, que esta última se constituye como un elemento identificable en la vía, así como sus sistemas de luces traseros al activarse.
- i. No se evidencian datos que conlleven a establecer maniobras súbitas de cambio de carril o de dirección que no pudiesen ser advertidas por los demás usuarios de la vía.
- j. No se reporta ni identifica interacción de la camioneta o bicicleta con otros vehículos usuarios de la vía, así como tampoco la presencia de obstáculos visuales fijos o móviles.
- k. No se cuenta con evidencia videográfica que permita establecer la posible activación o no de luces estacionaras o de advertencia en la camioneta, sin embargo, en las fotografías del día de los hechos se observa que estas funcionan adecuadamente.
- l. Se reconoce que la bicicleta no cuenta con sistema de frenos tipo guaya o hidráulicos, pero tiene sistema de frenado de la llanta trasera mediante desaceleración directa del plato o pedaleo en rotación opuesta al avance; la desaceleración solo por llanta trasera reduce el factor de desaceleración, lo que influye en la distancia de frenado.
- m. No se cuenta con evidencia técnica que permita establecer el motivo por le cual la camioneta transitaba a velocidad baja o estaba detenida al momento de los hechos; lo anterior puede obedecer a maniobras tales como detención por objeto adelante, desatención, inicio de marcha (avance o retroceso), identificación e la aproximación del ciclista, maniobra de aproximación a una salida de la calzada.

n. En la documentación suministrada para análisis se recibe un informe *IRAC de CIAT*, en el que luego de su revisión se identifica:

- *Descripción de generalidades sobre datos del evento en lo referente a lesiones, vía, daños de los vehículos, datos de los vehículos, etc. Elaboración a escala en software de apoyo de la escena y de lo registrado sen el bosquejo del IPAT.*

- *Se realiza el análisis de la versión del ciclista, extrayendo datos sobre magnitud del impacto y fuerzas, paralelamente otorga mediante ese análisis cualitativo y subjetivo un peso de validez a la versión; lo anterior carece del rigor científico y técnico que requieren las pericias forenses de accidentología, y es algo fuera del alcance de la labor de un perito objetivo.*

- *Se realizan variadas imágenes asociada a la dinámica del evento, estableciendo la posición de los participantes en distintos momentos, sin embargo, no se realizó ninguna aproximación científica a las velocidades de circulación ni de impacto, para poder plantear una secuencia, para dar soporte a lo que en el numeral 9 relaciona como fases del accidente y dinámica pre-impacto y de impacto. Si no se cuantifica la velocidad a la que se desplazaban no se puede saber dónde estaban en el tiempo y en el espacio (física esencial asociada), tampoco hay análisis de visibilidad para poder aproximarse a la evitabilidad del hecho.*

- *Se identifica al observar en detalle que las imágenes del numeral 9 del informe prácticamente muestran la camioneta detenida en la vía, específicamente la imagen 23, 25 y 26 (relacionar la llanta trasera izq. con la línea de carril – líneas que paralelamente no existían para la fecha de los hechos); lo anterior difiere del planteamiento que realiza en cuanto a que la camioneta va en reversa, argumento del que no se identifica cuál es el sustento objetivo y físico que lo soporta.*

- *No se involucra el concepto de la velocidad relativa, el cuál es el que se asocia a la dinámica del impacto y no solamente el hecho del movimiento del ciclista.*

- *El informe sale de todo contexto científico forense al versar y juzgar sobre normatividad y sobre el comportamiento de los involucrados en el evento. involucrando jurisprudencia y datos del CNT, lo que difiere del actuar de un peritazgo, el cual debe versar sobre el cómo ocurrieron los hechos.*

o. La ausencia de reconocimiento con antelación por parte del ciclista de la presencia o estado y maniobra de la camioneta en el carril derecho llega a obedecer a situaciones tales como desatención, cono visual enfocado en otro segmento o situación de la vía, reducción del campo visual frontal por inclinación de la cabeza, intoxicación, inadecuada valoración de la velocidad de aproximación.

p. El planteamiento en cuanto a la reducción del alcance visual o ausencia de reconocimiento por parte de un ciclista de elementos ubicados adelante en su trayectoria es una situación recurrente, a manera de ejemplo se adjunta la siguiente secuencia obtenida de un registro de video de vigilancia y compartido en redes públicas:



q. Las versiones sobre el evento hacen parte del proceso investigativo y de contextualización de este, pero no se constituyen como elementos objetivos de juicio, ni herramientas para la realización de cálculos numéricos o planteamiento de la dinámica del accidente.

r. En la medida que se aporte información técnica y objetiva complementaria tal como informe ejecutivo FPJ-3, experticias a vehículos con álbum fotográfico es posible ampliar datos del presente informe y llegar a reducir el rango de incertidumbre de algunas variables.

7. CONCLUSIONES:

1. Basados en el análisis realizado para el evento con la información registrada y suministrada a la fecha se plantea la secuencia PROBABLE² para el siniestro, en donde un instante antes del impacto el vehículo No.1 Bicicleta se desplazaba en sentido Norte a sur sobre el carril derecho de la vía Tunja-Bogotá (de los habilitados al momento de los hechos) y a la altura del Km 4+600 colisiona por alcance a una velocidad comprendida entre veinticinco (25 km/h) y treinta y cinco (35 km/h) kilómetros por hora con el vehículo No.2 Camioneta, la cual con mayor probabilidad se encontraba detenida al momento de la colisión sobre el mismo carril derecho o desplazándose a una velocidad de hasta siete (7 km/h) kilómetros por hora (haciendo inclusión de la incertidumbre asociada).

A raíz del impacto primario se generan los daños en la estructura de los vehículos, el cuerpo inicia un proceso de separación de la bicicleta al conservar la trayectoria que traía hasta presentarse el impacto secundario entre este y la puerta trasera de la camioneta, momento en el que se presentan las lesiones de severidad registradas; seguidamente cuerpo y bicicleta caen a la superficie alcanzado su posición de reposo, de la cual el cuerpo es movido para prestar asistencia.

2. La velocidad de circulación calculada para el vehículo No.1 Bicicleta 30 ± 5 km/h (30 km/h $\pm 16\%$ margen de error), se identifica como inferior al límite del tramo vial, puede ser compatible con una desaceleración previa, pero sin evidencias para cuantificarla.

² 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, el informe se basa en métodos y técnicas científicas sólidas, y las conclusiones son las más precisas posibles y probables dadas las circunstancias y la información disponible.

3. La velocidad de circulación al impacto calculada para el vehículo No.2 Camioneta, entre detenida y circulando a 7 km/h, se identifica como inferior al límite para el tramo vial, y es compatible con una desaceleración previa, 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. Si se establece con evidencia objetiva y técnica (videos/lectura de EDR) que la camioneta se encontraba realizando una maniobra de retroceso, es posible reconocer una acción contraria a la regulación de tránsito, sin embargo, es un acto que llega a ser identificable por los demás usuarios de la vía y el rango de velocidad alcanzado está limitado por las condiciones mecánicas de los vehículos (*Hallazgo g, h, i*).
7. Basados en el análisis de la información objetiva suministrada se establece que la circunstancias³ asociadas a la ocurrencia del accidente de tránsito obedece al factor humano, al presentarse ausencia de reconocimiento con antelación de la presencia y/o estado del Vehículo No.2 Camioneta sobre el carril derecho, por parte del conductor del vehículo No.1 Bicicleta (*Hallazgo o*).

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.

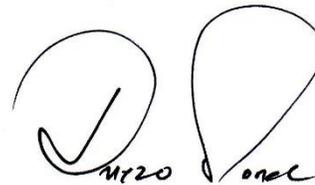
³ CAUSA desde la óptica de la SEGURIDAD VIAL, es decir, se determinan los factores que de alguna forma originan riesgos viales, relacionados con el factor humano, la vía y los vehículos, no corresponden a juicios de valor o responsabilidad.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. "Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis, Rudolf Limpert, Fifth Edition, 1999, Lexis Publishing
2. "Drivers response in emergency situations a quick reference". Jeffrey W. M, 2019.CSS llc.
3. Uncertainty Analysis for Forensic Analysis 2nd Ed. Brach & Dunn. 2009. L&J Publishing Company inc.
4. "Pedestrian/cyclist Traffic Crash Reconstruction", Mike R and Tony B., first edition, IPTM.
5. "Bicycle Collision Investigation". Roman F. Beck. 2005.
6. Accidentes de Tránsito – Investigación Forense. Juan M. Hernández. Expresión Forense.
7. Dr. Rick Wakefield "human factors and the anatomical blind spot" WREX 2016.
8. 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



Alejandro Rico León
Físico Forense



Diego M López Morales
Físico – Director Forense 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: CC 79341890; dlopez@irsvial.com; Cel: 3506424982, Carrera 71c # 116a – 71 Bogotá D.C.

- 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: CC 80092764; arico@irsvial.com, Carrera 71c # 116a – 71 Bogotá D.C.

- 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).