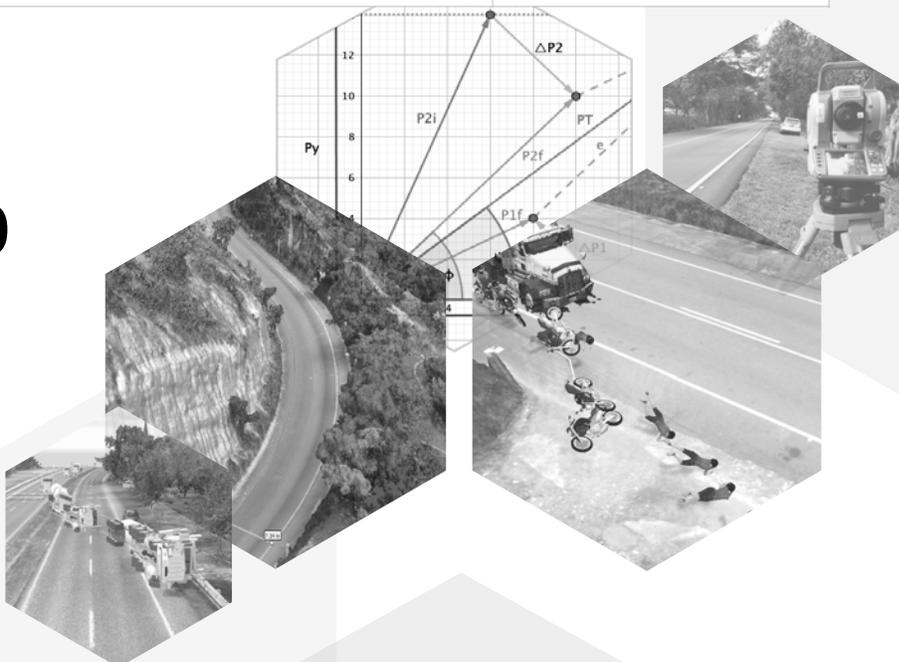


# DP2023-30



Mayo 27 de 2023.

Juzgado Administrativo del Circuito de Medellín

Medio de Control : Reparación Directa

Demandante : Margarita de Jesús Márquez Jaramillo y Otros.

Demandados : Agencia Nacional De Infraestructura -Ani-, Concesión Vías Del Nus S.A.S -Vinus S.A.S Compañía, Aseguradora De Fianzas S.A – Seguros Confianza S.A

Accidente investigado NUNC 056906000309202000150, accidente de tránsito clase colisión, gravedad “con muertos”, hechos ocurridos el día 21 de octubre de 2020 a las 19:00 horas, sobre la vía Cisneros - Hatillo km 22 + 400 metros, coordenada geográfica 6°32'53.0"N 75°11'31.0"W.

En el accidente resultaron involucrados los vehículos: (1) motocicleta marca Yamaha YBR125, de placas TMA82C conducida por LUIS GERMAN SALAZAR GONZÁLEZ, identificado con cédula de ciudadanía 71173639, quien fallece en el lugar de los hechos. Vehículo (2) camioneta marca Mazda BT-50, de placas DDU710, conducida por RODRIGO HERNÁN HENAO MARIN identificado con cédula de ciudadanía 98497401.

# Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	2
1. Antecedentes y objeto del informe	1
2. Metodología para la Reconstrucción del Accidente	2
2.1. Etapas de la investigación	2
3. Desarrollo de la investigación	4
3.1. Documentos recibidos	4
3.2. Objeto del informe	5
3.3. Actividades realizadas	5
3.4. Inspección y análisis del lugar de los hechos	7
3.5. Análisis de la fijación de los EMP y EF en el lugar de los hechos	24
3.6. Reconstrucción virtual del lugar de los hechos y posición final de los vehículos.	28
3.7. descripción y análisis de vehículos	36
3.8. Participantes	39
4. Formulación de hipótesis	40
4.1 Configuración del impacto	40
4.2. Hipótesis	41
5. Experimentación, principios y leyes	44
5.1 Modelos físicos aplicables	44
6. Conclusiones	50
Bibliografía	53

# 1. Antecedentes y objeto del informe

El presente dictamen pericial es realizado y presentado por el Licenciado EDWIN ENRIQUE REMOLINA CAVIEDES, identificado con CC. 91.348.435; Director del Centro de Investigación Forense y Tecnología del Tránsito S.A.S; quien cuenta con la idoneidad y experiencia para elaborarlo y suscribirlo, conforme a estudios y títulos de educación superior que sustentó a la fecha de rendir el informe, como son: Magíster en Ingeniería Física Universidad Antonio Nariño, Licenciado en Matemáticas de la Universidad Antonio Nariño, graduando Especialización en Estadística Aplicada, Tecnólogo en Investigación de Accidentes de Tránsito y Técnico Profesional en Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Escuelas Policía Nacional.

A la fecha cuento con la aprobación del proceso de certificación de perito forense en Reconstrucción Analítica de Accidentes de Tránsito convocatoria N° C02-2022 otorgada por parte del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

De acuerdo con lo anterior, se adjuntan copias de los certificados de estudio en la hoja de vida anexa al presente dictamen, en la cual se relaciona la experiencia profesional durante 20 años laborando en la Policía Nacional de Colombia de los cuales 18 años en el área de investigación de accidentes de tránsito en diferentes unidades, y 8 años laborando en la empresa privada CIFTT realizando investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito a nivel nacional y otros países, así como también, se relaciona la respectiva identificación, dirección, teléfono, publicaciones relacionadas con la materia, resumen de casos conocidos durante el tiempo ejerciendo la profesión, junto con los certificados de cursos profesionales y de actualización, conforme a los parámetros descritos los artículos 226 de la Ley 1564 de 2012.

De igual forma, me permito declarar bajo la gravedad de juramento que el dictamen pericial es independiente en las opiniones y desarrollo analítico realizado y descrito en él, contando con la convicción profesional. Al igual, no me encuentro impedido para la elaboración del presente dictamen conforme al artículo 219 de la Ley 1437 de 2011 y artículo 226 de la Ley 1564 de 2012, el cual he realizado de manera imparcial y fiel al cargo, para apoyar a la justicia de forma objetiva analizando los hechos conforme a la información suministrada a la presente investigación.

Así mismo, declaro que en la presente investigación no hay diferencias en la metodología aplicada respecto a las investigaciones que he realizado en peritajes anteriores sobre la misma materia y que utilizo en el ejercicio de mi profesión. Igualmente declaro que anteriormente he sido designado en procesos en curso por la misma parte que se me ha designado para la elaboración del presente dictamen.

## 2. Metodología para la Reconstrucción del Accidente

La presente investigación se ha desarrollado a partir del método científico basado en la aplicación de conocimientos científicos-técnicos, de forma metódica a partir de la observación, medición y experimentación que demuestran la cinemática del suceso de tránsito, fundamentado en ciencias como la física mecánica, la matemática y algunas disciplinas de la criminalística que permiten realizar la reconstrucción del accidente de tránsito.

En la reconstrucción de accidentes de tránsito, el método científico es esencial ya que permite obtener conocimiento y establecer la cinemática de la colisión de manera objetiva y verificable, con el fin de determinar las causas del accidente de tránsito, con base en investigaciones aprobadas por la comunidad científica y debidamente publicadas, las cuales se referencia en la bibliografía.

### 2.1. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

#### **Observación y análisis de la información.**

Se realiza un análisis y recolección de datos a partir de los documentos suministrados a la presente investigación, búsqueda de datos técnicos de vehículos y ubicación del lugar de los hechos.

#### **Recolección de información, inspección y análisis del lugar de los hechos.**

Se realizó la inspección al lugar de los hechos, por medio de la cual se recolectó información de mediciones de la geometría vial y elementos que la componen, haciendo uso de equipo topográfico “estación total” y realizando registro fotográfico con RPAS, relacionado con los puntos de referencia empleados por la autoridad de tránsito que conoció el hecho.

#### **Análisis y reconstrucción de la fijación de los EMP y EF en el lugar de los hechos.**

Se realiza un análisis de la fijación fotográfica, topográfica y descriptiva de los diferentes elementos materia de prueba y evidencia física realizada por la policía judicial el día de los hechos, partiendo del archivo documental aportado a la presente investigación, los cuales contribuyen en la reconstrucción virtual tanto del lugar de los hechos, como de sus posiciones finales.

#### **Descripción y análisis de vehículos.**

A partir de la información contenida en el informe policial de accidentes de tránsito o de otros documentos aportados por la policía judicial, entre ellos las experticias técnicas de vehículos, se

procede a revisar las características técnicas de los vehículos y las huellas o daños que presentaron, los cuales permiten analizar las posiciones relativas durante el o los diferentes impactos en el desarrollo del accidente.

### **Participantes.**

En este numeral, se hace una relación de la información general de los participantes (conductor de vehículos) que están involucrados en el accidente de tránsito, incluyendo la información de lesiones.

### **Formulación de hipótesis.**

Con base en el análisis de las deformaciones en la estructura de los vehículos o lesiones de los participantes, sobre la reconstrucción virtual o plano de la posición final de los elementos materia de prueba y evidencia física, el perito debe realizar un análisis en conjunto de las evidencias, las posiciones relativas y puntos de impacto en el lugar de los hechos, planteando hipótesis que respondan la pregunta del “cómo” se presentó el accidente de tránsito.

### **Experimentación, principios y Leyes.**

Partiendo del análisis y descripción de las características y elementos de la vía; descripción y análisis realizado a los elementos materia de prueba y evidencia física; datos técnicos de vehículos, huellas y daños en sus estructuras; información de los participantes, mediante la aplicación de conocimientos científicos basados en la física mecánica y la matemática, el análisis de la configuración del impacto y un análisis retrospectivo de la posición final de los EMP y EF, se desarrolla la dinámica del accidente demostrando cómo se desarrollo el suceso de tránsito investigado.

Se desarrollan los cálculos de velocidad y de evitabilidad del accidente a partir de los modelos físicos aplicables al hecho de tránsito investigado, de acuerdo con la cantidad y calidad de la información recolectada por la policía judicial

### **Conclusiones de la investigación.**

Desarrollada y demostrada la cinemática del accidente, se concluyen las causas contribuyentes en la evolución del suceso y la causa determinante la cual ha generado el accidente de tránsito.

## 3. Desarrollo de la investigación

### 3.1. DOCUMENTOS RECIBIDOS

- ▶ Copia de tres imágenes digitales y un video del lugar de los hechos, con fechas de registro 21 octubre de 2020 1:33 pm y 22 de octubre de 2020 7:30 am, respectivamente. Video con nombre de archivo 4. Video 20201022.mp4, formato MPEG-4, duración 8,53 minutos.
- ▶ Copia plan de manejo de tráfico a folio 131 al 164.
- ▶ Fotocopia informe policial de accidentes de tránsito, en tres (3) folios, diligenciado y firmado Patrullero Juan Gabriel Guerra, adscrito a Policía Nacional , con placa 122677 Setra.
- ▶ Fotocopia “Presentación de la Demanda” reparación directa, firmado por el señor abogado Esteban Ramírez Atehortua.
- ▶ Fotocopia de Registro de defunción del señor Luis German Salazar Gonzalez en un (1) folio.
- ▶ Fotocopia de Inspección de policía, Acta de audiencia, en cuatro (4) folios.
- ▶ Fotocopia de proceso contravenciones por parte del inspector de policía, en cinco (5) folios.
- ▶ Fotocopia de informe por parte de Agencia Nacional de Infraestructura en cinco (5) folios.
- ▶ Fotocopia del plan de manejo de trafico por parte de Agencia Nacional de Infraestructura en treinta y tres (33) folios.
- ▶ Fotocopia de declaración juramentada con fines extraprocesales de la señora Bilma Estella Marquez Jaramillo en dos (2) folios.
- ▶ Fotocopia de declaración juramentada con fines extraprocesales de la señora Karina Andrea Giraldo Rendon en dos (2) folios.
- ▶ Fotocopia de Historia clínica de la señora Margarita de Jesus Marquez en cuatro (4) folios.
- ▶ Fotocopia de conciliación extra-contractual en dos (2) folios.
- ▶ Fotocopia de acta de audiencia en tres (3) folios.
- ▶ Fotocopia de Reporte de Iniciación FPJ- 1 Síntesis de los hechos en diez (10) folios.
- ▶ Fotocopia de Informe Ejecutivo FPJ - 3 Descripción del accidente de manera cronológica y concreta en cinco (5) folios.
- ▶ Fotocopia de acta de inspecciona técnica a cadáver FPJ- 10 en siete (7) folios.
- ▶ Fotocopia informe pericial determinación clínica forense de embriaguez del señor Rodrigo Hernan Henao en tres (3) folios.
- ▶ Fotocopia de Album fotográfico y fijación fotográfica del accidente en cuatro (4) folios.
- ▶ Fotocopia de Inventario de Motocicleta placas TMA 82C en un (1) folio.
- ▶ Fotocopia de Inventario de Automotores de placas DDU710 en un (1) folio.
- ▶ Fotocopia de documentos del señor Rodrigo Hernan Henao en cuatro (4) folios.

- ▶ Fotocopia de Informe pericial de Necropsia medico legal del señor Luis German Salazar Gonzalez en cinco (5) folios.
- ▶ Fotocopia de informe pericial de toxicología forense del señor Luis German Salazar Gonzalez en cuatro (4) folios.

### **3.2. OBJETO DEL INFORME**

Determinar la posición de los participantes antes del impacto, sus trayectorias y velocidades de acuerdo con la información suministrada y aquella obtenida y analizada en la presente reconstrucción, con el fin de establecer las causas que dieron origen al suceso de tránsito relacionado en los documentos del numeral 3.1 del presente dictamen, a partir de las técnicas y herramientas para la investigación, aplicación de metodologías y teorías, experimentación de movimientos, teoremas o modelos físicos y matemáticos que demuestren la cinemática del impacto, dando respuesta al por qué se presentó el hecho.

Analizar la señalización existente para el día de los hechos, tanto en lugar del accidente ocurrido en el kilómetro 22 mas 400 metros, como en el área de ingreso de la motocicleta a la conectante de calzada entre la vía antigua y la calzada norte de la vía nueva, conectante ubicada en el kilómetro 23 mas 700 metros.

### **3.3. ACTIVIDADES REALIZADAS**

Dentro de la recolección de datos, el suscrito investigador, ha realizado una revisión, análisis e interpretación del documento mencionado en el numeral 1.1, especialmente al dibujo topográfico y la fijación topográfica del lugar de los hechos y elementos materia de prueba y evidencia física.

El día 17 de mayo de 2023 se realizó inspección al lugar de los hechos por parte del suscrito perito, en el km 22 mas 400 metros (lugar de la colisión), así como también, realicé inspección a la vía en el kilómetro 23 mas 700 metros (zona de ingreso del vehículo (1) motocicleta) y en el kilómetro 21 mas 280 metros (zona de ingreso del vehículo (2) camioneta); con el fin de realizar el levantamiento topográfico y fotográfico específicamente del lugar de los hechos y del lugar de ingreso del motociclista, mediante el uso de estación total marca Nikon Nivo 5C y RPAS Phantom IV Pro2. Con la información obtenida con el equipo de topografía y las imágenes registradas durante la inspección, se procede a reconstruir la vía y sus elementos en tercera dimensión mediante el software de reconstrucción Faro Zone3D, sobre la cual se integran las medidas del bosquejo topográfico del IPAT, permitiendo analizar la posición final de algunos EMP y EF, correlacionado con lo observado en las imágenes del informe de investigador de campo, y el video aportado a la presente investigación.



Figura 1. Fotografía Aérea registrada por el suscrito perito 17-05-23. Panorámica de la vía en el kilómetro 23 mas 700 metros con vista hacia el occidente, lugar donde realizó el ingreso el conducto y su vehículo (1) motocicleta, cambiando de calzada norte de la ruta 6205 (calzada antigua) hacia la calzada central de la imagen, sobre la conectante con dirección Cisneros a Medellín.



Figura 2. Fotografía Aérea registrada por el suscrito perito 17-05-23. Panorámica de la vía en el kilómetro 22 mas 500 metros con vista hacia el occidente, en la trayectoria previa al impacto realizada por el vehículo (1) motocicleta, sobre el carril derecho de la calzada norte (derecha imagen). El vehículo (2) camioneta, previo a la colisión circulaba sobre el tramo curvo de la misma calzada en sentido Medellín a Cisneros.

### 3.4. INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DEL LUGAR DE LOS HECHOS

#### 3.4.1 Características del lugar

Para el análisis del lugar, sus características y señalización existente, se tiene en cuenta el espacio comprometido con el accidente, desde el área de impacto hacia atrás en el sentido de circulación de los vehículos involucrados, descripción de señales y estado de la superficie de acuerdo con lo descrito en el informe policial de accidentes de tránsito y con base en la inspección realizada por el suscrito investigador para el presente año 2023.

Inicialmente se realizó la recolección de información fotográfica y topográfica, obteniendo uno a uno los puntos con la Estación Total por medio de los cuales se realizará el posicionamiento del ortomosaico y nube de puntos procesados a partir de imágenes registradas con el RPAS Phantom IV Pro2.

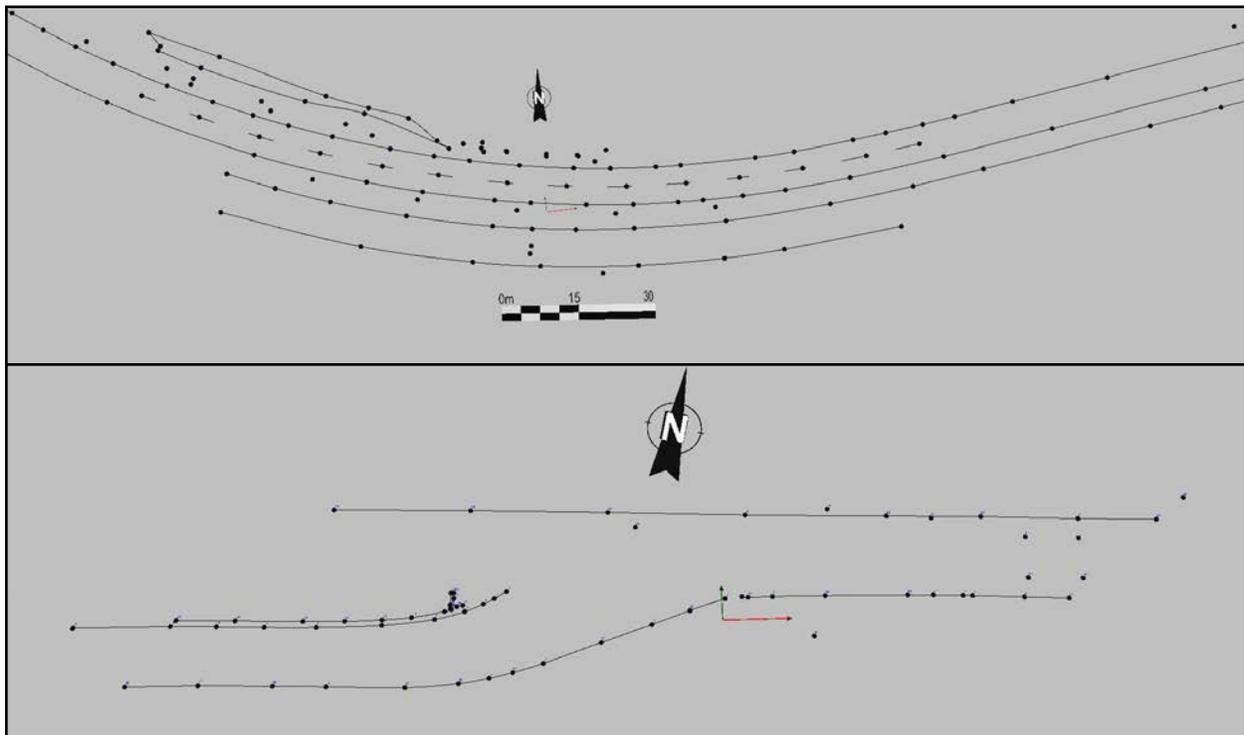


Figura 3. Mediciones registradas con equipo de topografía: estación total, e importadas al software Faro Zone 3D. Imagen superior lugar de los hechos en el km 22 + 400 metros. Imagen inferior lugar de ingreso del motociclista (vehículo 1) a la calzada de la vía nueva en el km 23 + 700 metros.

Realizada la toma de la información de nube de puntos, mediciones topográficas y fotografía digital, se procede a realizar el procesamiento de la información en el software Faro Zone 3D, adecuando las imágenes y construyendo los diferentes elementos propios de la vía generando un escenario 3D.



Figura 4. Reconstrucción 3D realizada mediante el procesamiento de imágenes usando software Metashape Agisoft y WebODM, elementos que complementan las medidas registradas con la estación total. Reconstrucción del lugar de los hechos realizada en software Faro Zone 3D. Imagen izquierda km 23 + 700 metros. Imagen derecha km 22 + 400 metros.

Km 22 mas 400 metros vía Medellín - Cisneros (lugar de los hechos - colisión)

CARACTERÍSTICAS	<b>Calzada sentido suroccidente a nororient</b>
<b>Calzadas y superficie vial</b>	Dos calzadas con separador central en zona verde en la vía nueva. Una calzada en la vía antigua. Un sentido de circulación vial para la calzada norte de la vía nueva, de occidente a oriente, y calzada sur cerrada. Un sentido de circulación vial para la calzada vía antigua, de oriente a occidente. La calzada comprometida (norte) cuenta con dos carriles con dirección hacia el oriente para el día de los hechos (reversible). Superficie en asfalto buen estado de conservación, y superficie seca según IPAT.
<b>Geometría</b>	En el kilómetro 22 mas 400 metros, la calzada es geoméricamente curva con un radio interno de 226,1 metros y un radio externo 238,3 metros, medidos en las líneas de borde de la calzada comprometida. Presenta una pendiente positiva de 3,3° grados en el sentido de circulación del motociclista. Ancho de calzada 7,34 ± 0,04 metros.
<b>Señalización Horizontal</b>	Para el día de los hechos se observa la misma demarcación documentada por el suscrito perito en la inspección a la vía, con líneas de borde blanca continua zona externa de la calzada y línea de borde amarilla en la zona interna de las calzadas, línea de carril blanca segmentada.
<b>Señalización Vertical</b>	En el kilómetro 22 mas 400 metros en la calzada norte, en el sentido de circulación del vehículo (2) camioneta, no se observan señales. En el sentido de circulación del vehículo (1) motocicleta, se hallaron delineadores de curva y dos señales preventivas de curvas sucesivas primera a la derecha.

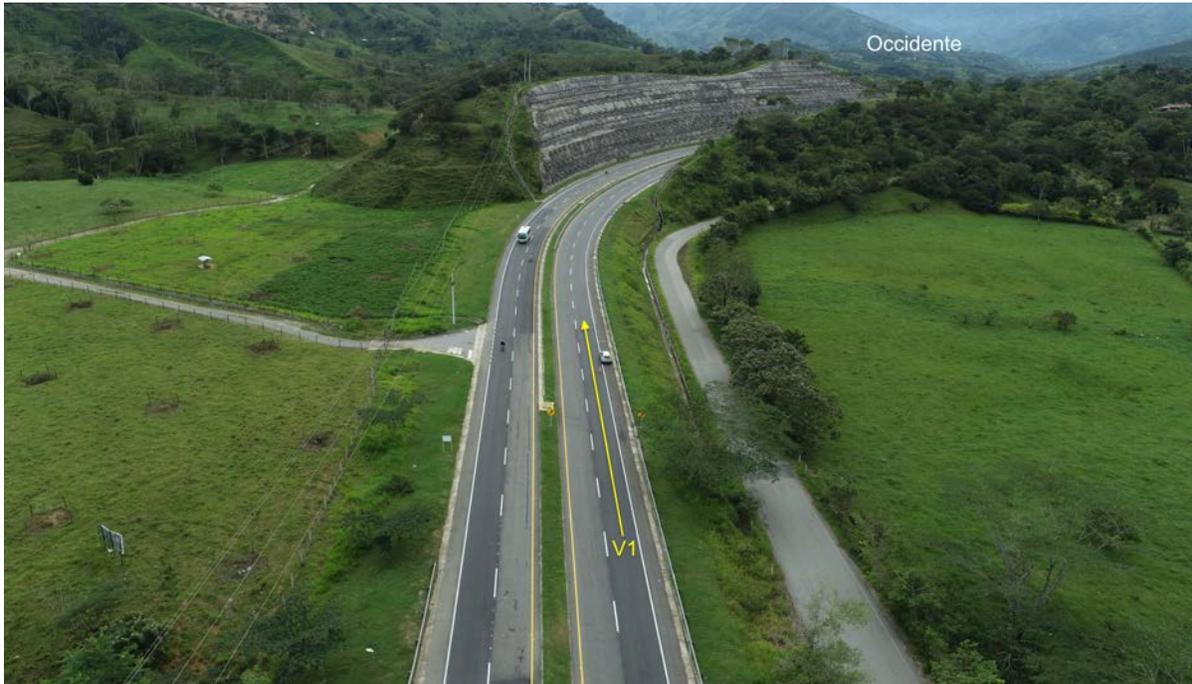


Figura 5. Panorámica del lugar de los hechos en el kilómetro 22 + 400 metros. Imagen con vista hacia el occidente, en la trayectoria ilustrada del vehículo (1) motocicleta, circulando sobre el tramo recto previo al área de colisión. Imagen de fecha 17-05-23.



Figura 6. Panorámica del lugar de los hechos en el kilómetro 22 + 400 metros. Imagen con vista hacia el occidente, en la trayectoria ilustrada del vehículo (1) motocicleta, circulando sobre el tramo de la curva previo al área de colisión. El recuadro rojo ilustra el área donde fueron hallados los elementos materia de prueba y evidencia física, fijados planimétrica y fotográficamente por la policía judicial. Imagen de fecha 17-05-23.



Figura 7. Panorámica del lugar de los hechos en el kilómetro 22 + 400 metros. Imagen con vista hacia el occidente. La flecha amarilla ilustra la trayectoria del vehículo (1) motocicleta y la flecha azul ilustra la trayectoria del vehículo (2) camioneta, antes del área donde fueron hallados los elementos materia de prueba ilustrada con el recuadro rojo. Imagen de fecha 17-05-23.



Figura 8. Panorámica del lugar de los hechos en el kilómetro 22 + 400 metros. Imagen con vista hacia el oriente. La flecha azul ilustra la trayectoria del vehículo (2) camioneta y la flecha amarilla ilustra la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, antes del área donde fueron hallados los elementos materia de prueba ilustrada con el recuadro rojo. Imagen de fecha 17-05-23.

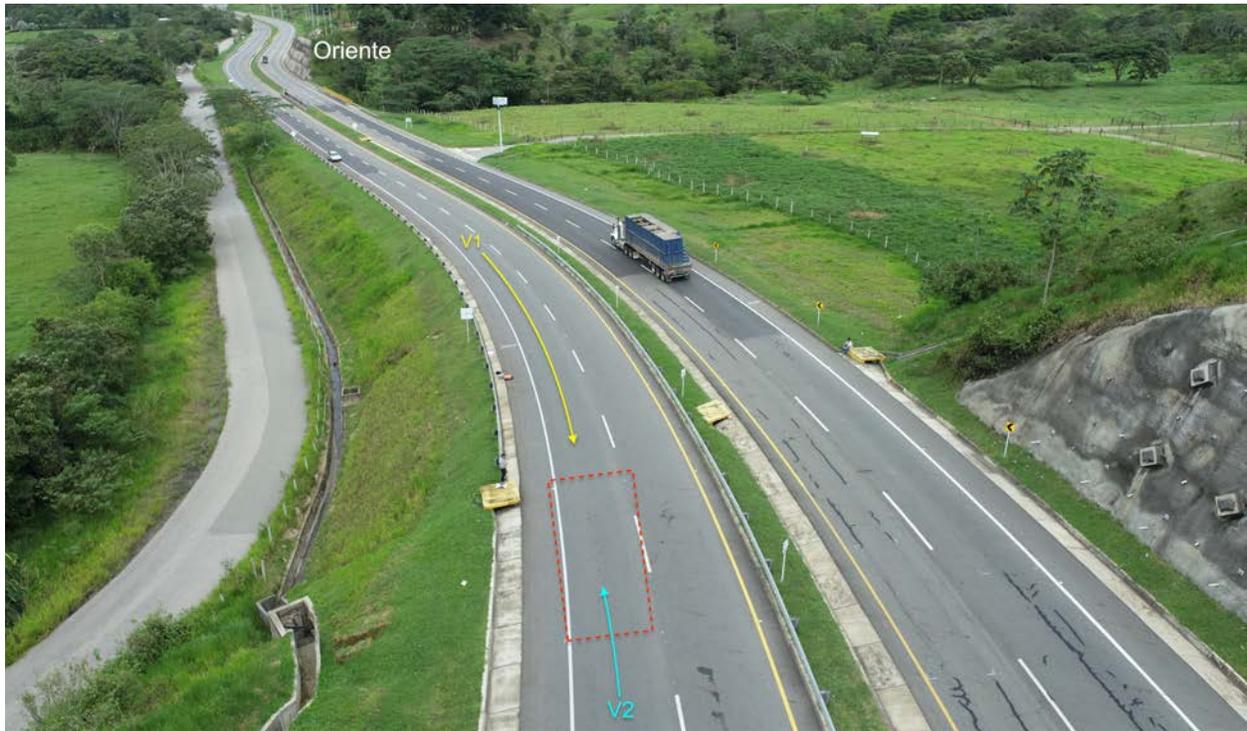


Figura 9. Panorámica del lugar de los hechos en el kilómetro 22 + 400 metros. Imagen con vista hacia el oriente. El recuadro rojo ilustra el área donde fueron hallados y fijados planimétrica y fotográficamente los elementos materia de prueba. Imagen de fecha 17-05-23.



Figura 10. Plano cenital del lugar de los hechos en el kilómetro 22 + 400 metros. Sobre la calzada central de la imagen, se dibuja la flecha azul ilustra la trayectoria del vehículo (2) camioneta hacia el oriente (Cisneros) y la flecha amarilla ilustra la trayectoria del vehículo (1) motocicleta hacia el occidente (Medellín), sobre la única calzada habilitada para el tránsito vehicular en el sentido de circulación occidente a oriente (Medellín a Cisneros). El recuadro rojo ilustra el área donde fueron hallados los elementos materia de prueba. La calzada inferior de la imagen para el día de los hechos, presentaba sentido único de circulación vial oriente a occidente (Cisneros a Medellín). La Imagen de fecha 17-05-23.

Km 23 mas 700 metros vía Cisneros - Medellín (lugar de cambio de calzada vehículo 1)

CARACTERÍSTICAS	
Calzada sentido suroccidente a nororiente	
<b>Calzadas y superficie vial</b>	Dos calzadas con separador central en zona verde en la vía nueva. Una calzada en la vía antigua. Para el día de los hechos la vía nueva presentaba un sentido de circulación vial en la calzada norte, sentido occidente a oriente con desvío e incorporación a la calzada de la vía antigua en la conectante (ver imagen 11). Doble sentido de circulación vial para la calzada de la vía antigua, antes de la conectante en el sentido de circulación del motociclista, continuando con único sentido de circulación hacia el occidente.
<b>Geometría</b>	En el kilómetro 23 mas 700 metros, la calzada de la vía antigua por donde circulaba el motociclista previo a la conectante, la vía es geoméricamente recta y plana, superficie en asfalto, con un ancho de 7,00 metros. A la izquierda en sentido oriente a occidente, la vía antigua se conecta con la calzada norte de la vía nueva.
<b>Señalización Horizontal</b>	Para el día de los hechos y con base en las imágenes documentadas a continuación, registradas el día de los hechos y un día después de los hechos (ver video), se puede inferir que la vía antigua previo al ingreso a la conectante con la calzada norte de la vía nueva, contaba con línea central amarilla continua, flechas de uso de carril que indica sentido de circulación permitido “de frente” (Mintransporte, 2015. Pg 400 y 401). Bandas reductoras de velocidad color blanco y resalto virtual color amarillo.
<b>Señalización Vertical</b>	Para el día de los hechos y con base en las imágenes documentadas a continuación, registradas el día de los hechos y un día después de los hechos (ver video), se puede inferir que la vía antigua previo al ingreso a la conectante con la calzada norte de la vía nueva, contaba con la siguiente señalización vertical: <ul style="list-style-type: none"> <li>- SR-30 de Velocidad máxima permitida 30 km/h. SP-12 vía lateral izquierda. SR-06 prohibido girar a la izquierda. Una señal preventiva cubierta con plástico negro y cinta. Un soporte de señal sin su tablero. Una señal transitoria ubicada a la izquierda al inicio de la conectante que indica SRO-01 Fin Vía Cerrada, junto con una segunda señal instalada SRO-01 Fin Vía Cerrada. Marcador de obstáculo vertical que indica paso por la derecha. Hitos tubulares.</li> </ul>



Figura 11. Plano central de la vía en el kilómetro 23 + 407000 metros. Imagen satelital de Google Earth complementada con ortomosaico en formato “kmz”. Se ilustra los sentido de circulación vial habilitados para el día de los hechos y la señalización vertical reglamentaria que indicaba vía cerrada, señal que enfrentaba el motociclista en su trayectoria previo al ingreso a la conectante entre calzada, en dirección hacia el occidente.



Figura 12. Fotografía aérea registrada por el suscrito perito el 17-05-23. Panorámica del km 23 + 700 metros en la dirección del vehículo (1) hacia el occidente.



Figura 13. Fotografía aérea registrada por el suscrito perito el 17-05-23. Panorámica del km 23 + 700 metros en la dirección del vehículo (1) hacia el occidente.

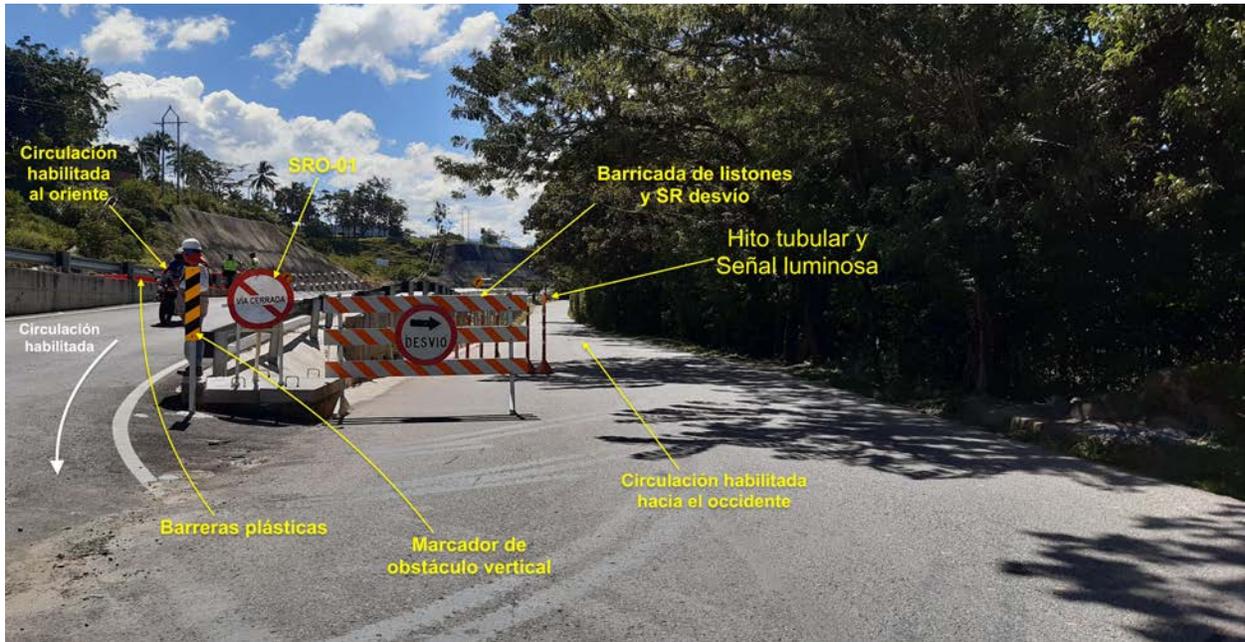


Figura 14. Fotografía aportada por la concesionaria “Vías del Nus”, la cual fue creada con fecha 10 de octubre de 2020 a las 13:50 horas. De acuerdo con la señalización existente para el día 10 de octubre (ver figura 15), se observa que la vía antigua (calzada derecha) solo tenía habilitado el sentido de circulación vial hacia el occidente (Medellín), y la calzada izquierda (calzada norte vía nueva) presentaba reversible, con sentido único de circulación vial hacia el oriente (Cisneros), con desvío en la conectante hacia la calzada de la vía antigua como se indica con la flecha de color blanco y como se observa la movilización de un motociclista en la misma imagen.

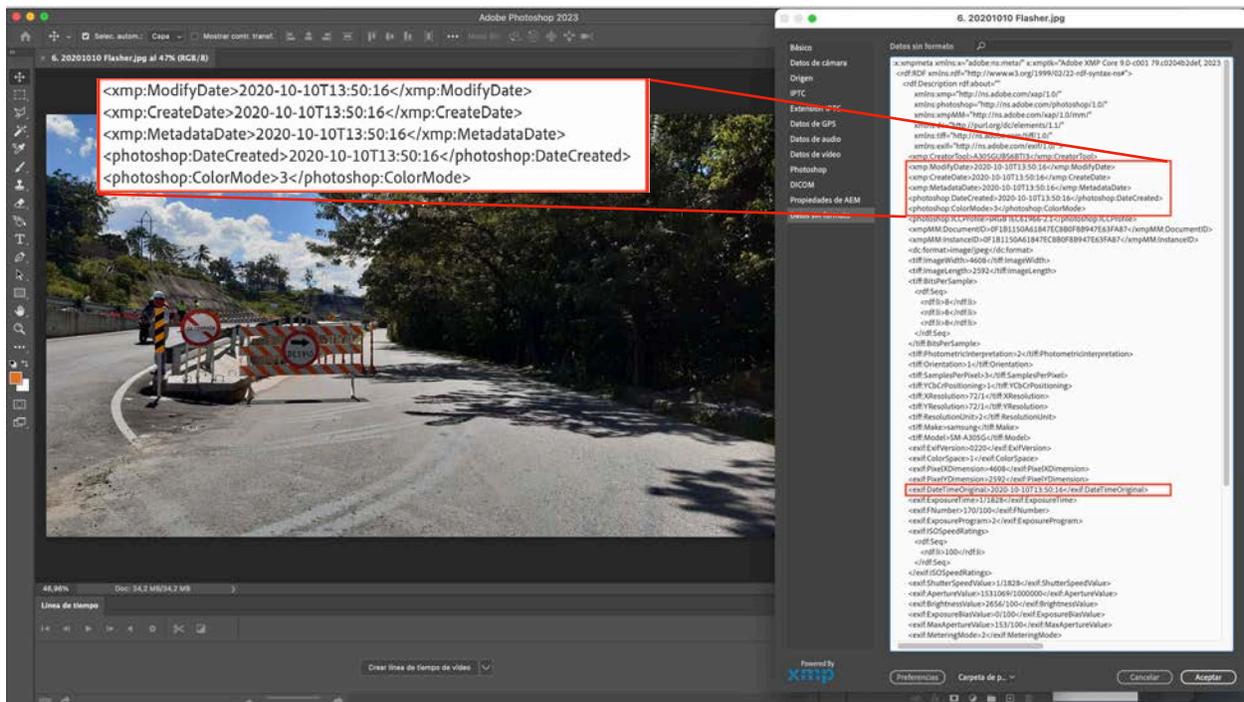


Figura 15. Captura de imagen al software Photoshop 2023 el cual fue utilizado para obtener los metadatos del registro de la fotografía anterior figura 14, con nombre de archivo “6.20201010 Flasher.jpg”; en la cual se registra la fecha de creación de la imagen el día 10 de octubre de 2020 a las 13:50:16 horas, como se ilustra con los recuadros de color rojo y se hace un incremento al texto para facilitar la lectura de los datos en el presente documento.



Figura 16. Fotografía aportada por la concesionaria “Vías del Nus”, la cual fue creada con fecha 21 de octubre de 2020 a la 1:33:11 pm (ver figura 17), el día de los hechos y unas horas antes de presentarse la colisión. Además de la señalización horizontal y vertical antes mencionada y señalada en la presente imagen, se puede observa que los funcionarios pintan de color negro la flecha que indicaba sentido hacia la izquierda. A la derecha de la imagen se observa soporte de señal sin tablero, demostrando lo contrario a la imagen superior documentada a folio 56 de los alegatos de conclusión realizados por la señora señora abogada JENIFFER CARVAJAL RODRÍGUEZ, quien menciona que las fotografía fueron tomadas un día posterior al accidente.

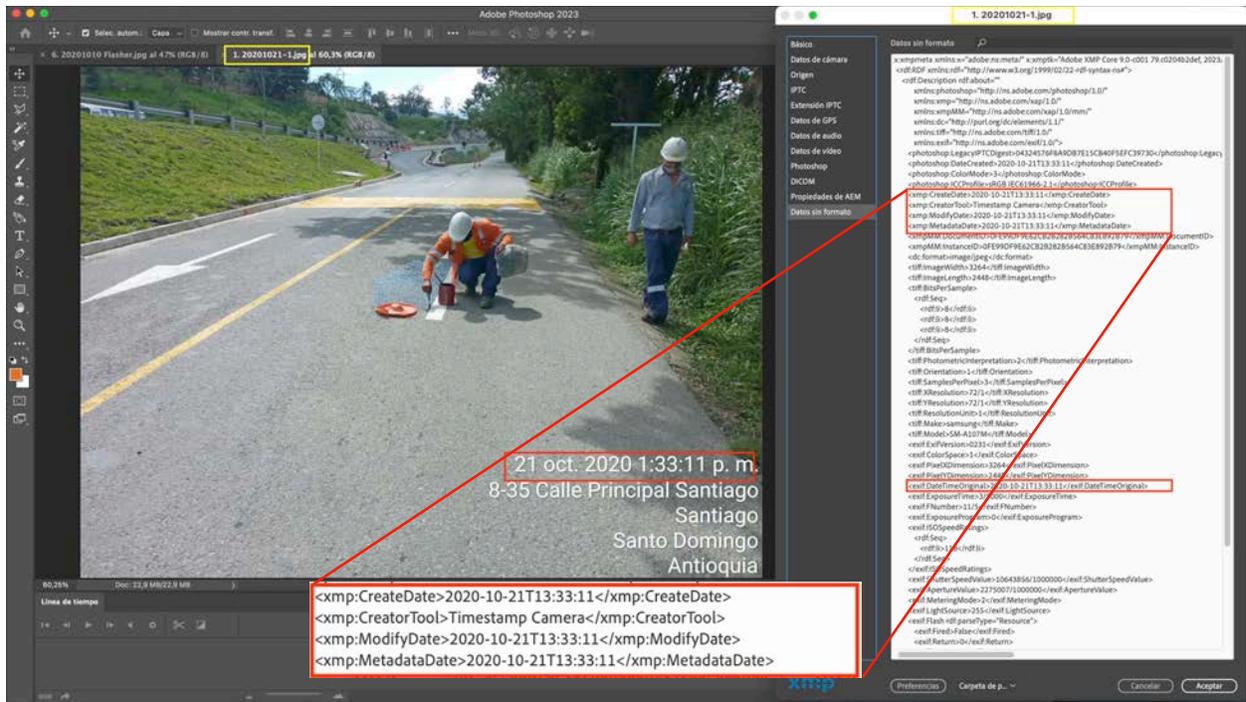


Figura 17. Captura de imagen al software Photoshop 2023 utilizado para obtener los metadatos del registro de la fotografía anterior figura 16, con nombre de archivo “1.20201021.jpg”; en la cual se registra la fecha de creación de la imagen el día 21 de octubre de 2020 a las 13:33:11 horas, o el 21 oct. 2020 1:33:11 pm; como se ilustra con los recuadros de color rojo. Se hace un aumento al texto para facilitar la lectura de los datos en el presente documento y se sobrepone la información sobre la imagen actual.



Figura 18. Fotografía aportada por la concesionaria “Vías del Nus”, la cual fue creada con fecha 21 de octubre de 2020 a la 1:33:16 pm (ver figura 19), el día de los hechos y unas horas antes de presentarse la colisión. Igualmente se indica la señalización horizontal y vertical para el día de los hechos, flecha de sentido hacia la izquierda tapada completamente con pintura negra, quedando únicamente la flecha de color blanco que indica sentido de circulación de frente. Así mismo se indica el soporte de señal sin tablero.

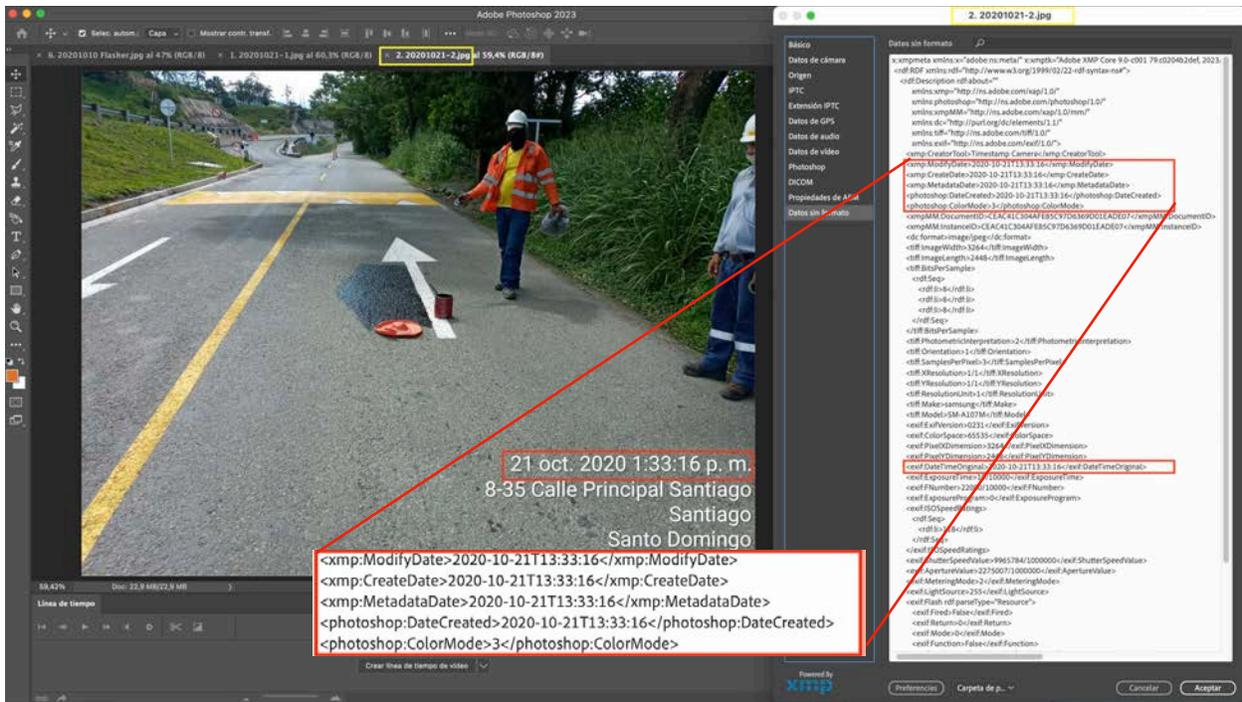


Figura 19. Captura de imagen al software Photoshop 2023 utilizado para obtener los metadatos del registro de la fotografía anterior figura 18, con nombre de archivo “2.20201021.jpg”; en la cual se registra la fecha de creación de la imagen el día 21 de octubre de 2020 a las 13:33:16 horas, o el 21 oct. 2020 1:33:16 pm; como se ilustra con los recuadros de color rojo. Se hace un aumento al texto para facilitar la lectura de los datos en el presente documento y se sobrepone la información sobre la imagen actual.

Imágenes obtenidas del archivo de video de nombre 4. Video 20201022.mp4 aportado a la investigación por la concesionaria “Vías del Nus”, video grabado el día 22 de octubre de 2020, a las 07:32:20 am; al día siguiente de la colisión.



Figura 20. Fotografía de la vía antigua la cual estaba en uso con doble sentido de circulación vial y presentaba obras de gran impacto en el carril derecho de la calzada como se observa en la imagen, con su respectiva señalización tanto con reflectivo como señales luminosas (flasher), a una distancia entre 261 y 300 metros antes de la conectante de calzadas.



Figura 21. Fotografía con vista hacia el occidente en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, en la cual se observa señal reglamentaria de velocidad máxima permitida de 30 km/h ubicada aproximadamente a 250 metros antes de la conectante. Seguidamente se observa señal preventiva de intersección vía lateral izquierda.



Figura 22. Fotografía con vista hacia el occidente en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, en la cual se observa señal reglamentaria de prohibido girar a la izquierda. Seguidamente se observan dos soportes de señal color blancos con su tablero cubierto con plástico color negro.



Figura 23. Fotografía con vista hacia el occidente en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, en la cual se observa señal preventiva (rombo) cubierta con plástico negro y cinta. Seguidamente se observa un soporte vertical de señal, sin su tablero. Líneas transversales blancas reductoras de velocidad. Línea central amarilla continua.



Figura 24. Fotografía con vista hacia el occidente en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, en la cual se observa un soporte vertical de señal, sin su tablero. Se ilustra la flecha de sentido único del carril, línea central amarilla continua, resalto virtual y señales reglamentarias SRO-01.



Figura 25. Fotografía con vista hacia el occidente en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, en la cual se observa señal reglamentaria de vía cerrada en los dos costados. La señal de la izquierda coincide en su ubicación con la ubicación en la figura 16 y 18.



Figura 26. Fotografía con vista hacia el occidente en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, en la cual se observa a la izquierda, la respectiva señalización de cierre de calzada y desvío para los vehículos que circulaban en sentido occidente a oriente (Medellín a Cisneros).

**Imágenes y señalización ubicada en el kilómetro 21 mas 280 metros, zona de inicio del reversible o ingreso de vehículo a la calzada norte de la vía nueva, para continuar en dirección occidente a oriente (Medellín a Cisneros).**



Figura 27. Fotografía con vista hacia el oriente en la trayectoria del vehículo (2) camioneta, registrada por el suscrito perito el 17-05-23. Se observa la convergencia de la calzada norte de la vía nueva con la vía antigua a la izquierda de la image.



Figura 28. Fotografía con vista hacia el oriente en la trayectoria del vehículo (2) camioneta, registrada por el suscrito perito el 17-05-23. Se observa la convergencia de la calzada norte de la vía nueva con la vía antigua a la izquierda de la image.



Figura 29. Fotografía con vista hacia el oriente en la trayectoria del vehículo (2) camioneta, registrada por el suscrito perito el 17-05-23 en el kilómetro 21 mas 265 metros. S

**Conclusión análisis de señalización y características de la vía.** De acuerdo con las figuras antes documentadas, entre la figura 14 y 26, las cuales fueron registradas por personal de la concesión vial Vía del Nus, tanto para el día de los hechos previo al accidente de tránsito investigado, como para el día siguiente en horas de la mañana mediante la grabación de video; se puede inferir que la vía presentaba la respectiva señalización para informar al conductor del vehículo (1) motocicleta su circulación de frente, con señales verticales de vía cerrada en la conectante que prohibían el acceso a este tramo de vía y a la calzada norte de la vía nueva, teniendo en cuenta que esta última contaba con los desvíos y uso de carril habilitado el sentido de circulación occidente a oriente (Medellín a Cisneros) en reversible, en el sentido de circulación del del vehículo (2) camioneta.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la flecha demarcada en el asfalto indicaba sentido único de frente, y la conectante presentaba señales verticales de vía cerrada, se puede establecer que el conductor de la motocicleta podía observar y acatar las señales reglamentarias y horizontales, debiendo continuar su trayectoria hacia el occidente por la calzada de la vía antigua.

**Imágenes documentadas en alegatos de conclusión firmados por la señora abogada Jennifer Carvajal Rodríguez, presentado a Inspección de Policía Porce Antioquia.**

A folio 53 se menciona textualmente que: “Se aportan fotografías tomadas un día posterior al accidente...”.

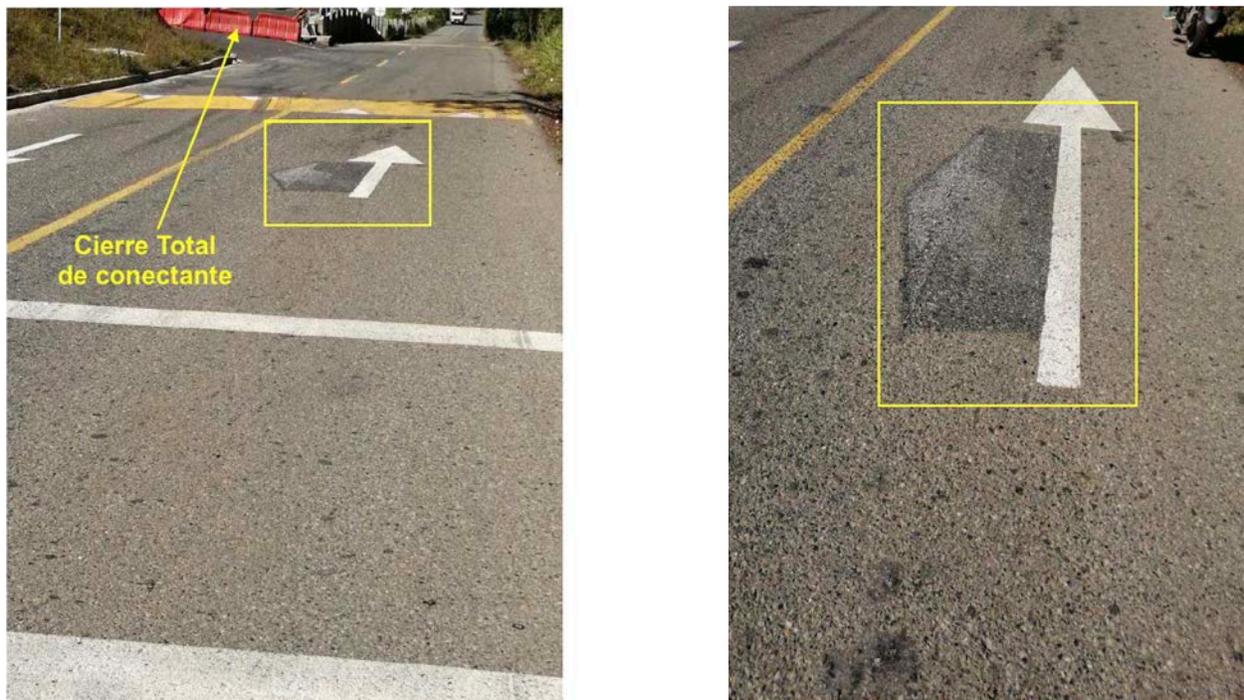


Figura 30. Imagen izquierda folio 54 e imagen derecha folio 55 de alegatos de conclusión. El recuadro amarillo ilustra la pintura de color negro sobre la flecha de giro a la izquierda, pintura poco desgastada, diferente al color observado para el día 21 y 22 de octubre de 2020 figuras 16, 18 y 24. Igualmente en la imagen izquierda se aprecian el cierre total de la conectante, cierre realizado con barreras plásticas, señalización muy diferente a la señalización observada en las imágenes documentadas el 21 y 22 de octubre de 2020.



Figura 31. Imagen superior ubicada a folio 56 alegatos de conclusión. Se observa instalada la señal informativa de de dirección, cubierta con plástico de color negro, sobre el soporte de señal ubicado en las figuras 16, 18 y 24 del presente dictamen, lo que permite inferir que la imagen no fue registrada el día siguiente a los hechos como se menciona en el documento de alegatos de conclusión de la demanda. Además, en el recuadro rojo se observa cierre total de la conectante con barreras plásticas, contrario a lo observado en el video adjunto y en las imágenes 16, 18 y 24.



Figura 32. Imagen inferior ubicada a folio 56 alegatos de conclusión. En el recuadro amarillo se ilustra la señal preventiva (rombo) cubierta con plástico negro, la cual coincide con la señal ilustrada en el presente informe, en la figura 23 y en video adjunto.

### 3.5. ANÁLISIS DE LA FIJACIÓN DE LOS EMP Y EF EN EL LUGAR DE LOS HECHOS

En este numeral, se hará el análisis de la posición final de los elementos materia de prueba y evidencia física hallados y fijados planimétricamente por la autoridad de tránsito que procesó el lugar de los hechos, con base en la información recolectada en los formatos de policía judicial e informe policial de accidentes de tránsito.

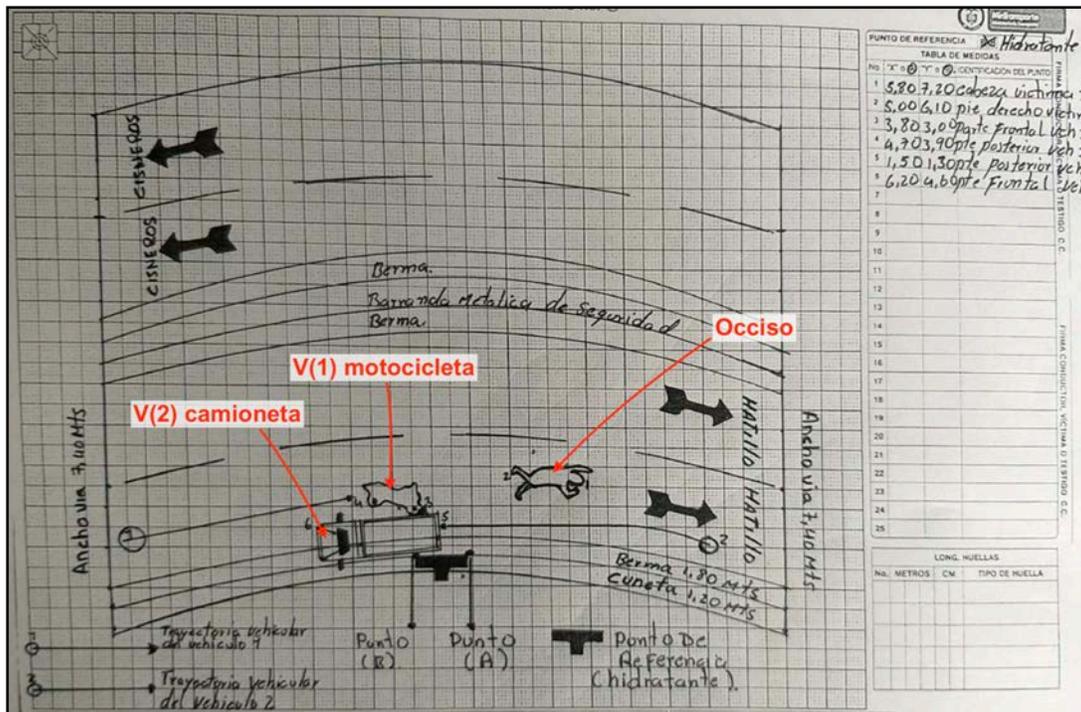


Figura 33. Bosquejo topográfico elaborado por el patrullero Guerra Borja Juan Gabriel, funcionario policía nacional. A la derecha se ubica la tabla de medidas las cuales fueron obtenidas mediante la aplicación del método de medición de triangulación a partir de los puntos de referencia A y B.

En la figura anterior (figura 33), se ha señalado sobre la imagen por parte del suscrito perito, los únicos tres elementos materia de prueba y evidencia física fijados planimétricamente por la autoridad de tránsito. El bosquejo topográfico no cuenta con la longitud entre los puntos de referencia A y B, y no cuenta con las medidas del radio y ángulo de la pendiente de la calzada. No se fijaron huellas de arrastre metálico que haya marcado la motocicleta, al igual que no se fijaron fragmentos de partes estructurales de los vehículos proyectadas post-impacto, y demás elementos que generalmente quedan esparcidos en el asfalto.

A continuación se documentarán las imágenes aportadas a la investigación por parte de la concesionaria Vía del Nus, y las documentadas en álbum fotográfico policía judicial.



Figura 34. Panorámica del lugar de los hechos con vista hacia el oriente. Se observa sobre el carril norte tercio izquierdo, la posición de decúbito abdominal del cuerpo del occiso, con su cabeza direccionada hacia el occidente. La camioneta se ubica parcialmente entre la berma y el carril izquierdo según su sentido de circulación hacia el oriente. La motocicleta se ubica a la derecha de la camioneta en volcamiento lateral izquierdo. A la derecha se observan señales de delineador de curva retrorreflectivas, al igual que los captafaro de la barrera de contención.



Figura 35. Panorámica del lugar de los hechos. Se observa sobre el carril norte tercio izquierdo, la posición de decúbito abdominal del cuerpo del occiso, con su cabeza direccionada hacia el occidente. La camioneta se ubica parcialmente entre la berma y el carril izquierdo según su sentido de circulación hacia el oriente. La motocicleta se ubica a la derecha de la camioneta en volcamiento lateral. Se observa deformación de la parte frontal de la motocicleta, con su llanta delantera en contacto contra la rueda trasera derecha de la camioneta. Se observan varios fragmentos y elementos esparcidos sobre el carril izquierdo y derecho de la calzada.

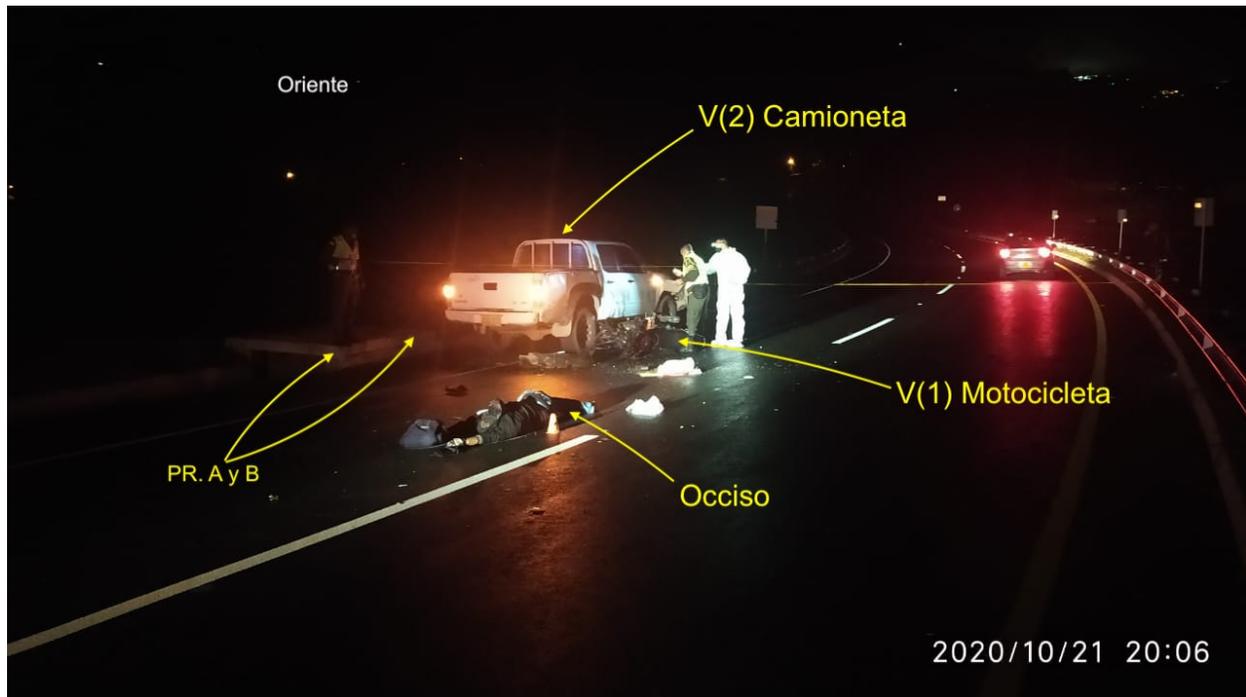


Figura 36. Panorámica del lugar de los hechos. Se ubican los tres elementos materia de prueba y evidencia física al igual que fragmentos y demás elementos esparcidos en el asfalto los cuales no fueron fijados planimétrica y fotográficamente.



Figura 37. Imágenes obtenidas de la fotocopia del álbum fotográfico folio 201, en regular calidad y en blanco y negro, lo cual solo permite observar la posición final de los tres elementos materia de prueba ilustrados en imágenes anteriores.



Figura 38. Imágenes obtenidas del álbum fotográfico, folio 202. Se puede observar la posición final del occiso, y a la derecha la posición final de la motocicleta, con impacto directo en su parte frontal, con deformación del eje delantero desplazado hacia la parte posterior.



Figura 39. Imágenes obtenidas del álbum fotográfico, folio 202. Se observa posición final de la camioneta parcialmente sobre la berma, con impacto en su parte frontal, con mayor deformación en su tercio derecho.



Figura 40. Se observa en las imágenes y se describe en el pide de fotografía, la ubicación de la señal reglamentaria de “vía cerrada”, con maletines de seguridad, en el sentido vial Cisneros Hatillo. Se registra el kilómetro 38+200 metros, sin embargo, se puede observa que la señal se ubica específicamente en la conectante de calzada del kilómetro 23+700m, debidamente funcional en su materia retrorreflectivo teniendo en cuenta que se activa ante la luz de la cámara fotográfica, la igual que la señal de marcador de obstáculo virtual ubicado al inicio de la conectante como se observa en la figura 14, 16 y 17. Se recomienda obtener copia de las imágenes digitales o impresas a color del álbum fotográfico.

### 3.6. RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DEL LUGAR DE LOS HECHOS Y POSICIÓN FINAL DE LOS VEHÍCULOS.



Figura 41. Plano cenital reconstrucción del lugar de los hechos km 23 + 700 metros, mediante la fijación topográfica de la vía con estación total, complementando la topografía con la fotogrametría mediante nube de puntos realizada con software WebODM y Agisoft, importados en software de reconstrucción Faro Zone 3D.



Figura 42. Reconstrucción 3D del lugar de los hechos km 23 + 700 metros, lugar de circulación e ingreso del motociclista, con dirección hacia el occidente.



Figura 43. Reconstrucción 3D del lugar de los hechos, mediante la fijación topográfica de la vía con estación total, complementando la topografía con la fotogrametría mediante nube de puntos. Se reconstruye la ubicación de las señales verticales de acuerdo con lo observado en las imágenes documentadas el día de los hechos y un día posterior.



Figura 44. Reconstrucción 3D del lugar de los hechos, observándose la conectante de calzada en el kilómetro 23 mas 700 metros, lugar de ingreso y cambio de calzada realizada por el motociclista.

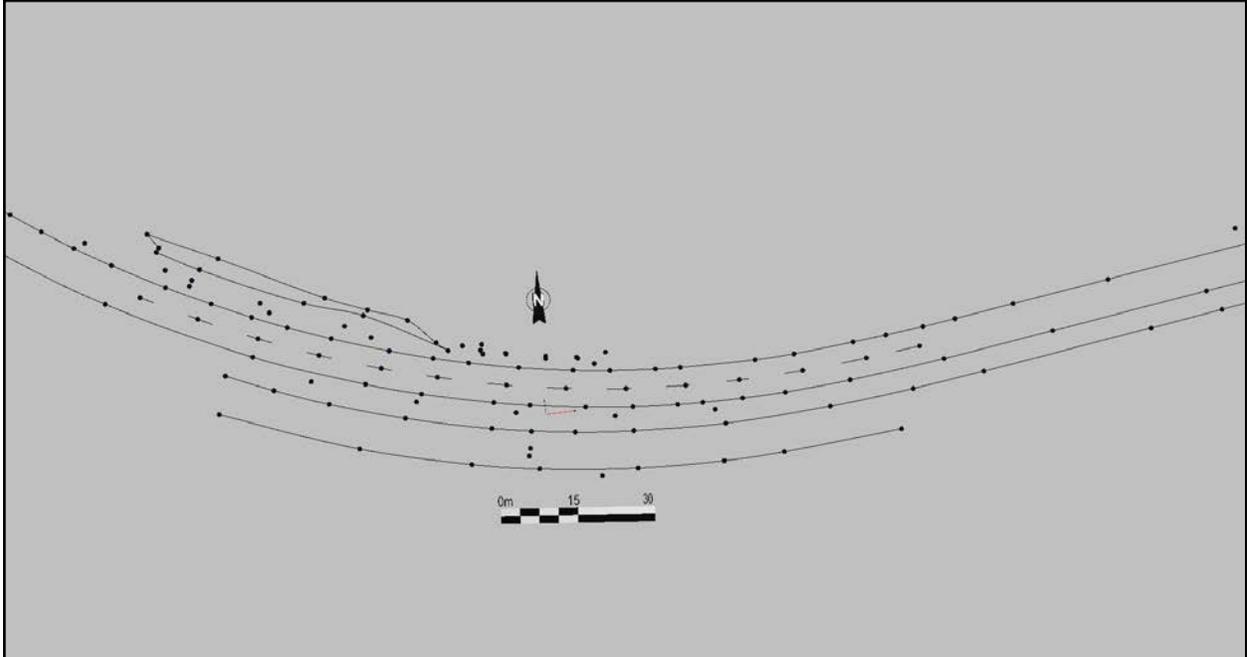


Figura 45. Plano cenital reconstrucción del lugar de los hechos km 22 + 400 metros, mediante la fijación topográfica de la vía con estación total, puntos importados en software de reconstrucción Faro Zone 3D en el cual se realiza el análisis de mediciones y reconstrucción de la dinámica del accidente.

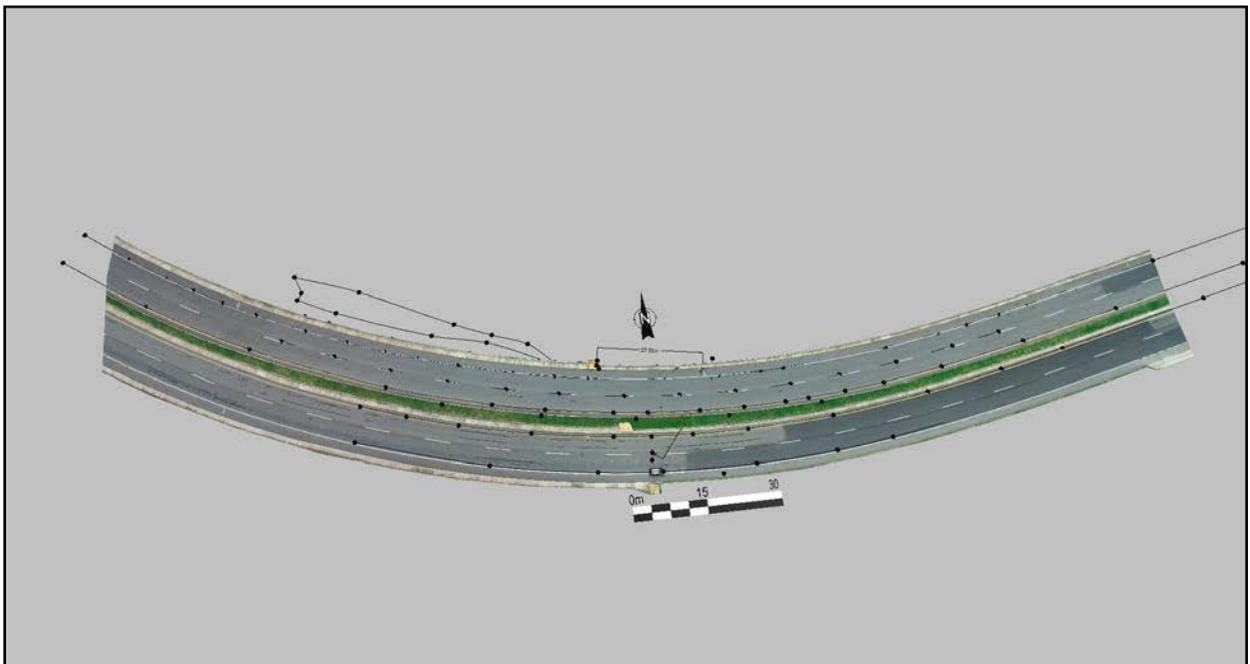


Figura 46. Plano cenital reconstrucción del lugar de los hechos km 22 + 400 metros, mediante la fijación topográfica de la vía con estación total, complementando la topografía con la fotogrametría mediante ortomosaico realizada con software WebODM y recorte de ortomosaico con Photoshop.



Figura 47. Plano cenital reconstrucción del lugar de los hechos km 22 + 400 metros, mediante la fijación topográfica de la vía con estación total, complementando la topografía con la fotogrametría mediante ortomosaico realizada con software WebODM.



Figura 48. Plano cenital reconstrucción del lugar de los hechos km 22 + 400 metros, mediante la fijación topográfica de la vía con estación total, complementando la topografía con la fotogrametría mediante ortomosaico, reconstrucción realizada con software Faro Zone 3D. Los puntos rojos ilustran la reconstrucción de las medidas registradas en el bosquejo topográfico elaborado por la policía judicial.



Figura 49. Plano cenital reconstrucción del lugar de los hechos km 22 + 400 metros. Se reconstruye la posición final de los dos vehículos y del occiso, con base en las medidas del bosquejo topográfico elaborado por la policía judicial, sobre la fotogrametría y topografía elaborada por el suscrito perito.



Figura 50. Reconstrucción 3D de la vía sentido occidente a oriente en la trayectoria del vehículo (2) camioneta, calzada norte. Vía geométricamente curva antes del área de colisión.



Figura 51. Reconstrucción 3D de la vía sentido occidente a oriente en la trayectoria del vehículo (2) camioneta, calzada norte. Se observa la posición final de los tres elementos materia de prueba y evidencia física hallados y fijados por la policía judicial.



Figura 52. Reconstrucción 3D de la vía sentido occidente a oriente en la trayectoria del vehículo (2) camioneta, calzada norte de la vía nueva, sentido de circulación en reversible. Se observa la posición final de los tres elementos materia de prueba y evidencia física hallados y fijados por la policía judicial.



Figura 53. Reconstrucción 3D de la posición final de los tres elementos materia de prueba y evidencia física hallados y fijados por la policía judicial, sobre la calzada norte de la vía nueva, calzada con único sentido de circulación en reversible, de occidente a oriente, para el día de los hechos.



Figura 54. Reconstrucción 3D de la vía sentido oriente a occidente (Cisneros a Medellín) en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, calzada norte de la vía nueva. Vía geoméricamente recta, con curva hacia la derecha antes del área de colisión.



Figura 55. Reconstrucción 3D de la vía sentido oriente a occidente (Cisneros a Medellín) en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, vía geoméricamente curva hacia la derecha antes del área de colisión.



Figura 56. Reconstrucción 3D de la vía sentido oriente a occidente (Cisneros a Medellín) en la trayectoria del vehículo (1) motocicleta, calzada norte. Se observa la posición final de los tres elementos materia de prueba y evidencia física hallados y fijados por la policía judicial.

### 3.7. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE VEHÍCULOS

#### 3.7.1 VEHÍCULO (1)

Datos generales y especificaciones técnicas del vehículo			
Placas	TMA82C	Clase vehículo	Motocicleta
Marca	Yamaha	Color	Rojo
Modelo	2013	Servicio	Particular
Línea	YBR-125E	Chasis	9FKKE1395D2035396
Motor	E3F4E035396	Largo	1985 mm
Ancho / alto	745 mm / 1080 mm	Distancia entre ejes	1290 mm
Masa / Capac carga	123 kg / 150 kg	Neumatico D / T	2,75 R18 / 90 R18
Observaciones: Datos obtenidos página RUNT. ficha técnica <a href="https://motos0km.com.ar/fichas-tecnicas/yamaha/ybr-125-ed/">https://motos0km.com.ar/fichas-tecnicas/yamaha/ybr-125-ed/</a>			

#### Daños por impacto.

En informe investigador policial de accidentes de tránsito (IPAT), casilla 8.8 se describe: “*daños parte frontal y laterales del vehículo clase motocicleta*”. Esta descripción no permite establecer los diferentes o un único punto de impacto directo en su estructura y el ángulo de la fuerza aplicada. Además, no se aportó en los anexos de la demanda, otra información de inspección al vehículo o imágenes que permitan realizar un análisis y descripción detallada de las deformaciones.

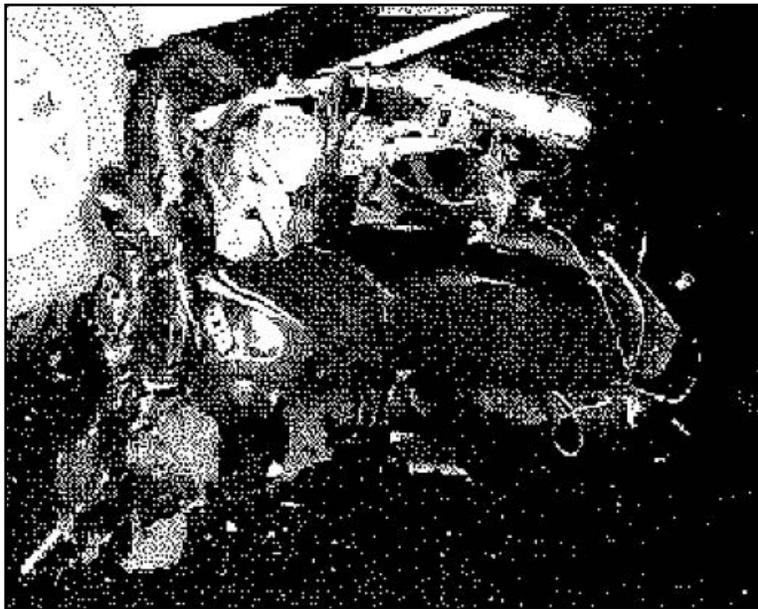


Figura 57. Imagen obtenida del álbum fotográfico. Solo se puede apreciar una deformación por impacto directo en la parte frontal, posiblemente por impacto directo con la parte frontal de la camioneta o con la llanta posterior derecho de la camioneta que generaría el arrastre hasta la posición final observada en la imagen.



Figura 58. Imagen aportada por la concesionaria VINUS. Solo se puede apreciar una deformación por impacto directo en la parte frontal.

Con la información aportada a la demanda y la imagen anterior (figura 58), solo es posible mencionar un impacto frontal en la estructura de la motocicleta, impacto directo que se asociará al impacto analizados en la estructura del vehículo (2) camioneta en el siguiente numeral.

Se recomienda obtener copia de las imágenes digitales de inspección al lugar de los hechos, y especialmente copia de la experticia técnica de inspección al vehículo e imágenes que haya realizado el perito.

### 3.7.2 VEHÍCULO (2)

Datos generales y especificaciones técnicas del vehículo			
Placas	DDU710	Clase vehículo	Camioneta
Marca	Mazda	Color	Blanco
Modelo	2009	Servicio	Particular
Línea / carrocería	BT 50 / Pick Up	VIN	9FJUN84W290001140
Motor	WLAT1103784	Velocidad máxima	158 km/h
Largo	5075 mm	Ancho / Alto	1805 mm / 1760 mm
Batalla	3000 mm	Masa	1855 kg
Observaciones: Datos obtenidos de las fotocopias de licencia de tránsito y página RUNT. Ficha técnica página web: <a href="https://motorgiga.com/mazda/bt-50/bt-50-sportive-25td-dc2/2007/precio-ficha-tecnica">https://motorgiga.com/mazda/bt-50/bt-50-sportive-25td-dc2/2007/precio-ficha-tecnica</a>			

#### Daños por impacto.

En informe investigador policial de accidentes de tránsito (IPAT), casilla 8.8 se describe: “*daños parte frontal y lateral del vehículo clase camioneta*”. Igual que la descripción anterior, la autoridad de tránsito no realiza la inspección que debe describir detalladamente en este numeral. Esta descripción no permite establecer con precisión el impacto directo en su estructura y el ángulo de la fuerza aplicada. No se aportó en los anexos de la demanda, otra información de inspección al vehículo o imágenes. No se puede establecer hasta qué área del capó o parabrisas impactó el cuerpo del motociclista en movimiento parabólico a raíz de la colisión frontal

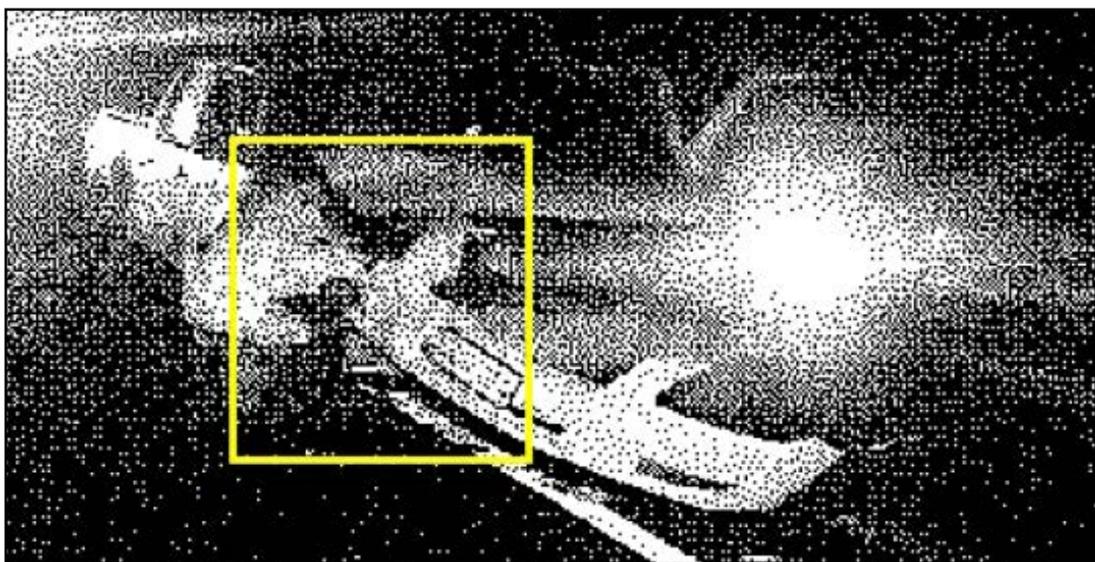


Figura 59. Imagen obtenida del álbum fotográfico. Solo se puede apreciar en su parte frontal, desalojo total del parachoques, deformación en tercio derecho que compromete guardafangos delantero derecho y capó zona anterior, con ruptura de unidad de luz derecha.

### 3.8. PARTICIPANTES

#### 3.8.1 Participante (1)

CONDICIÓN: Conductor vehículo motocicleta	
NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN
LUIS GERMAN SALAZAR GONZALEZ	71173639
DIRECCIÓN DE RESIDENCIA	Fecha nacimiento
Calle 48 # 51-09 Bello Antioquia	22-05-1973
Licencia de conducción A2 fecha de expedición 19/12/2011, fecha de vencimiento 20/06/2023	
Principales hallazgos de necropsia: “múltiples fracturas, una en fémur derecho tercio medio, clavícula izquierda tercio medio, 7° y 8° arco costal izquierdo, estallido hepático, estallido esplénico, perforación en cavidad cardiaca, múltiples lesiones abrasivas por derrape en espalda, abdomen y pierna.	

#### 3.8.2 Participante (2)

CONDICIÓN: Conductor vehículo camioneta	
NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN
RODRIGO HERNAN HENAO MARIN	98497401
DIRECCIÓN DE RESIDENCIA	Fecha nacimiento
Diagonal 10 # 19-42 Cisneros	16-02-67
Licencia de conducción B2 fecha de expedición 17/02/2016, fecha de vencimiento 17/02/2026 para vehículo de servicio particular y licencia C2 fecha de expedición 17/02/2016, fecha de vencimiento 17/02/2019	

## 4. Formulación de hipótesis

En los numerales anteriormente descritos en el presente informe, se ha realizado un análisis a las características de la vía en diferentes tramos y su señalización, al igual que a la posición final de los diferentes elementos materia de prueba y evidencia física, y la descripción de lesiones del conductor de la motocicleta, actividad que permite establecer la formulación de las hipótesis que se asocian con los argumentos de la demanda impresa entre los folios 1 a 29, junto con la hipótesis registrada en la casilla 11 del informe policial de accidentes de tránsito.

Es importante destacar que una hipótesis no es una afirmación definitiva ni una teoría, sino más bien una propuesta provisional que debe ser sometida a pruebas empíricas para determinar su validez. Por lo tanto, una hipótesis debe ser específica, verificable y falsable, es decir, debe ser posible someterla a pruebas empíricas que permitan confirmarla o refutarla.

### 4.1 CONFIGURACIÓN DEL IMPACTO

En el análisis de la posición de los vehículos durante una colisión, es necesario analizar detalladamente las deformaciones en la estructura de cada vehículo, con el fin de establecer el tipo de colisión según la dirección de la fuerza aplicada en la deformación durante el impacto. Sin embargo, la información aportada a la investigación, demanda, anexos y demás documentos relacionados en el numeral 3.1 del presente informe, no presentan la experticia técnica ni las imágenes de inspección realizada por la policía judicial a cada vehículo; solo fue posible analizar dos imágenes documentadas en el numeral 3.5. Por lo tanto se proponen las siguientes posiciones relativas de colisión.

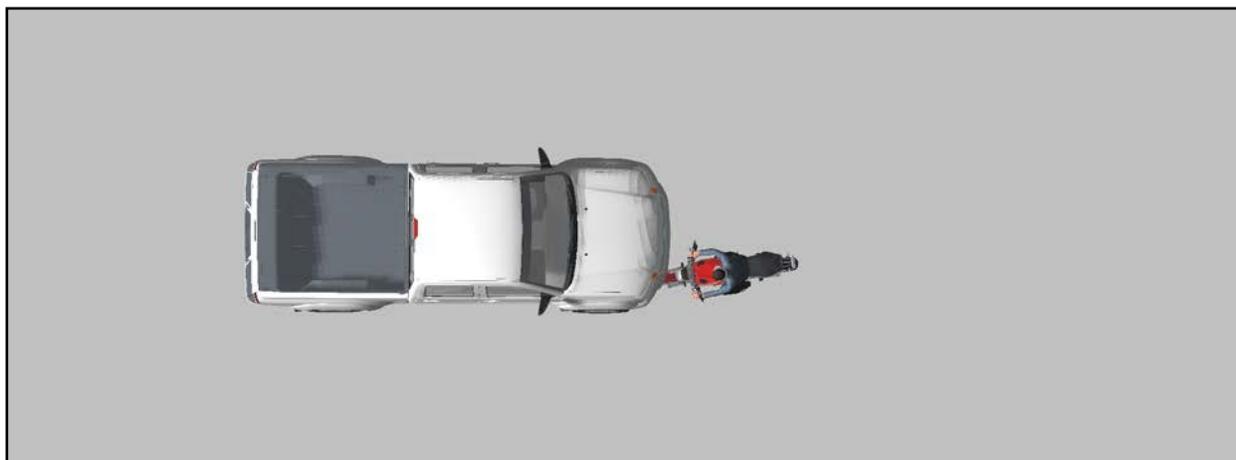


Figura 60. Posición relativa de los vehículos (1) y (2) durante la colisión, con un ángulo de  $187,0 \pm 2,0$  grados, entre la parte frontal de la motocicleta y la parte frontal tercio derecho de la camioneta.

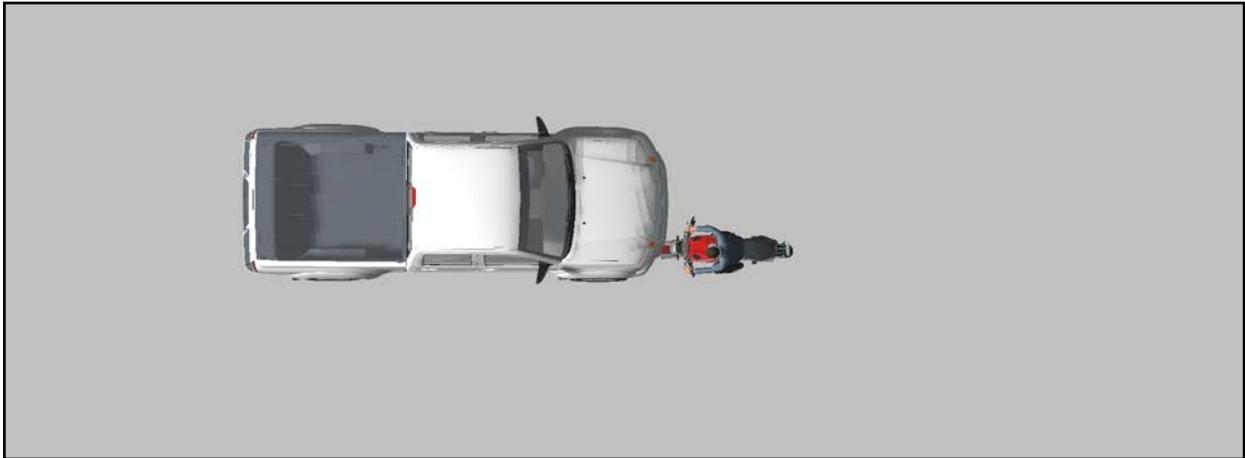


Figura 61. Posición relativa de los vehículos (1) y (2) durante la colisión, con un ángulo de 180,0 grados, entre la parte frontal de la motocicleta y la parte frontal tercio derecho de la camioneta.

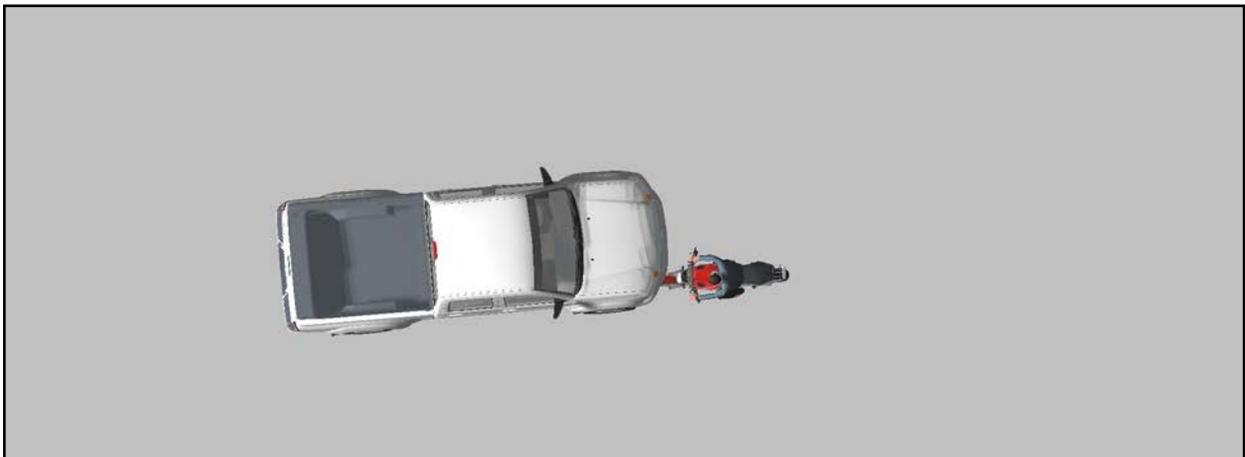


Figura 62. Posición relativa de los vehículos (1) y (2) durante la colisión, con un ángulo de  $174, \pm 3,0$  grados, entre la parte frontal de la motocicleta y la parte frontal tercio derecho de la camioneta.

## 4.2. HIPÓTESIS

La configuración del impacto propuesta en el numeral anterior, junto con el análisis de las posiciones finales de los vehículos y del cuerpo del occiso (conductor de la motocicleta), permiten aceptar o rechazar las siguientes hipótesis propuestas anteriormente. Sin embargo, teniendo en cuenta que el cuerpo del motociclista presente un movimiento post-colisión parabólico, pero se desconoce el área deformada en la estructura de la camioneta durante el impacto con el cuerpo de la víctima, solo es posible estimar una área con distancias mínimas y velocidades mínimas para dicha colisión.

**Hipótesis 1.** Colisión frontal por transitar en sentido contrario al autorizado para el vehículo (1) motocicleta, por falta de señalización de obra.

En el numeral 3.4 del presente informe, se realizó una descripción detallada de las características de la vía donde se presentó la colisión en el kilómetro 22+400 metros, y de la vía por el sector donde el vehículo (1) (motocicleta) ingresó a la calzada norte de la vía nueva en el kilómetro 23+700 metros, la cual se encontraba únicamente habilitada en reversible o con sentido de circulación vial occidente a oriente (Medellín a Cisneros), sentido de circulación del vehículo (2) (camioneta).

De acuerdo con el análisis realizado por el suscrito perito a cada una de las imágenes y al video aportado a la investigación, especialmente las relacionadas en las figuras 14 y 26, y figuras 30 a 32; se puede inferir que la vía presentaba la respectiva señalización para informar al conductor del vehículo (1) motocicleta que debía circular de frente por su respectivo carril de la calzada antigua hacia el occidente, de acuerdo con las señales verticales que presentaba la vía en la conectante, señales reglamentarias SRO-01 de “**vía cerrada**” con su respectiva retrorreflectividad (figura 40), las cuales prohibían el acceso a este tramo de vía y a la calzada norte de la vía nueva.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la flecha demarcada en el asfalto indicaba sentido único de frente, y la conectante presentaba señales verticales de vía cerrada, se puede establecer que el conductor de la motocicleta podía observar y acatar las señales reglamentarias y horizontales, tanto en horas diurnas como nocturnas, debiendo continuar su trayectoria hacia el occidente por la calzada de la vía antigua.

El análisis realizado a la señalización vial, permite descartar la presente hipótesis (1) como una causa determinante o contribuyente al accidente de tránsito.

**Hipótesis 2.** No respetar señales de tránsito (código 112 hipótesis IPAT).

De acuerdo con el análisis realizado a la señalización en el tramo de la vía km 23 + 700 metros, señalización que quedó documentada en registros fotográficos realizados el día de los hechos antes de la colisión por parte de funcionarios de la concesionaria Vía del Nus, y video realizado al día siguiente por los mismos funcionarios; así como las dos imágenes documentadas en el álbum fotográficos registradas por la policía judicial; se puede inferir que el conductor del vehículo (1) motocicleta, no acató la señalización de demarcación y las señales reglamentarias existentes en dicha zona. Por lo tanto se acepta la presente hipótesis como una causa contribuyente al accidente.

**Hipótesis 3.** Existe otras hipótesis como excesos de velocidad, distracción o impericias en el manejo, entre otras; las cuales no se pueden analizar al no tener acceso a toda la información

documentada por la policía judicial que procesó el lugar de los hechos, experticias técnicas a vehículos, imágenes digitales de la fijación del lugar de los hechos, imágenes digitales de la inspección técnica a cadáver, imágenes digitales de las lesiones de la víctima, imágenes digitales de inspección a los vehículos y las huellas o deformaciones presentadas en sus estructuras.

Dicha información permitiría establecer con precisión, una de las tres teorías de colisión frontal propuesta por el suscrito perito e ilustradas en las figuras 60 a 62; así como conocer mediante la deformación de la motocicleta, una posible velocidad de impacto y si éste vehículo presentó arrastres significativos en alguno de sus laterales que podrían haber dejado una huella de arrastre metálico en la superficie vial.

Además, mediante la deformación que hubiera presentado el vehículo tipo camioneta en el capó y parabrisas que se pudiera asociar con el cuerpo del motociclista, se podría estimar una velocidad de proyección e impacto que permitiría consecuentemente establecer con precisión un área de impacto. Así mismo, asociar las lesiones de la víctima con el impacto contra la camioneta y contra la superficie de la vía.

Por lo anteriormente expuesto y con base en la posición final de los dos vehículos, al realizar un análisis retrospectivo, es posible obtener una posible área de impacto que coincida con una proyección tanto del cuerpo del motociclista, como de la motocicleta hasta su posición final, distancia calculada en mínimo entre 10,0 metros y 12,0 metros.

Es muy probable que el área de impactos se ubique a una mayor distancia del cuerpo del motocicleta, hacia el occidente, distancia que depende específicamente de la velocidad de circulación e impacto del vehículo (2) camioneta, la cual no es posible calcular con la información aportada a la investigación. Sin embargo, solo se conoce una deformación en la parte frontal de la camioneta que compromete la zona frontal del campo y posiblemente la deformación se proyecte hasta la zona posterior del capó y la zona inferior del parabrisas.

Por lo tanto, de acuerdo con la investigación realizada por Happer, A., et al (2000), para velocidades entre 40 km/h a 50 km/h, los vehículos presentarán deformaciones en zona posterior del capó y zona inferior del parabrisas. Para velocidades superiores, el cuerpo de la persona impactada llegaría hasta la parte superior del parabrisas y al techo del automotor.

Si se aplica la teoría en que exista posiblemente una deformación en la zona posterior del capó, y posiblemente una deformación en la zona inferior del parabrisas o paral derecho de la camioneta, se estimaría una velocidad mínima entre 40 km/h y 50 km/h, lo que permitiría aplicar un segundo modelo matemático (Searle, J. et al. 1993), con el fin de estimar un área de impacto a una distancia mínima respecto a la posición final de la víctima, como se demostrará en los siguientes numerales.

## 5. Experimentación, principios y leyes

La experimentación se basa en establecer la dinámica del accidente con base en el análisis realizado en las etapas de investigación anteriormente mencionadas, recreando las trayectorias pre-impacto y post-impacto de los vehículos, a partir de la posición relativa de las masas, el punto o área de impacto establecido en la vía, las posiciones finales de las evidencias físicas, y especialmente la aplicación de los principios y leyes fundamentales de la física, teorías, investigaciones y modelos físicos y matemáticos que hayan sido validados por la comunidad científica, las cuales brindaran el sustento a la aceptación o rechazo de las hipótesis.

### 5.1 MODELOS FÍSICOS APLICABLES

#### 5.1.1 velocidad de impacto del vehículo (1) y proyección del cuerpo del motociclista

Estimando una posible deformación entre la zona posterior del capó y zona inferior del parabrisas tercio derecho, deformación producida con el cuerpo del motociclista durante el movimiento parabólico post-impacto, a partir del modelo elaborado por Happer. A, Arzeuski. M y otros (2000), posible determinar la distancia de proyección del cuerpo, con una velocidad conocida obtenida mediante la siguiente tabla del autor.

Velocidad aproximada de impacto	Resumen de los daños esperados en el vehículo
Menos de 20 Km/h	Superficie limpias de marcas
25 Km/h	El principal contacto se produce sobre la parte baja del parabrisas o parte media del capó, si el C.G. del peatón esta por arriba de 60/80 cm de la parte del parachoques
Entre 25 y 40 Km/h	Contacto principal entre la parte de arriba del capó
Entre 40 y 50 Km/h	Contacto principal en la parte baja del parabrisas
Entre 50 y 55 Km/h	Principal contacto en la parte media del parabrisas
60 Km/h	Principal contacto en la parte baja del parabrisas cuando el borde superior del frente del vehículo tiene similar altura al C.G. del peatón
Más de 60 Km/h	Mayor probabilidad de que el cuerpo contacte el techo
70 Km/h	Principal contacto en la parte superior del parabrisas
80 Km/h	La pelvis del peatón contacta el techo del vehículo

### 5.1.2 Distancia de proyección del cuerpo del motociclista

Mediante la distancia de proyección del cuerpo del motociclista, por el modelo de John A. Searle (1993) teniendo en cuenta la posible distancia de proyección entre el área de impacto y el cuerpo de la víctima, estimada con base en las posiciones finales del cuerpo y de los vehículos, se obtiene:

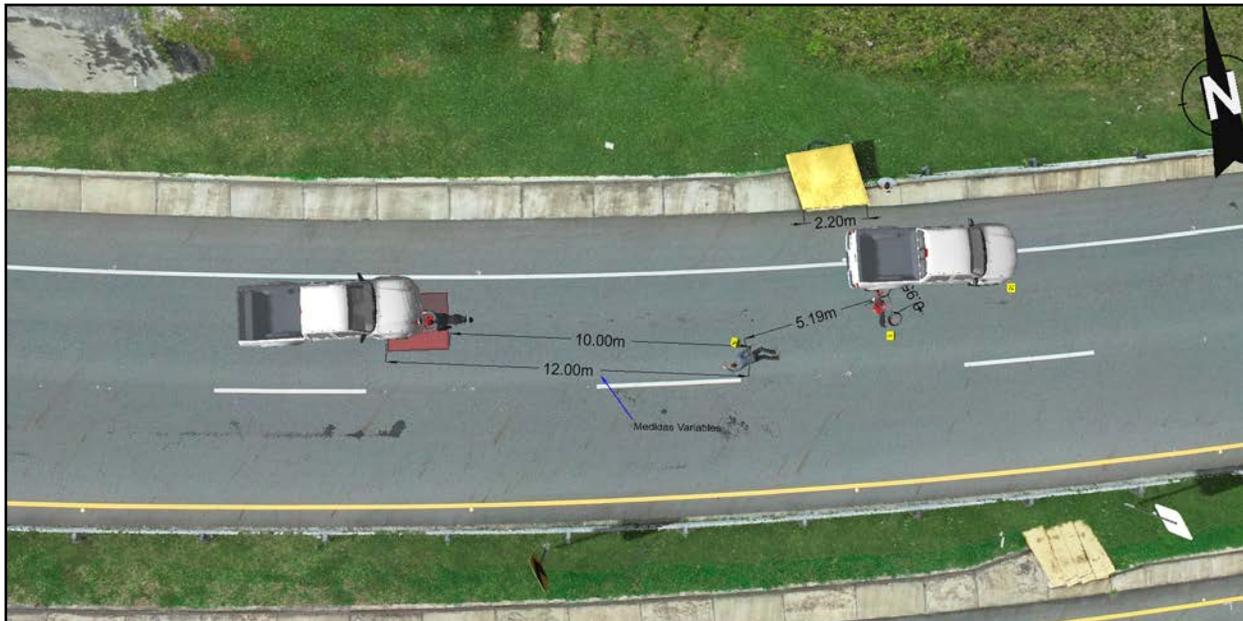


Figura 63. Posición relativa de los vehículos (1) y (2) durante la colisión, con un ángulo de 174, ± 3,0 grados, entre la parte frontal de la motocicleta y la parte frontal tercio derecho de la camioneta.

$$v_p = \sqrt{\frac{2g\mu d}{1 + \mu^2}} \quad v_{imp} = \frac{v_p}{E_p}$$

	Distancia [min]	Distancia [max]	fricción	g	Ep	
<b>Valores</b>	10	12	0,66	9,8	0,775	
<b>Resultado (m/s) [min]</b>	9,49	34,17	V. Imp min.		12,25	44,09
<b>Resultado (m/s) [max]</b>	10,40	37,43	V. Imp max		13,42	48,30
<b>Resultado (km/h)</b>	35,80		Promedio:		12,83	46,20

Media: 46,2 [m]

Mínima: 44,09 [m]

Máxima: 48,3 [m]

### 5.1.3 Evitabilidad del accidente

Teniendo en cuenta una estimación de la velocidad mínima para la camioneta posiblemente entre los 40 km/h y 50 km/h, es posible demostrar una distancia total de detención para cada vehículo, suponiendo que la motocicleta viajara a la misma velocidad, toda vez que con la información aportada a la investigación, no se puede realizar calculo alguno para establecerla, especialmente cuando la cantidad de movimiento de la camioneta podría superar a la cantidad de movimiento de la motocicleta en mínimo 10 a 1, tanto por la masa de la camioneta como por la velocidad que llevaría al momento del impacto.

Por lo tanto, si la camioneta o la motocicleta viajaran a la velocidad antes mencionada, ante una percepción de un peligro, como la presencia del otro vehículo circulando en sentido contrario en horas nocturnas con luz frontal del vehículo encendidas en un radio de curvatura bastante amplia que no reduce la visual de los conductores, la distancia total de parada con maniobra de frenado de emergencia sería la siguiente:

Variables a utilizar: tiempo de reacción entre 0,75 y 1,0 segundos. Factor de arrastre entre 0,8 y 0,9. Pendiente negativa de 5,8%. Velocidad entre 40 km/h y 50 km/h.

$$d_T = \frac{v^2}{254 * \mu} + v * t$$

#### Distancia Total de Detención para la Evitabilidad del Accidente

	velocidad km/h	velocidad m/s	fricción	t. reacción (s)
<b>Velocidad mínima</b>	40	11,11	0,74	0,75
<b>Velocidad máxima</b>	50	13,89	0,84	1
<b>distancia 1 (m) V. prom</b>	16,85	19,62	15,83	18,61
<b>distancia 2 (m) V. Reg.</b>	25,61	22,13	27,19	23,72
<b>Distancia Min y Max Velocidad estimada</b>	15,83		19,62	
<b>Distancia Min y Max Velocidad Reglamentaria</b>	22,13		27,19	

Distancias para detenerse totalmente a velocidad de 40 km/h es calculada entre 15,8 y 19,6 metros. La distancia para detenerse totalmente a velocidad de 50 km/h es calculada entre 22,2 y 27,2 metros. Por lo tanto, se puede concluir que el accidente era completamente evitable por parte de cualquiera de los dos conductores viajando a la velocidad utilizada para los respectivos análisis.

Con base en la información anterior y teniendo en cuenta que es posible que los dos vehículos viajaran a una velocidad mínima de 50 km/h y que en teoría si viajaran a mayor velocidad mayor sería la distancia necesaria para detenerse, se analizó la ubicación de cada vehículo antes del impacto con distancias entre 25,6 y 27,2 metros para velocidad de 50 km/h y tiempo de reacción de 1,0 segundos como se ilustra a continuación.

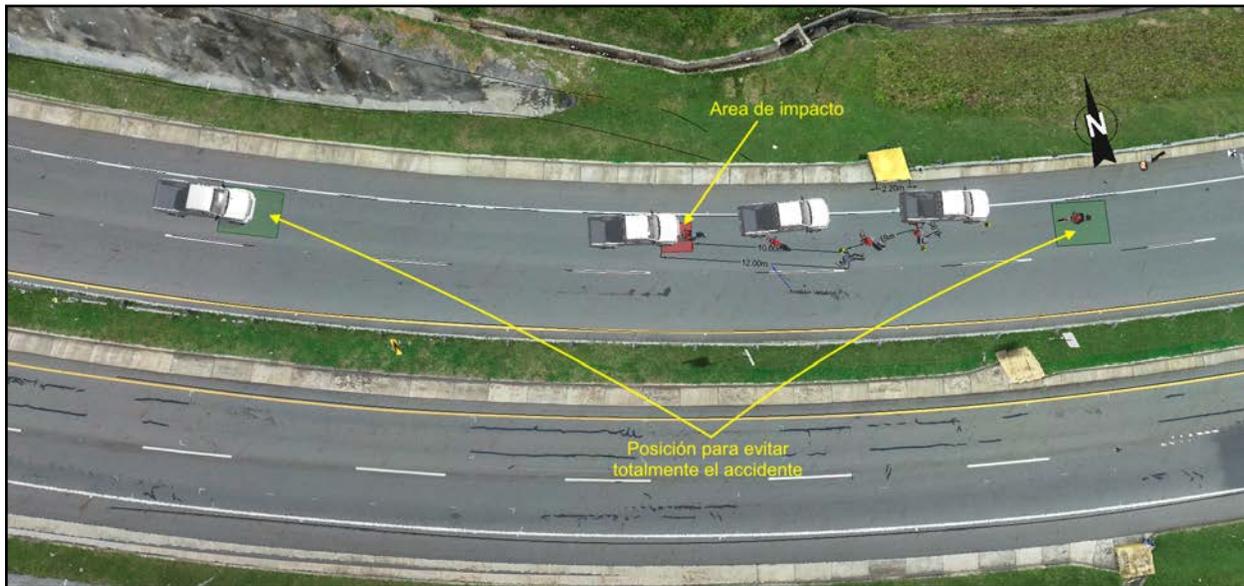


Figura 64. El área de color verde ilustra la ubicación de cada vehículo a una distancia entre 25,6 y 27,2 metros antes del área de impacto, posición en la cual cada conductor podía observar al vehículo circulando en dirección opuesta, en una vía en asfalto con pendiente de 3,3° y en horas nocturnas, siempre y cuando los dos vehículos viajaran a la velocidad estimada de 50 km/h.



Figura 65. Ubicación del vehículo (2) camioneta, a una distancia entre 25,6 y 27,2 metros antes del área de impacto, posición en la cual el conductor podía observar al motociclista circulando en dirección opuesta, y podía realizar una maniobra de frenado de emergencia evitando impactar con la motocicleta.

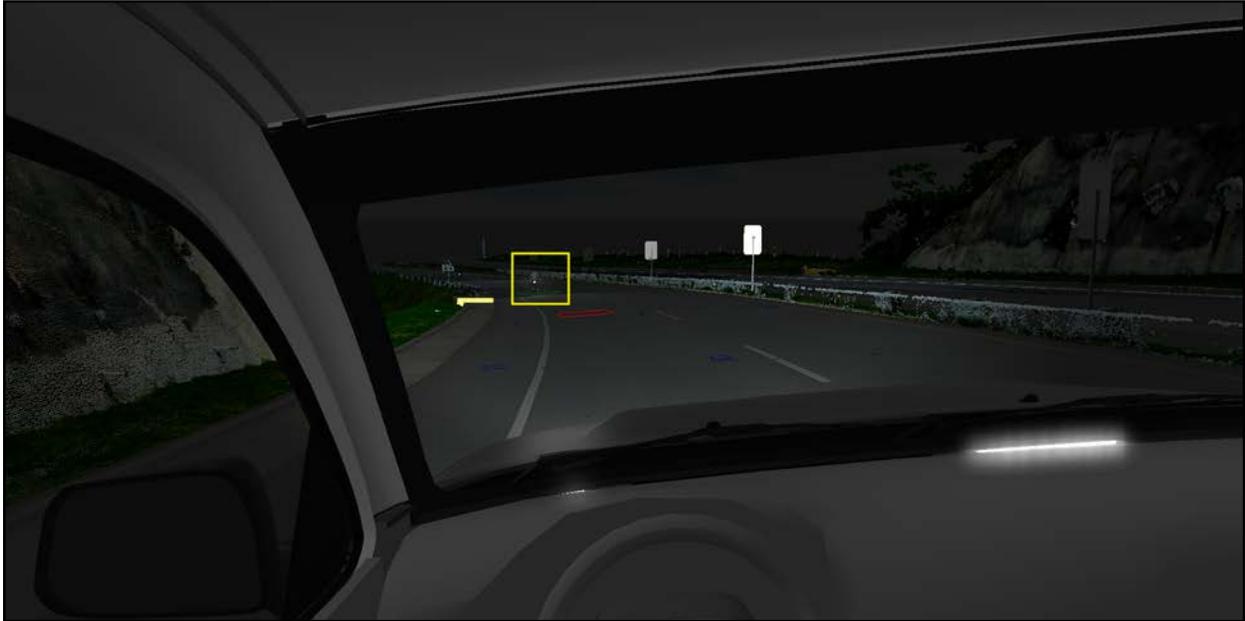


Figura 66. Ubicación del vehículo (2) camioneta, a una distancia entre 25,6 y 27,2 metros antes del área de impacto, posición en la cual el conductor podía observar al motociclista circulando en dirección opuesta, y podía realizar una maniobra de frenado de emergencia evitando impactar con la motocicleta. Igualmente para el motociclista, la camioneta era completamente visible con las luces delanteras encendidas, por lo tanto el conductor podía observar y reaccionar ante un peligro. El recuadro amarillo ilustra la posición de la motocicleta a distancia entre 51,2 y 54,4 metros respecto a la camioneta.



Figura 67. Ubicación del vehículo (1) motocicleta, a una distancia entre 25,6 y 27,2 metros antes del área de impacto, posición en la cual el conductor podía observar al motociclista circulando en dirección opuesta, y podía realizar una maniobra de frenado de emergencia evitando impactar con la motocicleta. Posición de la motocicleta a distancia entre 51,2 y 54,4 metros respecto a la camioneta.

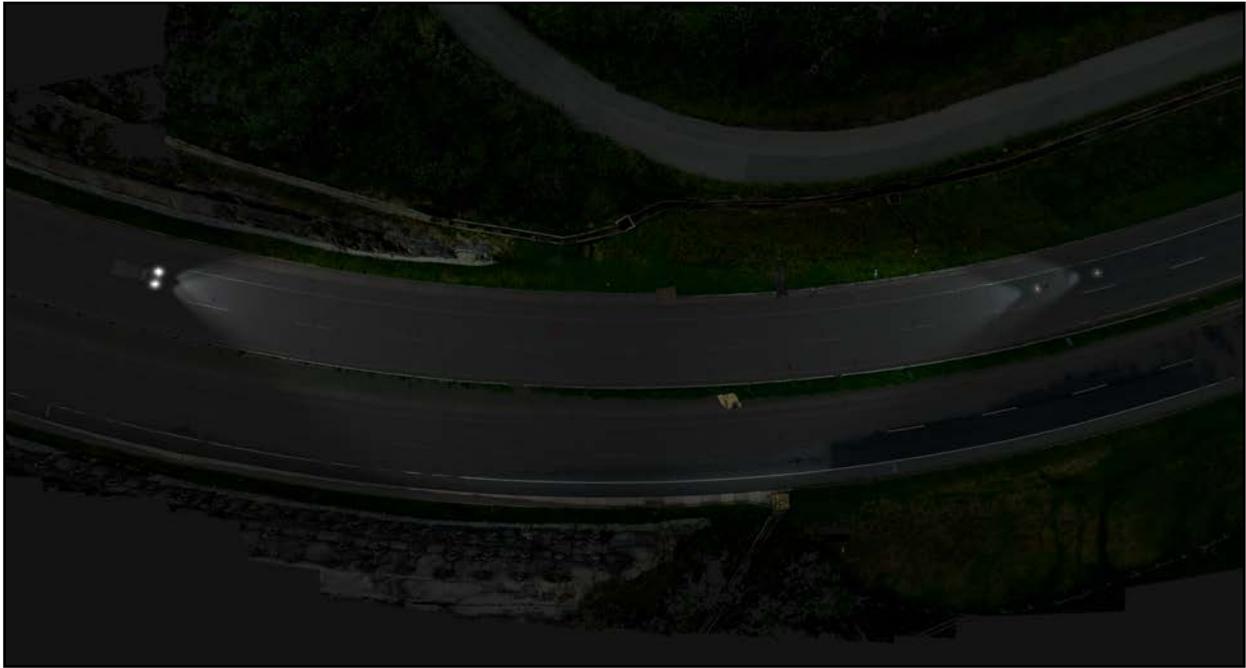


Figura 68. Plano cenital. En la imagen se observa la reconstrucción de los dos vehículos con su luz frontal encendida, ubicados a una distancia entre 107,3 y 114,5 metros entre sí, permitiendo establecer que de acuerdo con el radio de la curva y la ladera de la montaña a la izquierda del conductor del vehículo (2) camioneta, no existía obstrucción a su visual para los dos conductores, e igualmente cada conductor podía observar al vehículos que se aproximaba.



Figura 69. Reconstrucción 3D de posición de dos vehículos con su luz frontal encendida, ubicados a una distancia entre 107,3 y 114,5 metros entre sí, permitiendo establecer que de acuerdo con el radio de la curva y la ladera de la montaña a la izquierda del conductor del vehículo (2) camioneta, no existía obstrucción a su visual para los dos conductores, e igualmente cada conductor podía observar al vehículos que se aproximaba.

## 6. Conclusiones

De acuerdo con la metodología aplicada para la reconstrucción analítica y cinemática de la colisión, se ha determinado que el vehículo (1) motocicleta marca Yamaha, de placas TMA82C conducida por LUIS GERMAN SALAZAR GONZÁLEZ momentos antes de la colisión, circulaba por la calzada de la vía antigua entre el kilómetro 24 al 23 en sentido oriente a occidente (Cisneros a Medellín), ingresando mediante la conectante de calzada ubicada en el kilómetro 23 mas 700 metros, a la calzada norte de la vía nueva, calzada que se encontraba habilitada para el tránsito de vehículos, únicamente en el sentido de circulación occidente a oriente (Medellín a Cisneros).

El vehículo (2) camioneta marca Mazda BT-50 de placas DDU710, conducido por el señor RODRIGO HERNÁN HENAO MARIN, circulaba por la calzada norte de la vía nueva con dirección hacia el oriente (Cisneros), luego de haber ingresado a dicha calzada en el desvío ubicado en el kilómetro 21 mas 280 metros, lugar donde convergen las dos vías (nueva y antigua).

De acuerdo con las deformaciones que se pueden observar en una de las imágenes aportadas a la presente investigación (figura 58) y dos de las imágenes del álbum fotográfico de la policía judicial (figura 57 y 59), se ha establecido la posición relativa de los vehículos durante la colisión, como una colisión frontal excéntrica lineal o angular, como se ha ilustrado en el numeral 4.1 del presente dictamen en las figuras 60 a 62. La colisión se presentó dentro del carril izquierdo de la calzada norte, de acuerdo con el sentido de circulación del vehículo (2) camioneta de occidente a oriente, ubicándose a una distancia mínima entre 10,0 a 12,0 metros de la posición final del cuerpo del hoy occiso (conductor de la motocicleta), con base en el análisis retrospectivo de la posición final de los dos vehículos y del occiso.

Es importante aclarar que la distancia entre el área de impacto y la posición final del cuerpo del motociclista, puede ser mayor a la distancia antes mencionada, toda vez que no es posible establecerse dicha distancia con mayor precisión, al no contar con toda la información recolectada por la policía judicial en la inspección técnica al lugar de los hechos e inspección técnica a cadáver, así como la información de inspección técnica a vehículos donde se detallen las huellas y deformaciones en sus estructuras.

Sin embargo, con base en la distancia estimada por el suscrito perito, entre el área de impacto y la posición final del occiso, se puede calcular una velocidad mínima aproximada para la camioneta entre 40 km/h y 50 km/h, velocidad correspondiente igualmente a la velocidad post-impacto para la motocicleta de acuerdo con la diferencia de masas y de la cantidad de movimiento de los dos vehículos.

Por lo tanto, en el numeral 5.1.3 del presente dictamen pericial, se ha realizado un análisis de evitabilidad del accidente para los dos conductores, con base en la velocidad mínima estimada; obteniendo como resultado que ante cualquier percepción de un peligro los conductores podían evitar totalmente el accidente, realizando una maniobra de frenado de emergencia, deteniéndose a

una distancia total entre 15,8 y 19,6 metros a velocidad de 40 km/h y entre 22,2 y 27,2 metros para una velocidad de 50 km/h.

Las distancias antes mencionadas incluyen la distancia recorrida por un vehículo durante la reacción del conductor y la distancia recorrida durante la maniobra de frenado de emergencia. Además, se ha tenido en cuenta que para iniciar un proceso de reacción, el conductor debe percibir el peligro y entenderlo como tal; peligro que para el accidente investigado era la presencia del segundo vehículo circulando en sentido contrario.

Sin embargo, aun en condiciones nocturnas y para el radio de la curva tan amplio en donde se desarrolló el accidente, se ha analizado que los dos conductores podían percibir la presencia del otro vehículo con las luces frontales encendidas, ubicándose a distancias relativas previo al impacto entre 51,2 y 54,4 metros para velocidades de 50 km/h, y a una distancia máxima entre 107,3 y 114,5 metros; teniendo en cuenta que la ubicación de la ladera de la montaña al costado norte de la curva, no generara obstrucción de la visual.

A partir de la información aportada a la investigación y especialmente la relacionada en la demanda presentada y firmada por el señor abogado Esteban Ramírez Atehortua, y la información contenida en el informe policial de accidentes de tránsito (IPAT) en el numeral 4.2 del presente dictamen pericial, se analizaron dos hipótesis del accidente con el fin de aceptar o rechazar cada una como una causa determinante o contribuyente del accidente de tránsito investigado.

De las dos hipótesis, se acepta la hipótesis (2) propuesta por la policía de tránsito con el código 112 (manual de diligenciamiento IPAT), correspondiente a: “desobedecer señales o normas de tránsito”; hipótesis aplicada al conductor del vehículo (1) motocicleta.

La hipótesis (1) propuesta en la demanda como causa del accidente por la inexistente o deficiente señalización vial, se rechaza completamente por los argumentos descritos por el suscrito perito en la página 41 del presente dictamen, especialmente porque en el análisis realizado por el suscrito perito a cada una de las imágenes y al video aportado a la investigación, especialmente las relacionadas en las figuras 14, 16, 18, 25 y 40, y figuras 30 a 32; se puede demostrar que la vía presentaba la respectiva señalización para informar al conductor del vehículo (1) motocicleta que debía circular de frente (demarcación flecha figura 16 y 18) por su respectivo carril de la calzada antigua hacia el occidente (Medellín), y no debía ingresar a la conectante ni a la calzada de la vía nueva, de acuerdo con las señales verticales que existían en el ingreso a la conectante, señales reglamentarias SRO-01 de “**vía cerrada**”, señales que contaban con su funcionalidad y retrorreflectividad (figura 40) prohibiendo el acceso a este tramo de vía, y por lo tanto prohibían claramente el acceso a la calzada norte de la vía nueva.

Igualmente se observó que en el tramo de ingreso a la calzada nueva por parte del motociclista (*km 23+700 m*), no existía señalización que autorizara o reglamentara el desvío o el giro a la izquierda para el conductor de la motocicleta o demás conductores que circularan por la calzada antigua en sentido oriente a occidente (Cisneros a Medellín); motivo por el cual ningún conductor debía cambiar su trayectoria.

Con base en la metodología y desarrollo del presente dictamen pericial, se puede concluir que no existe causa asociada a la inexistencia o deficiencia en la señalización vial que haya sido contribuyente o determinante en la ocurrencia del accidente de tránsito; en primer lugar, porque se ha demostrado que la zona por donde ingresó del conductor de la motocicleta a la vía nueva, se ubicada a una distancia aproximada de 1300 metros antes del área de impacto o lugar de los hechos.

En segundo lugar, porque se ha demostrado que antes del ingreso a la calzada norte de la vía nueva, existían dos señales reglamentarias (retroreflectivas figura 40) que indicaban vía cerrada, y existía una señal horizontal de flecha de sentido único de frente. Además, la conectante debía estar habilitada para el tránsito de vehículos hacia el oriente (Cisneros), toda vez que era el único lugar de salida de los vehículos que circulaban de occidente a oriente (Medellín a Cisneros) por la calzada norte de la vía nueva.

Finalmente se puede inferir, que la causa contribuyente del accidente es directamente atribuible al conductor del vehículo (1) motocicleta, al no obedecer las señales de tránsito reglamentarias, ingresando en contravía al flujo vehicular habilitado para el día de los hechos en sentido único de occidente a oriente (Medellín a Cisneros). No es posible para el suscrito perito, establecer una causa determinante u otras causas contribuyentes que se puedan demostrar técnica y objetivamente, debido a la falta de información para su respectivo análisis, información que se ha mencionado anteriormente, correspondiente a imágenes digitales de inspección a cadáver, al lugar de los hechos, experticias técnicas a vehículos y sus respectivas fotografías con buena calidad.

Elaboró dictamen pericial:



M.Sc. EDWIN ENRIQUE REMOLINA CAVIEDES  
Magíster en Ingeniería Física - Licenciado en matemáticas  
Tecnólogo en Investigación de Accidentes de Tránsito  
Técnico Profesional en Seguridad Vial  
C.C. No. 91.348.435 de Piedecuesta Santander

ANEXO : Video presentación y reconstrucción virtual 3D. - Hojas de vida y soportes de certificaciones.

# Bibliografía

- Baena, A., Remolina, E., Londoño, H. et al., "Comparative Analysis of Methods to Estimate the Tire/Road Friction Coefficient Applied to Traffic Accident Reconstruction," SAE Technical Paper 2020-01-5058, 2020. <https://doi.org/10.4271/2020-01-5058>.
- Brach, R. M., & Brach, R. (2005). *Vehicle accident analysis and reconstruction methods*. Warrendale, PA USA: SAE International.
- Daily, J., Shigemura, N., & Daily, J. (2016). *Fundamentals of Traffic Crash Reconstruction (Vol. 2)*. Jacksonville, Florida, EE. UU.: Institute of Police Technology and Management.
- Luque Rodríguez, P., & Álvarez Mántaras, D. (2007). *Investigación de Accidentes de Tráfico (1ª edición ed.)*. La Coruña, España: Netbiblo, S. L.
- Neale, William T C and Rose, Nathan A. (2018). *Motorcycle Accident Reconstruction*. SAE International.
- Remolina, Edwin E. (2019). «Análisis Comparativo de Métodos para la Estimación del Coeficiente de Fricción Neumático-Vía Aplicado en la Reconstrucción de Accidentes de Tránsito.» Tesis. Bogotá: Universidad Antonio Nariño, junio.
- Remolina, Edwin E. (2020). "El Método Científico en la Investigación y Reconstrucción de Accidentes de Tránsito". *Revista Expresión Forense*, año 7, N° 58, agosto 2020, CDMX México, páginas 37, 38 y página web <https://www.expresionforense.com/copia-de-art%C3%ADculo-revista-n-58-virt..>
- Rivers, R. (2006). *Evidence in traffic crash investigation and reconstruction*. Springfield, Illinois, United States: Charles C Thomas Publisher LTD.
- Rivers, R.W. (2010). *Technical Traffic Crash Investigators' Handbook*. Springfield, Illinois, United States: Charles C Thomas Publisher LTD.
- Ruotolo, George. L (2020). *A Format for Successful Crash Reconstruction Report Writing - 2nd Edition*. IPTM (Institute of Police Technology and Management).
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Física: Para ciencias e ingeniería con Física Moderna / Raymond A. Serway y John W. Jewett, Jr (7a. ed.--.)*. México D.F.: Cengage.
- Sutphen, Roy F.; Varner, Rick W. (Sec. Ed. 2010). *Commercial Vehicle Accident Reconstruction and Investigation, Second Edition*. Lawyers & Judges Publishing.
- Warner C.Y, Smith G.C, James M.B, Germane G. J. (1983). *Friction Applications in Accident Reconstruction*. SAE 0148-7191/83/0228-0612.
- Wood, D and Glynn, Colin and Walsh, D. *Motorcycle-to-car and scooter-to-car collisions: Speed estimation from permanent deformation*. *Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part D-journal of Automobile Engineering - PROC INST MECH ENG D-J AUTO*. 2009.