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



VEHÍCULO No. 1: CAMIONETA, FORD ECOSPORT, modelo 2020, color blanco, placa JKZ 818.

VEHÍCULO No. 2: AUTOMÓVIL, RENAULT SANDERO, modelo 2015, color gris, placa ZYX 099.

**VEHÍCULO No. 3: MICROBÚS, CHEVROLET NKR, modelo 2017, color amarillo, azul y rojo, placa
TSV 455.**

INFORME No. 240734917

Bogotá D.C., agosto 5 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
1.1	INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y PROGRAMAS DE SOFTWARE EMPLEADOS:	3
1.2	DOCUMENTACIÓN RECIBIDA:	3
2.	EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA	4
2.1	FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:.....	4
2.2	LA VÍA:.....	9
2.3	VEHÍCULOS:	13
2.4	MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:	25
2.5	VERSIONES:.....	32
3.	ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.	34
3.1	POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DE LOS IMPACTOS.	34
3.2	DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DEL VEHÍCULO.	38
4.	SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.....	49
5.	ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.....	53
6.	HALLAZGOS.....	55
7.	CONCLUSIONES:	56
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUCCIÓN

Los procedimientos de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito utilizan como metodología el MÉTODO CIENTÍFICO y técnicas de reconstrucción de accidentes de tránsito desarrolladas y probadas científicamente, aceptadas por la comunidad científica mediante la publicación de artículos científicos y discusión en congresos y seminarios, con el fin de determinar la dinámica del accidente que permitan identificar las causas del siniestro.

El análisis de las evidencias es la piedra angular de la reconstrucción, su recolección y descripción conforman el punto de partida del análisis retrospectivo del accidente.

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.
2. Equipos de Cómputo Lenovo Procesador Intel(R) Core (TM) i5-4460T CPU @ 1.90GHz.
3. Software Trimble Forensic Reveal – Licenses Manager - IRS VIAL SAS.
4. Herramienta *IRS® Calculator*, hoja de cálculo en Excel.

CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE POR ALCANCE.

1.2 DOCUMENTACIÓN RECIBIDA:

Todo el proceso de la investigación y reconstrucción analítica del siniestro se basa en la información considerada por el grupo técnico de IRSVIAL, que fue recolectada empleando los procedimientos técnicos de fijación fotográfica, planimetría, y técnicas analíticas de reconstrucción de accidentes basadas en las leyes de la física, biomecánica, ingeniería automotriz, medicina forense, como se indica a continuación:

- a) Cuatro (4) fotografías a color del lugar de los hechos.

- b) Cinco (5) fotografías del estado final de los vehículos.
- c) Cuatro (4) fotografías del día de los hechos.
- d) Informe policial de accidentes de tránsito.

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 ocurrió el lunes 20 de diciembre de 2021, a las 18:30 horas, en la vía que conduce de Ubaté a Chiquinquirá a la altura del km 34 + 300 m (5.4857852,-73.825758), en área rural del municipio de Simijaca (Cundinamarca).

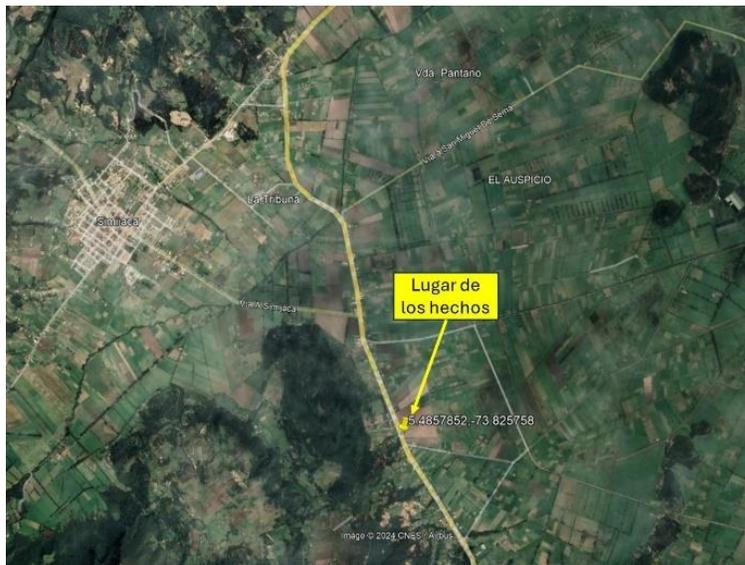


Imagen No 1: En esta imagen se aprecia la ubicación geográfica del lugar de los hechos (fuente Google Earthpro).

995861

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO No. C-

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: 251261001

2. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS:
CÓDIGO DE RUTA: V-20-01-01 VÍA Y KILOMETRO O SÍMBOLO, DIRECCIÓN Y CIUDAD: Vía a San Juan Km 53 + 500

3.1 LOCALIDAD O COMUNA: San Juan

4. FECHA Y HORA:
FECHA Y HORA DE OCURRENCIA: 2017/12/21 14:30
FECHA Y HORA DE LEVANTAMIENTO: 2017/12/21 17:00

5. CLASE DE ACCIDENTE:
CIQUE: CAMBIO DE PUESTO
BIFURCACIÓN: INVERSIÓN: VUELTA: OTRO:

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR:
6.1. ÁREA: URBANA
6.2. SECTOR: ESCOLAR
6.3. ZONA: DEPORTIVA
6.4. DISEÑO: PASADIZO
6.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA: NORMAL

7. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS:
7.1. GEOMÉTRICA: RECTA
7.2. SUPERFICIE DE RODAJÓN: ASFALTO
7.3. ESTADO: BUENO
7.4. CALZADAS: UNIA
7.5. SENSIBILIDAD DE RODAJÓN: BUENA
7.6. ESTADO DE TRÁNSITO: NORMAL

8. CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS:
8.1. CONDUCTOR: Cortes Peña Carlos Julian CC
8.2. VEHÍCULO: Ford Focus Sport Blanco 2010 wagon OS
8.3. PROPIETARIO: Cortes Peña Carlos Julian CC

9. CLASE DE VEHÍCULO: AUTOMÓVIL
9.1. CLASE DE SERVICIO: PASAJEROS

9.2. DESCRIPCIÓN BASTOS MAESTRALES DEL VEHÍCULO:
presión de daños en la parte del techo posterior derecho y izquierdo de la parte de atas.

9.3. FALLAS: FRENOS, DIRECCIÓN, LUMENES, BOCINAS, LAMPARAS, SUSPENSIÓN, OTRAS

9.4. LUGAR DE IMPACTO: FRENTERO, LATERAL, POSTERIOR

Imagen No. 2: En esta imagen se aprecia la primera hoja del informe de la autoridad.

**ANEXO NO. 1
CONDUCTORES, VEHÍCULOS, PROPIETARIOS**

PERTENECIENTE AL INFORME DE ACCIDENTE, FORMULARIO 019518161

CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS

1. CONDUCTOR: **Arzobispo Pedro Ignacio** CC: **75077787** NACIONALIDAD: **Colombiana** FECHA DE NACIMIENTO: **10/05/1971**

2. VEHÍCULO: **3** MATRÍCULA: **150-455** MARCA: **Chevrolet** MODELO: **Nep** COLOR: **Azul** AÑO: **2017** CATEGORÍA: **Carro** INSCRIPCIÓN: **1001202937**

3. PROPIETARIO: **Locho Rodríguez Vami** CC: **79170076**

4. DESCRIPCIÓN DE DAÑOS MATERIALES DEL VEHÍCULO: **Problema con los en la parte de fuera, algunos derechos e izquierdo de la parte de arriba**

5. FALLAS EN: **FRENOS** DIRECCIÓN LUCES BOBINA LLANTAS SUSPENSIÓN OTRA

6. LUGAR DE IMPACTO: **FRONTAL** LATERAL POSTERIOR

7. CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS (Repetido)

8. CONDUCTOR: **Locho Rodríguez Vami** CC: **79170076**

9. VEHÍCULO: **3** MATRÍCULA: **150-455** MARCA: **Chevrolet** MODELO: **Nep** COLOR: **Azul** AÑO: **2017** CATEGORÍA: **Carro** INSCRIPCIÓN: **1001202937**

10. PROPIETARIO: **Locho Rodríguez Vami** CC: **79170076**

11. DESCRIPCIÓN DE DAÑOS MATERIALES DEL VEHÍCULO: **Problema con los en la parte de fuera, algunos derechos e izquierdo de la parte de arriba**

12. FALLAS EN: **FRENOS** DIRECCIÓN LUCES BOBINA LLANTAS SUSPENSIÓN OTRA

13. LUGAR DE IMPACTO: **FRONTAL** LATERAL POSTERIOR

14. HIPÓTESIS DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

15. DATOS DE QUIEN CONOCE EL ACCIDENTE

16. CORRESPONDIO

Imagen No. 4: En esta imagen se aprecia la tercera hoja del informe de la autoridad.

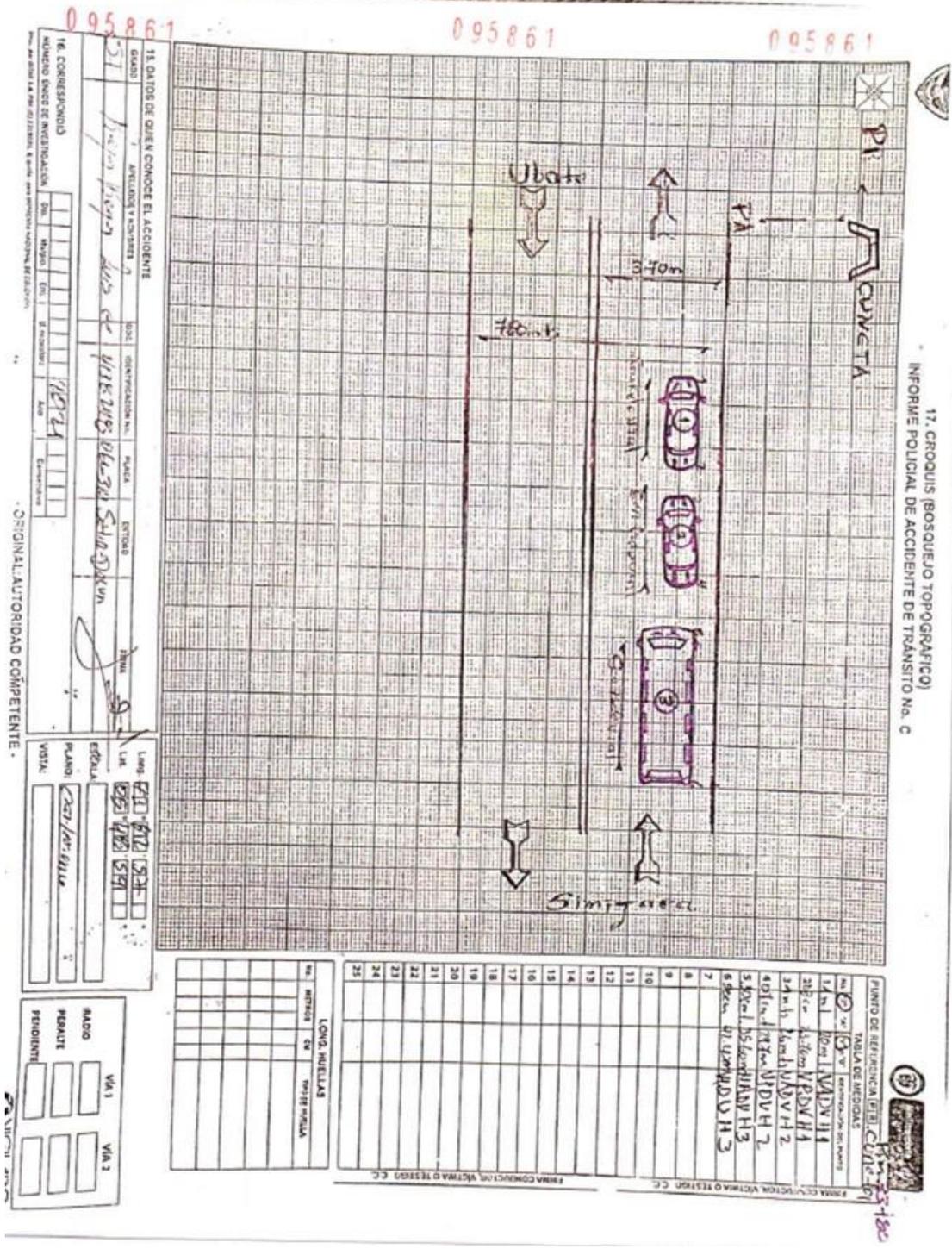


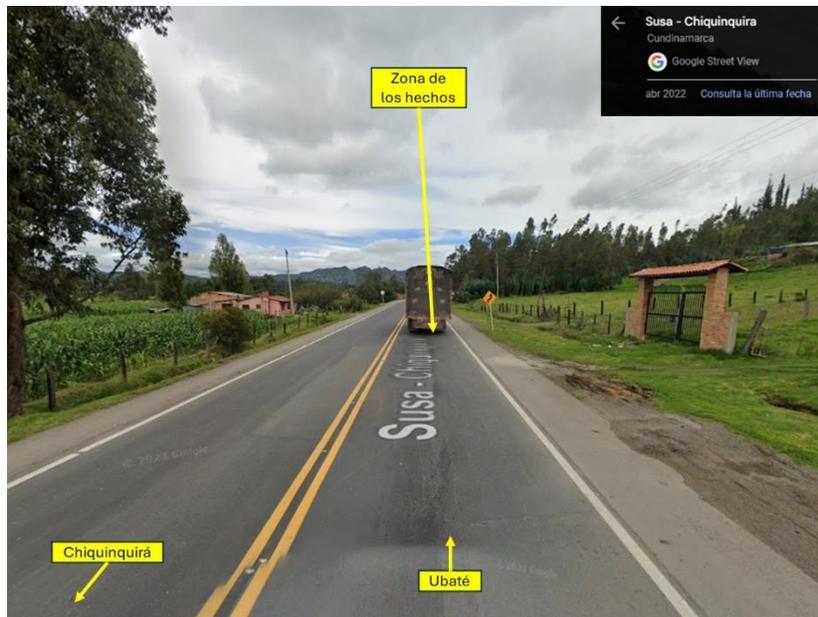
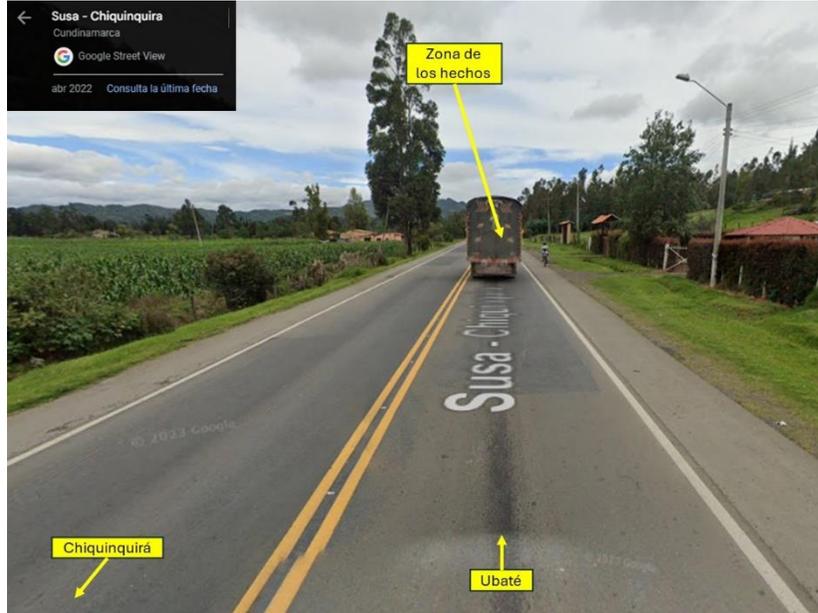
Imagen No. 5: En esta imagen se aprecia la cuarta hoja del informe de la autoridad.

2.2 LA VÍA:

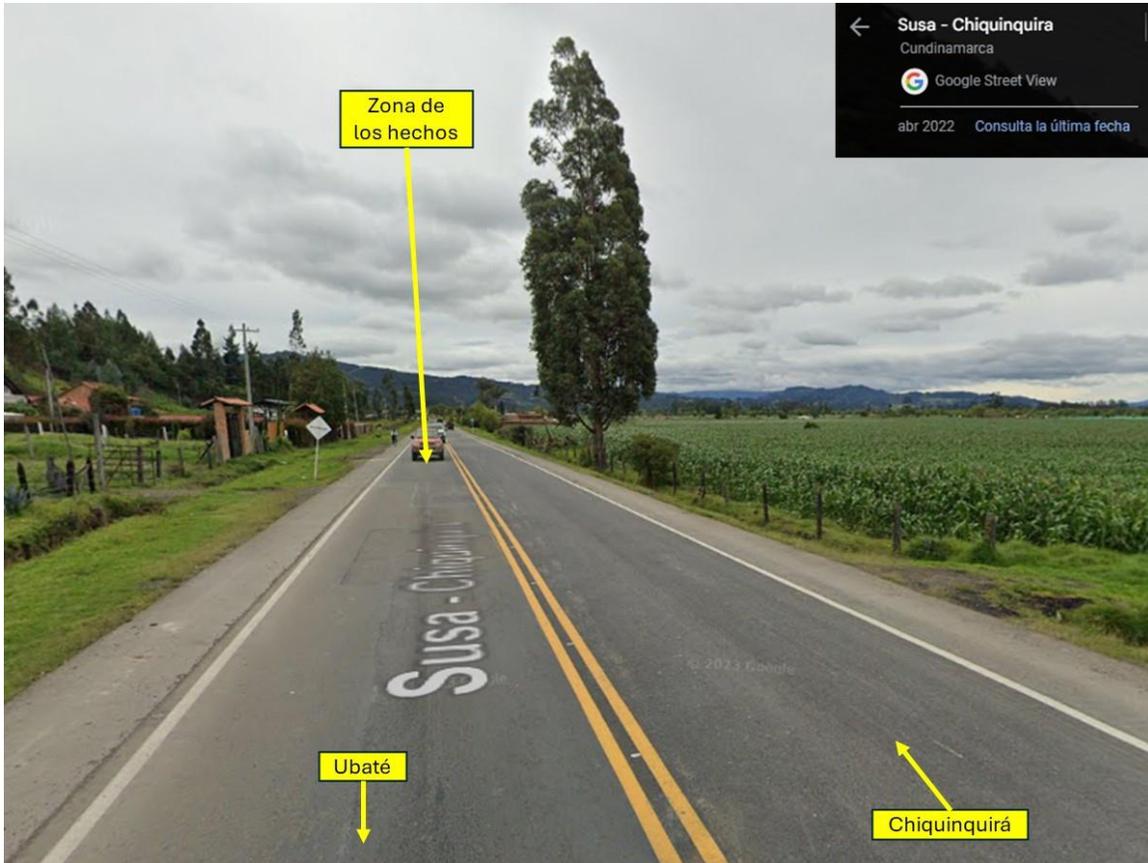
Las condiciones y características de la vía donde se produce el accidente de tránsito se aprecian en las fotografías No. 1 a la 3 así como en la tabla No. 1.



Fotografía No. 1 Panorámica: En esta fotografía sustraída de Google Street View (abril 2022) en sentido Chiquinquirá – Ubaté a la altura del km 34 + 700 m, se aprecian las características generales de la vía, en la cual se encuentra demarcación de línea amarilla doble continua y líneas de borde, con señalización vertical SR-30 (Velocidad máxima 60 km/h); en este sentido se desplazaban los vehículos.



Fotografía No. 2 Panorámica: En esta fotografía sustraída de Google Street View (abril 2022) en sentido Chiquinquirá – Ubaté a la altura del km 34 + 400 y 300 m, se aprecian las características generales de la vía, en la cual se encuentra demarcación de línea amarilla doble continua y líneas de borde, con señalización vertical SP-10 (curva y conrtacurva primera pronunciada primera a la derecha); en este sentido se desplazaban los vehículos.



Fotografía No. 3 Panorámica: En esta fotografía sustraída de Google Street View (abril 2022) en sentido Ubaté - Chiquinquirá a la altura del km 34 + 250 m, se aprecian las características generales de la vía, en la cual se encuentra demarcación de línea amarilla doble continua y líneas de borde, sin señalización vertical.

NOTA 1: La inspección a la vía por parte del investigador Yesyt Barrera de IRS Vial fue realizada el 1 de agosto de 2024.

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

CARACTERÍSTICAS		Tramo de vía Ubaté – Chiquinquirá km 34 + 300 m
ÁREA		<i>Rural</i>
GEOMÉTRICAS		<i>Recta, Plano</i>
UTILIZACIÓN		<i>Doble sentido</i>
CALZADAS		<i>Una</i>
CARRILES		<i>Dos</i>
MATERIAL		<i>Asfalto</i>
ESTADO		<i>Bueno</i>
CONDICIONES Y TIEMPO		<i>Seca, normal</i>
ILUMINACIÓN		<i>Sin iluminación artificial</i>
CONTROLES Y SEÑALES		<i>Demarcación de línea amarilla doble continua y líneas de borde, con señalización vertical SR-30 (Velocidad máxima 60 km/h) y SP-10 (curva y conrtacurva primera pronunciada primera a la derecha)</i>

TABLA No. 1

2.3 VEHÍCULOS:

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

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

VEHÍCULO No. 1: CAMIONETA, FORD ECOSPORT, modelo 2020, color blanco, placa JKZ 818.



Imagen No. 6: En esta imagen se aprecia un vehículo de similares características al involucrado (https://carros.tucarro.com.co/ford-ecosport-blanca_OrderId_PRICE*DESC).

CONDUCTOR	CARLOS JULIÁN CORTES PEÑA
IDENTIFICACIÓN	CC 7.318.359
EDAD	39 años
LICENCIA	A2, B2 / Sin restricción para conducir https://www.runt.com.co/consultaCiudadana#/consultaPersona

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	PARTICULAR
OCUPANTES	2
DIMENSIONES	Largo: 4096 mm Ancho: 1765 mm Alto: 1645 mm Distancia entre ejes: 2519 mm https://www.km77.com/coches/ford/ecosport/2018/estandar/titanium/ecosport-titanium-15-ecoblue-88-kw-120-cv-ss/datos
PESO TOTAL	1600 – 1700 kg

TABLA No. 3

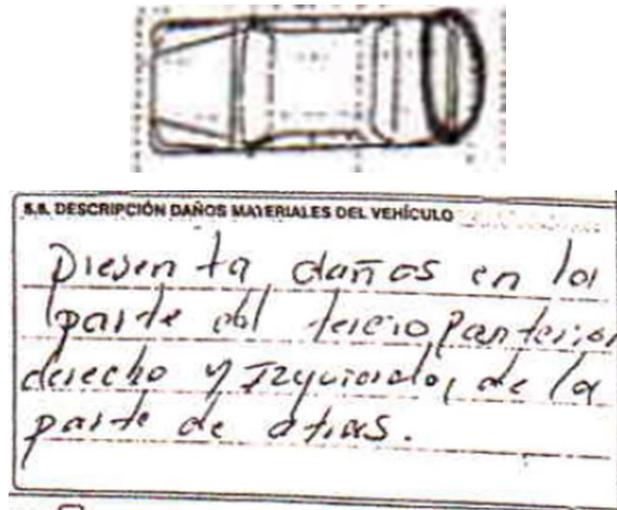


Imagen No. 7: En estas imágenes se observa el diagrama realizado y la descripción de daños o evidencias por parte de la autoridad: *"Presenta daños en la parte del tercio anterior derecho y izquierdo de la parte de atrás"*.

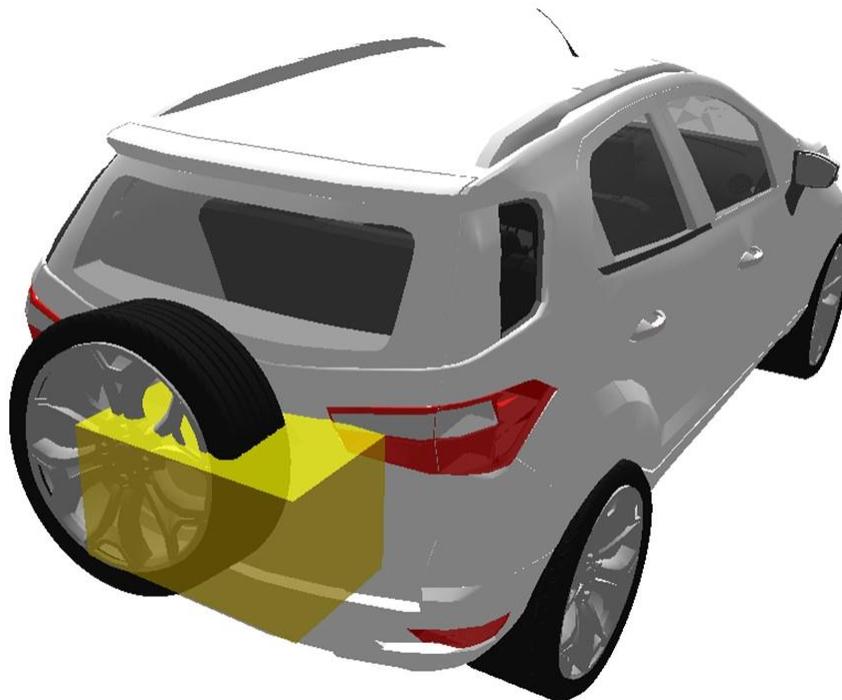


Imagen No. 8: En esta imagen se observa con los recuadros amarillos la ubicación de los daños o evidencia en la camioneta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.



Fotografía No. 4 Plano Medio: En estas fotografías se observa el estado final del vehículo, el cual presenta daños en su zona posterior, afectando piezas como: quinta puerta y llanta de repuesto.

- **VEHÍCULO No. 2: AUTOMÓVIL, RENAULT SANDERO, modelo 2015, color gris, placa ZYX 099.**



Imagen No. 9: En esta imagen se aprecia un vehículo de similares características al involucrado (<https://carros.tucarro.com.co/renault/sandero/2015/gris>).

CONDUCTOR	JESÚS ANTONIO OTAVO BRIÑEZ
IDENTIFICACIÓN	CC 14.243.736
EDAD	58 años
LICENCIA	B1 / Sin restricción para conducir https://www.runt.com.co/consultaCiudadana/#/consultaPersona

TABLA No. 4

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 2
SERVICIO	PARTICULAR
OCUPANTES	1
DIMENSIONES	Largo: 4058 mm Ancho: 1733 mm Alto: 1518 mm Distancia entre ejes: 1589 mm https://www.km77.com/coches/dacia/sandero/2013/estandar/base/sandero-base-12-75-cv/datos
PESO TOTAL	1200 – 1300 kg

TABLA No. 5

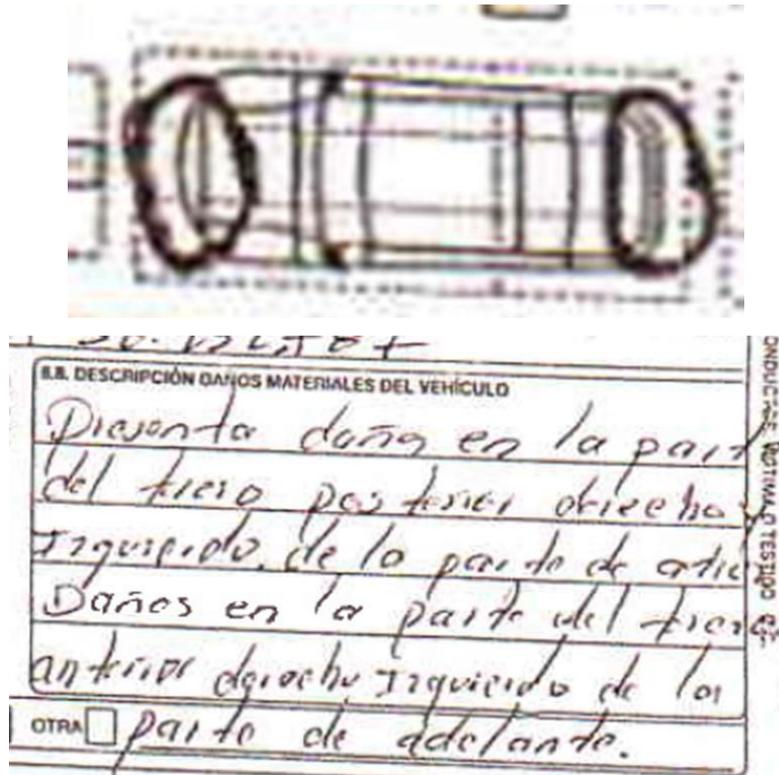


Imagen No. 10: En estas imágenes se observa el diagrama realizado y la descripción de daños o evidencias por parte de la autoridad: “presenta daños en la parte delantera, posterior derecho y izquierdo de la parte de atrás daños en la parte anterior derecho izquierdo de la parte de adelante”.



Imagen No. 11: En esta imagen se observa con los recuadros amarillos la ubicación de los daños o evidencia en el automóvil. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.



Fotografía No. 5 Plano Medio: En estas fotografías se observa el estado final del vehículo, el cual presenta daños en su zona posterior, afectando piezas como: quinta puerta, panorámico y paragolpes posterior, así como en la zona anterior afectando piezas como: paragolpes y capó.

- **VEHÍCULO No. 3: MICROBÚS, CHEVROLET NKR, modelo 2017, color amarillo, azul y rojo, placa TSV 455.**



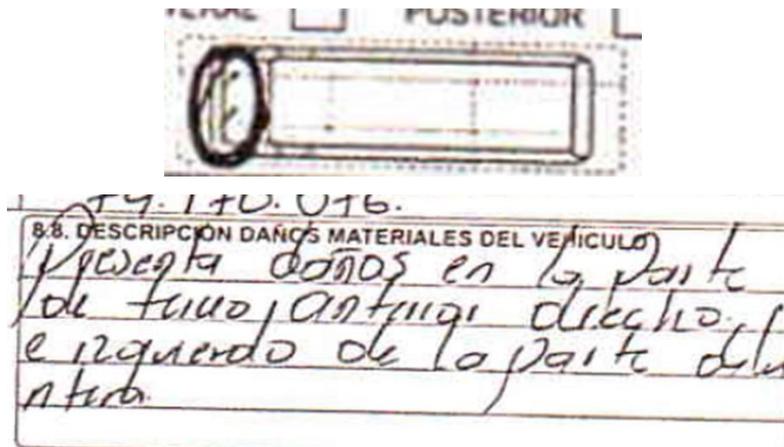
Fotografía No. 6 Plano Medio: En esta fotografía se aprecian las características generales del vehículo.

CONDUCTOR		PEDRO IGNACIO MORE AREVALO
IDENTIFICACIÓN	CC 75.077.787	
EDAD	__ años	
LICENCIA	B2, C2 / Sin restricción para conducir https://www.runt.com.co/consultaCiudadana/#/consultaPersona	

TABLA No. 6

CARACTERÍSTICAS		VEHÍCULO No. 3
SERVICIO	PÚBLICO	
PASAJEROS	—	
DIMENSIONES	Largo: 7000 mm Ancho: 2200 mm Distancia entre ejes: 3345 mm https://www.llanograndechevrolet.co/vehiculos/chevrolet-microbus-nkr-reward	
PESO TOTAL	3500 - 4000 kg	

TABLA No. 7



19-140-016.
8.8. DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO
Presenta daños en la parte
de furo anterior derecho
e izquierdo de la parte del
ntera.

Imagen No. 12: En estas imágenes se observa el diagrama realizado y la descripción de daños o evidencias por parte de la autoridad: “*presenta daños en la parte de tercio anterior derecho e izquierdo de la parte delantera*”.



Imagen No. 13: En esta imagen se observa con los recuadros verde la ubicación de los daños o evidencia en el microbús. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.



Fotografía No. 7 Plano Medio: En esta fotografía se aprecia el estado final del vehículo, el cual presenta daños en su zona anterior, afectando piezas como: paragolpes (demostración de roce).

2.4 MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:

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

- Características de la vía.
- Vehículos en posición artificial.
- Sentido de circulación.
- Punto de referencia.

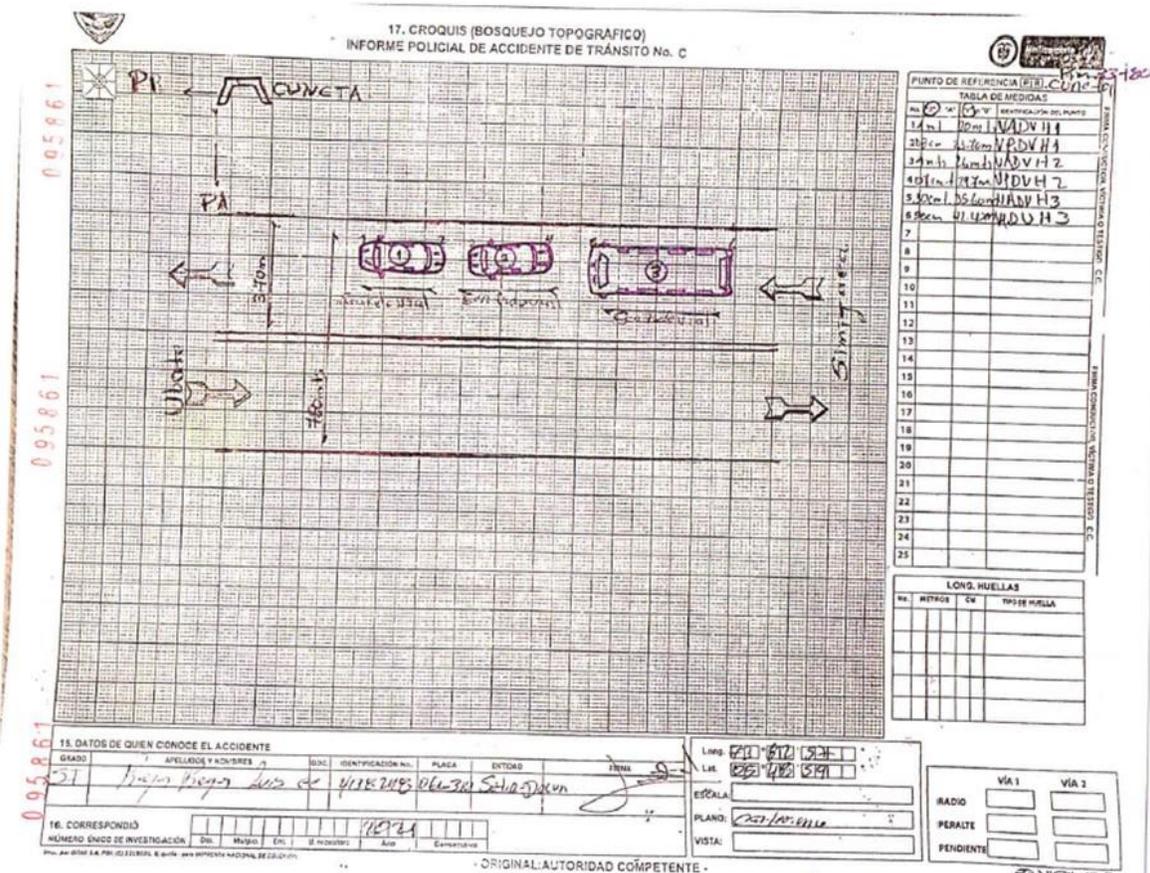


Imagen No 14: En esta imagen se muestra el croquis del informe de la autoridad.

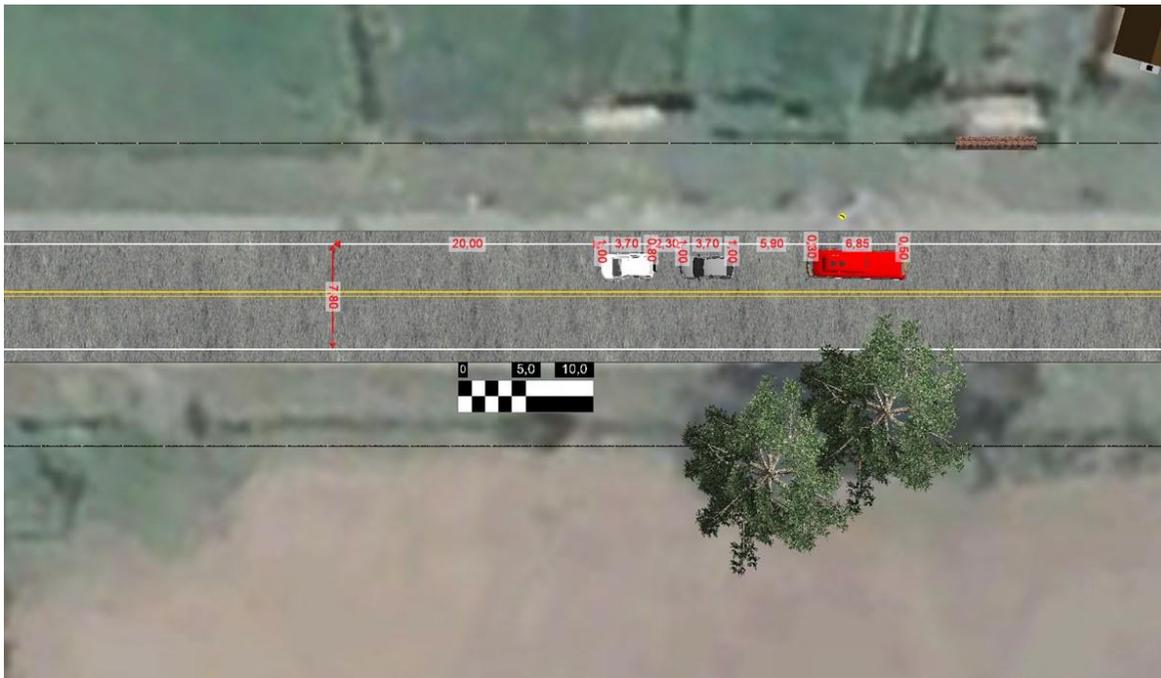


Imagen No. 15: En estas imágenes, vista en planta se observan las evidencias diagramadas en el croquis de la autoridad. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

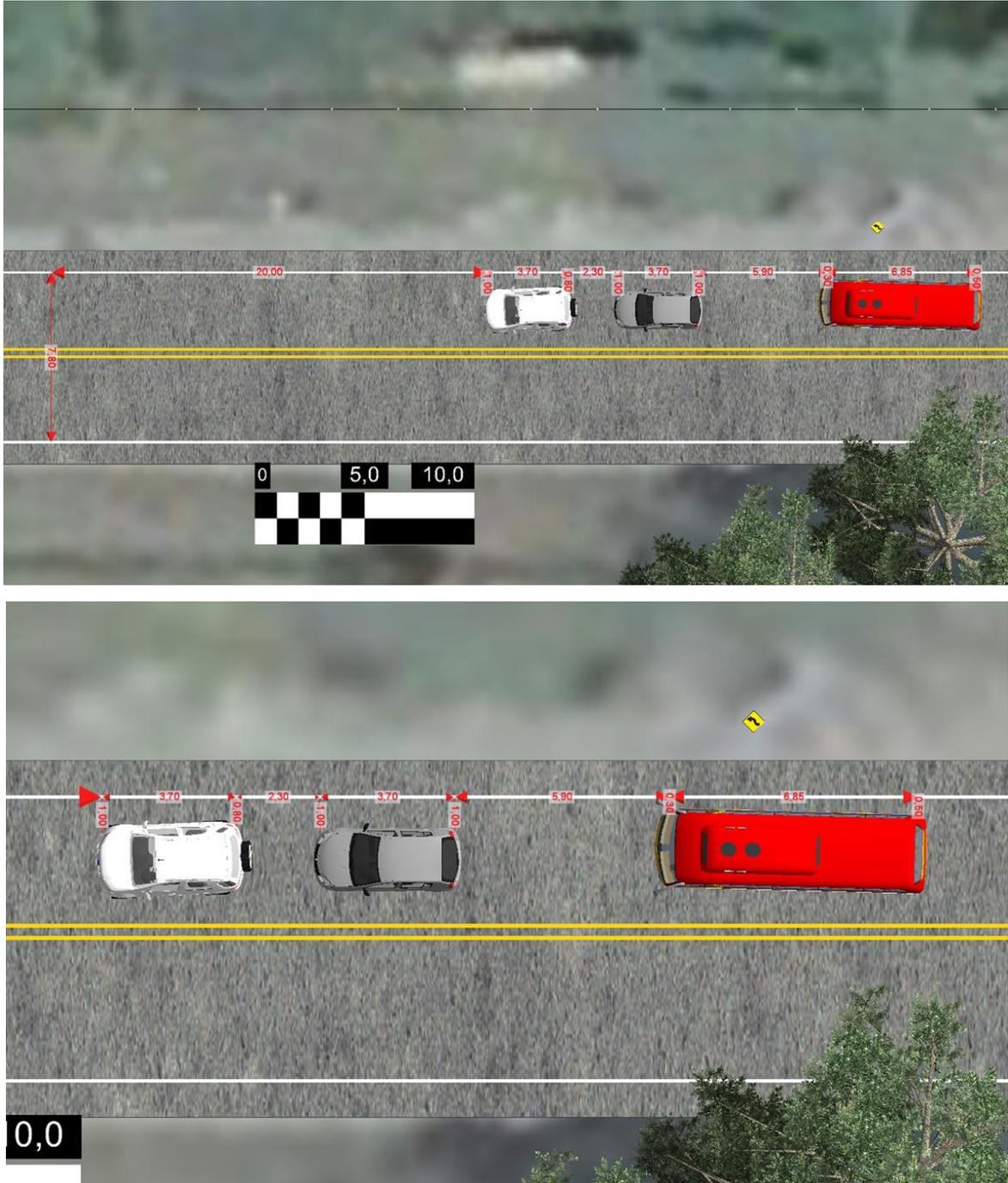


Imagen No. 16: En estas imágenes, vista en planta se observan las evidencias diagramadas en el croquis de la autoridad. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

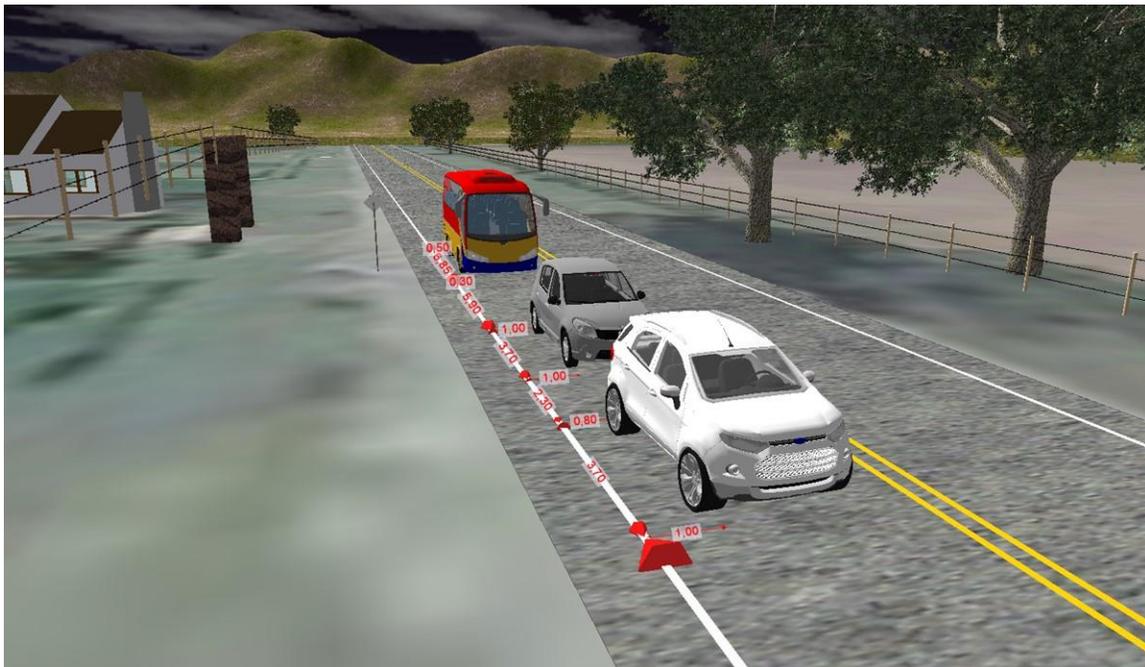


Imagen No. 17: En estas imágenes en 3D se observan las evidencias diagramadas en el croquis de la autoridad. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

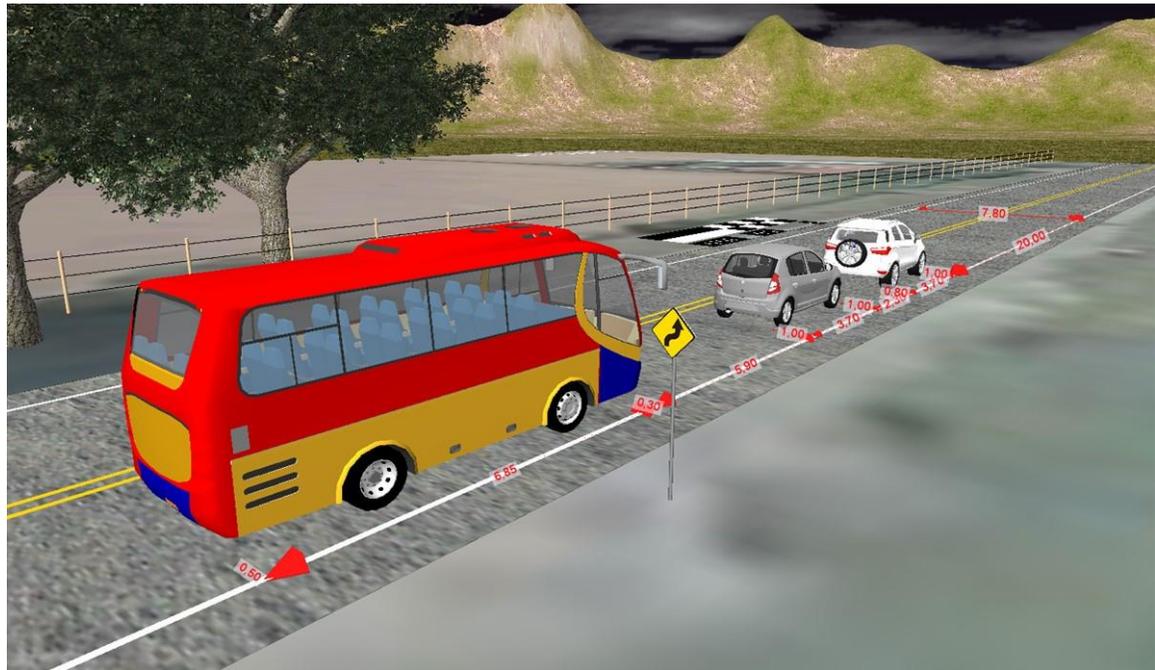


Imagen No. 18: En estas imágenes en 3D se observan las evidencias diagramadas en el croquis de la autoridad. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.



Fotografía No. 8 Plano General: En estas fotografías se aprecia la posición final del microbús, así como los vestigios producto del primer impacto (recuadro amarillo).



Fotografía No. 9 Plano General: En estas fotografías se observa la posición final de los vehículos.

2.5 VERSIONES:

Se cuenta con la versión de los hechos del conductor del vehículo No. 1 (Camioneta), el señor Carlos Julián Cortes Peña.

“PREGUNTA ¿Cuántas personas iban en su vehículo? **RESPUESTA:** Íbamos dos adultos y una menor. **PREGUNTA** ¿Qué daños presentó su vehículo, usted tiene fotografías del día del accidente o de como quedó su vehículo? **RESPUESTA:** Seguro que sí, tocaría buscarlas y el croquis; si el daño de la camioneta en la compuerta posterior, el carro le pegó por atrás, hay daño en la compuerta, en la llanta de repuesto, no hubo daño estructural. **PREGUNTA** ¿No alcanzó a dañar el piso del baúl? **RESPUESTA:** No. **PREGUNTA** ¿Usted recuerda si en el automóvil iban más personas aparte del conductor? **RESPUESTA:** Si no estoy mal, creo que iban 2 personas, el conductor y una señora. **PREGUNTA** ¿Me podría indicar, desde su punto de vista como conductor, como se presentó el accidente? **RESPUESTA:** Bueno, estábamos en la vía que sale desde Simijaca hacia la principal, en un trancón por obra de un mantenimiento que estaban haciendo, un trancón aproximadamente dura unos 45 o 50 minutos o un poco más y es una vía doble sentido, entonces el de la buseta y otros carros más, se pasaron, se salieron de Simijaca en contravía, se hicieron allá de primeras y ya cuando dieron vía, obviamente el carril en el que íbamos yo iba de primeras yo tenía la vía digámoslo así, y estaba esperando el paso, apenas habilitaron el paso yo arranqué y el de la buseta se pasó los maletines que colocan de protección, allá en contravía por el otro carril, el carril que va hacia Chiquinquirá, dio toda la vuelta por ese lado no sé cómo, porque yo arranqué de primeras y seguimos, alrededor de haber arrancado unos 200 metros volvieron a colocar el maletín para cerrar la vía, o no lo habían quitado digámoslo así más bien, estaba cerrada, entonces llega uno hasta ese maletín puesto y lo que yo hago es frenar porque acabamos de arrancar tampoco iba uno a una velocidad, y el señor de la buseta iba ablando por celular un poco distraído al momento que se metió detrás del automóvil, porque cerró al otro carrito que iba por detrás, no se dio cuenta no se percató que paramos por la nueva obstrucción de la vía, paramos y el cómo iba era pendiente del celular, no alcanzó a frenar y con ese impacto golpeó al carro que iba detrás de mío y el choque

*múltiple genera que el Sandero golpee la camioneta, no se dio un daño mayor, pues porque no era una velocidad digamos considerable, el carrito pequeño, pues si porque quedó en la mitad, recibió golpe por detrás y por delante **PREGUNTA** ¿Al momento del impacto usted se encontraba detenido? **RESPUESTA:** Sí, en el proceso de detenerme, ya se había frenado, pero no completamente, sino esperando que se quitara la maleta, ya cuando se da el momento del impacto, ahí si estaba ya frenando completamente, ya me estaba deteniendo, ahí fue cuándo solté el freno”.*

NOTA 2: *Las versiones sobre el evento que fueron plasmadas en el presente informe, 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.*

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 forense y calculo analítico, partiendo de las evidencias físicas recolectadas del accidente y teniendo en cuenta el vehículo, la vía y el hombre, desde una óptica holística es posible determinar la posición relativa de los involucrados antes, al momento y después del impacto, la secuencia del accidente, las causas que lo generaron y realizar un análisis de evitabilidad.

3.1 POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DE LOS IMPACTOS.

Teniendo en cuenta los daños de los vehículos, las evidencias de acuerdo con el croquis de la autoridad y las fotografías del día de los hechos, se tiene la posición relativa al momento del primer impacto, para el vehículo No. 2 **AUTOMÓVIL** en su zona posterior y para el vehículo No. 3 **MICROBÚS** en su zona anterior.

El área de 1,0 x 1,0 m de color verde, indica que el primer impacto se presenta en cualquier punto de esta área el cual se encuentra en el carril derecho en sentido Chiquinquirá – Ubaté, es decir, en el carril de desplazamiento de los vehículos.

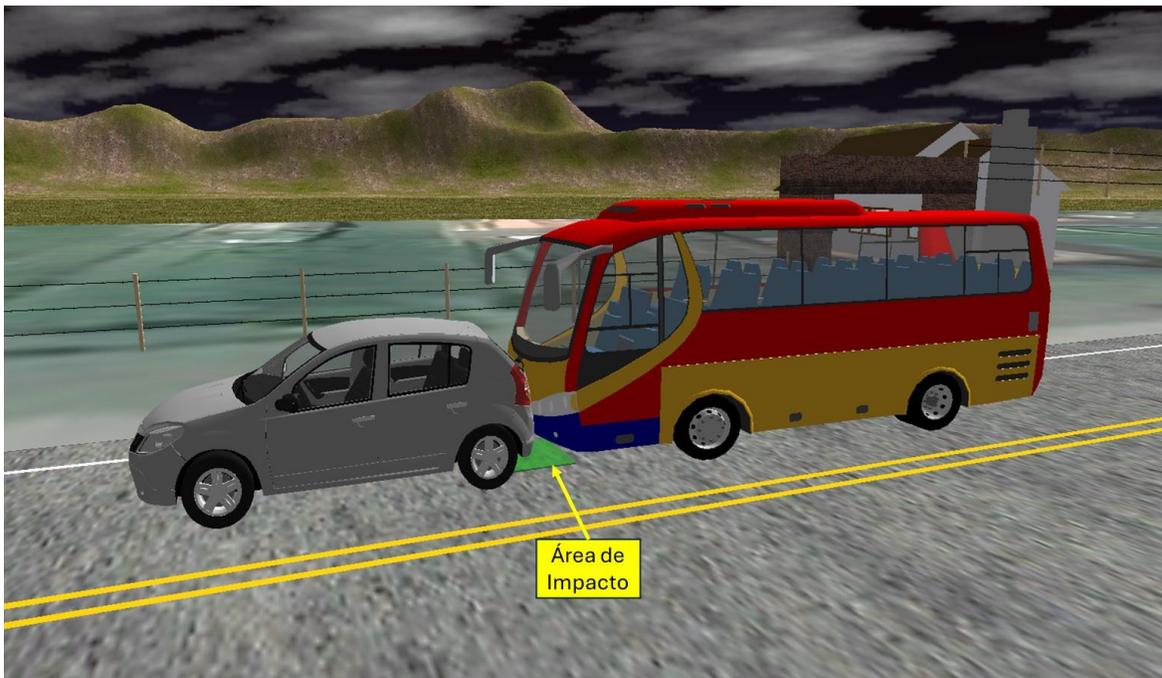
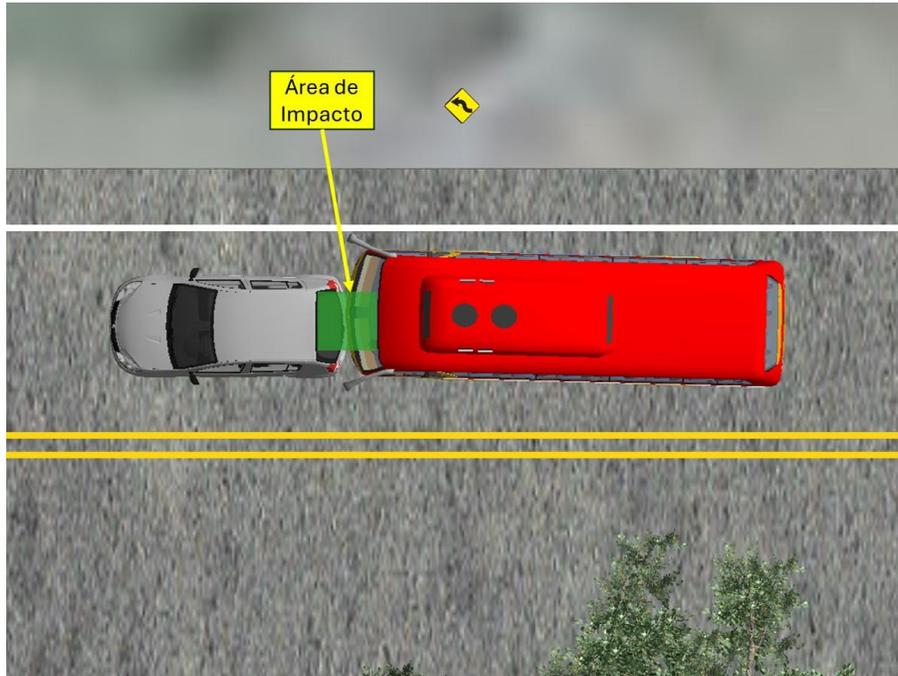


Imagen No. 19: En estas imágenes, vista en planta y en 3D se aprecia la posición relativa al momento del primer impacto y el área donde se presenta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal

Teniendo en cuenta los daños de los vehículos, las evidencias de acuerdo con el croquis de la autoridad y las fotografías del día de los hechos, se tiene la posición relativa al momento del segundo impacto, para el vehículo No. 1 **CAMIONETA** en su zona posterior, para el vehículo No. 2 **AUTOMÓVIL** en su zona anterior.

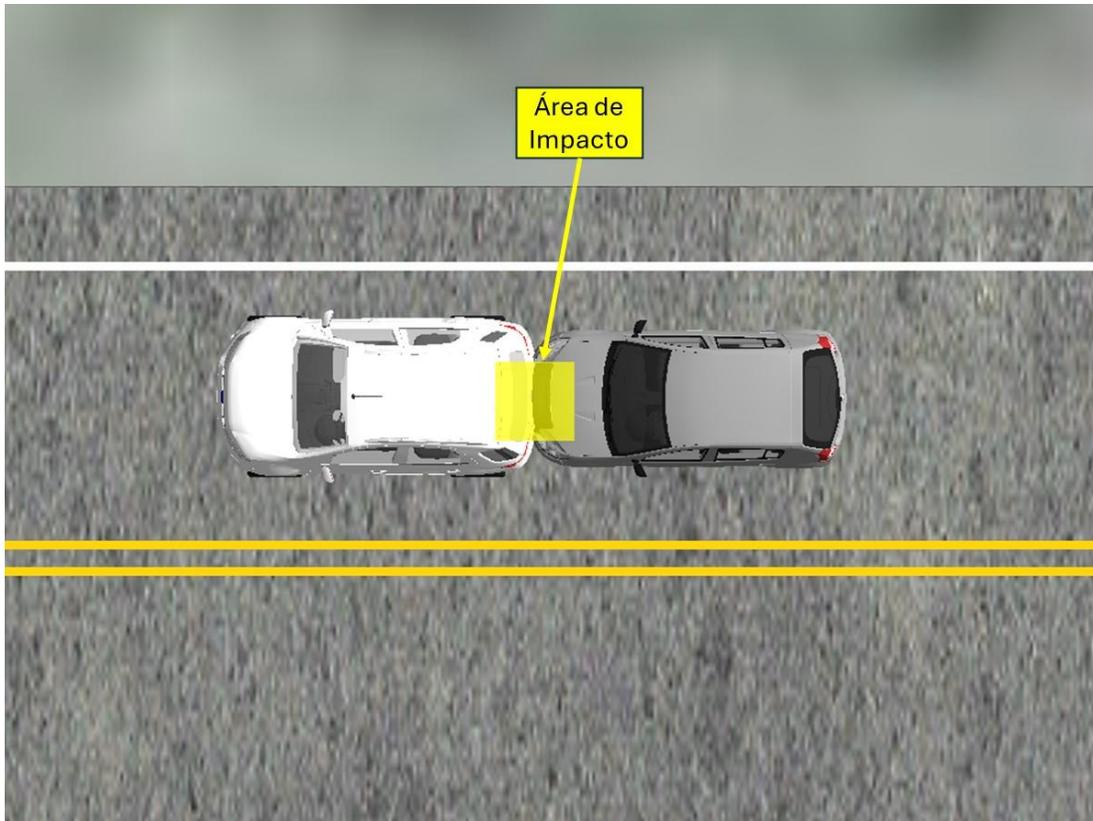


Imagen No. 20: En esta imagen vista en planta se muestra la posición relativa al momento del segundo impacto y el área donde se presenta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

El área de 1,0 x 1,0 m de color amarillo, indica que la segunda interacción se presenta en cualquier punto de esta área la cual se encuentra en el carril derecho en sentido Chiquinquirá – Ubaté, es decir, en el carril de desplazamiento de los vehículos.

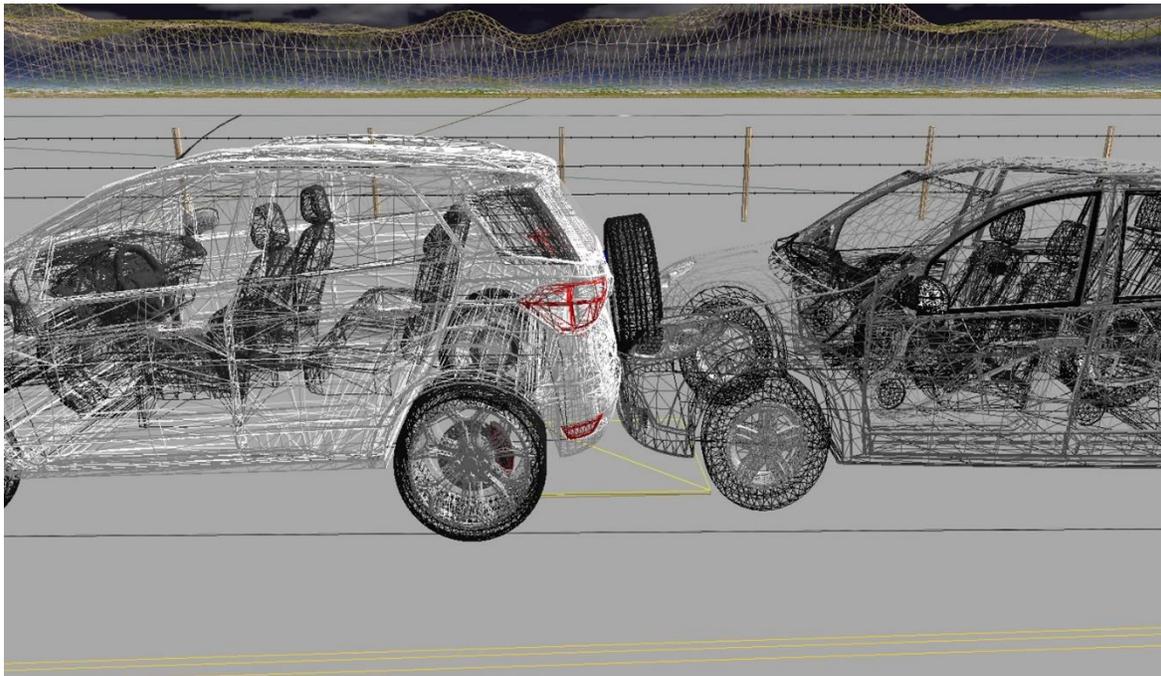
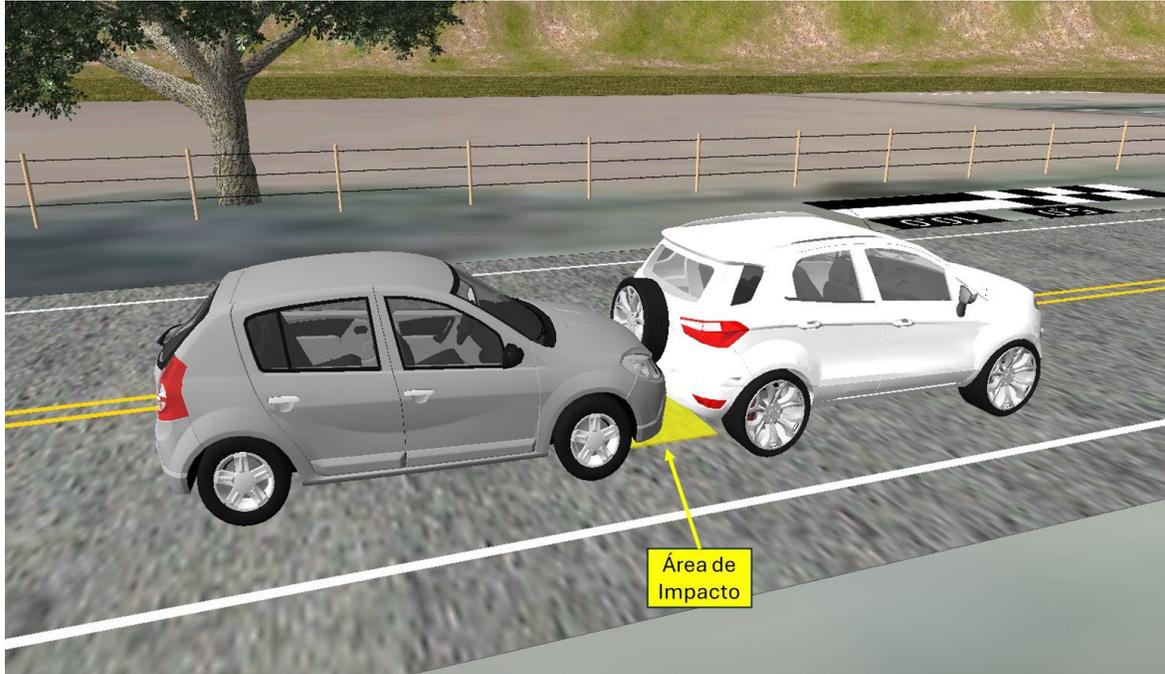


Imagen No. 21: En estas imágenes en 3D se aprecia la posición relativa al momento del segundo impacto y el área donde se presenta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

3.2 DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DEL VEHÍCULO.

Uno de los aspectos principales de la investigación y la reconstrucción está vinculado con la determinación objetiva de la velocidad de circulación de o los vehículos, momentos previos al accidente, el lugar de la vía donde ocurre el impacto y la posición relativa en ese instante, así como la secuencia de movimiento después del impacto. La valoración de estos interrogantes permitirá conocer la o las causas que desencadenaron el hecho.

Conceptos básicos: teóricos-físicos.

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

- Los cálculos se realizan con la herramienta *IRS® Calculator*, hoja de cálculo en Excel, en la cual se ingresan las fórmulas de los modelos físicos utilizados, herramienta elaborada por la Dirección Forense de IRS VIAL SAS.
- Las áreas de impacto y las posiciones relativas se localizaron teniendo en cuenta las trayectorias que seguían los vehículos antes de las interacciones, los daños que estos presentaron, las posiciones finales y las evidencias en la vía, después de analizar los cálculos y al aplicar la ley de conservación de la energía, lugares diferentes no dieron resultados físicamente posibles, y por tal motivo se descartan.
- La región donde se produjo la colisión y hasta donde se detuvieron es plano, recta, se encontraba seca, normal y sin iluminación artificial.
- Los vehículos después de los impactos se detienen por el rozamiento de las llantas con el asfalto seco en un proceso de frenada controlado sin huella.

- Los coeficientes de rozamiento efectivo¹ después de los impactos que se usaron para realizar los cálculos se tomaron de tal forma que involucraran todo el proceso de detención de los vehículos descrito anteriormente, un factor de desaceleración con un valor entre 1,96 y 2,94 m/s² que corresponde a un rozamiento efectivo entre $\mu=0,2$ y $\mu=0,3$ para la camioneta y el automóvil y entre 4,90 y 5,88 m/s², que corresponde a un rozamiento efectivo entre $\mu=0,5$ y $\mu=0,6$ para el microbús.
- Al aproximarse dos o más vehículos a la misma zona y producirse la colisión entre ellos, se genera una fuerza que varía desde cero a una cantidad elevada en un periodo muy corto de tiempo y vuelve a regresar a cero rápidamente. En la mayoría de los choques, no se puede conocer cómo varía esta fuerza en función del tiempo, pero en este caso fue posible estimar la velocidad de impacto de los vehículos analizando la posición al momento del impacto y la ubicación final de los rodantes.
- Las pruebas de choque son fundamentales para la reconstrucción de accidentes y son uno de los recursos de conocimiento más importantes para los expertos en reconstrucción de accidentes de tránsito. La comparación visual de un daño real con las pruebas de choque y/o catálogos EES puede permitir una evaluación rápida y sencilla del accidente; al utilizar la comparación visual con regularidad, el experto adquiere un alto nivel de experiencia y buen conocimiento de la energía absorbida en las deformaciones. Las pruebas de colisión y/o catálogos EES permiten una determinación rápida y bien fundamentada de importantes parámetros de colisión (velocidad relativa de impacto, delta V, coeficiente de restitución). Esta técnica también es una alternativa útil a los cálculos prolongados y es especialmente importante en caso de accidentes con factores especiales, como la ausencia de marcas de huellas.
- Las técnicas² para determinar los valores de EES para cada vehículo son:
 - a. Comparación a partir de pruebas controladas de laboratorio (Crash Test).
 - b. Realizar mediciones de los daños y utilizar algoritmo de cálculo.

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

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

- c. A partir del daño medido y la utilización de la curva velocidad – deformación y/o fuerza – desplazamiento.
- d. Utilización de Redes de energía.
- e. Por comparación con catálogos EES, el cual contiene fotos de vehículos siniestrados, categorizados por modelos y gravedad de colisión, esto permite ver rápidamente si el EES del impacto estimado es razonable, en base a una comparación visual del daño.
- f. Por comparación con resultados obtenidos en reconstrucciones utilizando la técnica EES realizados con software de simulación como por ejemplo Virtual Crash, PC Crash, entre otros.
- Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción del conductor entre uno coma cinco (1,5 s) y dos (2,0 s) segundos, sí la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento* mínimo de $\mu=0,7$ y máximo de $\mu=0,8$ para la camioneta y el automóvil y mínimo de $\mu=0,6$ y máximo de $\mu=0,7$ para el microbús.

NOTA 3: *Los resultados del análisis y los cálculos aquí hechos dependen en su totalidad de la información recibida; sin embargo, los rangos usados para los diferentes parámetros se han escogido de manera que incluyan lo que en realidad sucedió.*

**3.2.1 VELOCIDAD FINAL DE LA CAMIONETA DE ACUERDO CON LA DISTANCIA
RECORRIDA DESDE EL ÁREA DE IMPACTO HASTA SU POSICIÓN FINAL.**

$$V = \sqrt{2\mu g d} \quad (1)$$

Dónde:

μ: Coeficiente de rozamiento efectivo entre las llantas y la vía μ=0,2 y μ=0,3.

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

d: Distancia recorrida desde el área de impacto hasta su posición final entre 3,6 y 4,6 m.

V: Velocidad final de la camioneta posterior al segundo impacto entre 14 y 19

VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO DE ACUERDO A LA DISTANCIA RECORRIDA DESDE EL LUGAR DONDE OBSERVA EL OBSTACULO HASTA QUE SE DETIENE COMPLETAMENTE						
DISTANCIA MINIMA	d min (m)		3,6	  <small>INVESTIGACIÓN FORENSE . RECONSTRUCCIÓN . SEGURIDAD VIAL</small>		
DISTANCIA MAXIMA	d max (m)		4,6			
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min		0,2			
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max		0,3			
TIEMPO DE REACCIÓN MINIMO	tr min (seg)		0			
TIEMPO DE REACCIÓN MAXIMO	tr max (seg)		0			
PENDIENTE DE LA VIA	%		0			0,00
RESULTADOS						
PLANO				Tipo de vehiculo		
				Grandes	Medianos	Pequeños
VELOCIDAD MINIMA	3,76	13,52	km/h	14,20	14,88	15,55
VELOCIDAD MAXIMA	5,20	18,72	km/h	20,60	21,53	22,47

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

3.2.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD RELATIVA INICIAL Y EL ΔV DE LOS VEHÍCULOS CAMIONETA Y AUTOMÓVIL A PARTIR DE LA TÉCNICA EES.

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

V_{R1} : Velocidad relativa inicial, entre 10 y 14 km/h.

V_{R2} : Velocidad relativa final, se estimó en 0 km/h.

m^* : masa reducida

$$m^* = \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} \quad (3)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_1 * EES_1^2 + \frac{1}{2} m_2 * EES_2^2 \quad (4)$$

$$\Delta V_1 = \sqrt{\frac{2Em_2}{m_1 * (m_1 + m_2)}} \quad (5)$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{\frac{2Em_1}{m_2 * (m_1 + m_2)}} \quad (6)$$

Donde:

ΔV : Cambio de velocidad del vehículo durante el impacto.

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

m_1 : masa del vehículo No. 1: entre 1600 y 1700 kg.

m_2 : masa del vehículo No. 2: entre 1200 y 1300 kg.

EES_1 : Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 1: entre 5 y 7 km/h.

EES_2 : Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 2 entre 5 y 7 km/h.

Se obtiene un ΔV para el vehículo No. 1, entre 4 y 6 km/h.

Se obtiene un ΔV para el vehículo No. 2 entre 6 y 8 km/h.

IRS® Calculator

Calculo de ΔV a partir de estimación de EES

Masa del vehiculo 1	1650	
EES minimo V1	5	km/h
EES máximo V1	7	km/h
Masa del vehiculo 2	1250	Kg
EES minimo V2	5	
EES máximo V2	7	km/h
Velocidad relativa final minima	0	km/h
Velocidad relativa final máxima	0	km/h



Resultados

Energia mínima del vehiculo 1	1591
Energia máxima del vehiculo 1	3119
Energia mínima del vehiculo 2	1206
Energia máxima del vehiculo 2	2363
Energía total minima	2797
Energía total máxima	5482

ΔV Vehiculo 1	
mínimo	4,4
máximo	6,1
ΔV Vehiculo 2	
mínimo	5,7
máximo	8,0

Velocidad relativa inicial mínima	10,1
Velocidad relativa inicial máxima	14,1

Imagen No. 23: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

3.2.3 VELOCIDAD RELATIVA INICIAL DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD DE CADA VEHÍCULO Y AL ÁNGULO QUE FORMAN AL MOMENTO DEL IMPACTO.

$$V_{ri}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos\theta \quad (7)$$

Dónde:

V_{ri} : Velocidad relativa inicial, entre 10 y 14 km/h, se tiene un amplio rango a partir de la compatibilidad entre daños, lesiones y el resultado anterior.

Θ Angulo que forman las velocidades al momento de la interacción: para la camioneta 180° y para el automóvil 180°.

V_1 : Velocidad de la camioneta al momento del impacto, entre 10 y 13 km/h (se tiene en cuenta el ΔV entre 4 y 6 km/h).

V_2 : Velocidad del automóvil al momento del impacto, entre 20 y 27 km/h.

VELOCIDAD RELATIVA INICIAL

$\alpha 1i$	$\alpha 2i$	V1	V2
-------------	-------------	----	----

IRS® Calculator



$\alpha 1i$ (°) min	$\alpha 2i$ (°) min	V1i (km/h)min	V2i (km/h)min	$\alpha 1i$ (°) min	$\alpha 2i$ (°) min
180	180	10	20	3,14	3,14
$\alpha 1i$ (°) máx	$\alpha 2i$ (°) máx	V1i (km/h)max	V2i (km/h)max	$\alpha 1i$ (°) máx	$\alpha 2i$ (°) máx
180	180	13	27	3,14	3,14

RESULTADO

Velocidad Relativa	Vr min	10,00
	Vr max	14,00

Imagen No. 24: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

3.2.4 CALCULO DE LA VELOCIDAD RELATIVA INICIAL Y EL ΔV DE LOS VEHÍCULOS AUTOMÓVIL Y MICROBÚS A PARTIR DE LA TÉCNICA EES.

$$V_{R1} = \sqrt{V_{R2}^2 + \frac{2\Delta E}{m^*}} \quad (8)$$

V_{R1} : Velocidad relativa inicial, entre 11 y 18 km/h.

V_{R2} : Velocidad relativa final, se estimó entre 5 y 10 km/h.

m^* : masa reducida

$$m^* = \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} \quad (9)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_1 * EES_1^2 + \frac{1}{2} m_2 * EES_2^2 \quad (10)$$

$$\Delta V_1 = \sqrt{\frac{2Em_2}{m_1 * (m_1 + m_2)}} \quad (11)$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{\frac{2Em_1}{m_2 * (m_1 + m_2)}} \quad (12)$$

Donde:

ΔV : Cambio de velocidad del vehículo durante el impacto.

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

m_1 : masa del vehículo No. 1: entre 1200 y 1300 kg.

m_2 : masa del vehículo No. 2: entre 3500 y 4000 kg.

EES_1 : Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 1: entre 7 y 10 km/h.

EES_2 : Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 2 entre 3 y 5 km/h.

Se obtiene un ΔV para el vehículo No. 1, entre 8 y 12 km/h.

Se obtiene un ΔV para el vehículo No. 2 entre 3 y 4 km/h.

IRS® Calculator

Calculo de ΔV a partir de estimación de EES

Masa del vehiculo 1	1250	
EES minimo V1	7	km/h
EES máximo V1	10	km/h
Masa del vehiculo 2	3750	Kg
EES minimo V2	3	
EES máximo V2	5	km/h
Velocidad relativa final minima	5	km/h
Velocidad relativa final máxima	10	km/h



Resultados

Energia mínima del vehiculo 1	2363
Energia máxima del vehiculo 1	4823
Energia mínima del vehiculo 2	1302
Energia máxima del vehiculo 2	3617
Energía total minima	3665
Energía total máxima	8439

ΔV Vehiculo 1	
mínimo	7,5
máximo	11,5
ΔV Vehiculo 2	
mínimo	2,5
máximo	3,8

Velocidad relativa inicial mínima	11,2
Velocidad relativa inicial máxima	18,3

Imagen No. 25: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

3.2.5 VELOCIDAD RELATIVA INICIAL DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD DE CADA VEHÍCULO Y AL ÁNGULO QUE FORMAN AL MOMENTO DEL IMPACTO.

$$V_{ri}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos\theta \quad (13)$$

Dónde:

V_{ri} : Velocidad relativa inicial, entre 11 y 18 km/h, se tiene un amplio rango a partir de la compatibilidad entre daños, lesiones y el resultado anterior.

Θ Angulo que forman las velocidades al momento de la interacción: para el automóvil 180° y para el microbús 180°.

V_1 : Velocidad del automóvil al momento del impacto, entre 12 y 15 km/h (se tiene en cuenta el ΔV entre 8 y 12 km/h).

V_2 : Velocidad del microbús al momento del impacto, entre 23 y 33 km/h.

VELOCIDAD RELATIVA INICIAL

$\alpha 1i$	$\alpha 2i$	V1	V2
-------------	-------------	----	----

IRS® Calculator



$\alpha 1i$ (°) min	$\alpha 2i$ (°) min	V1i (km/h)min	V2i (km/h)min	$\alpha 1i$ (°) min	$\alpha 2i$ (°) min
180	180	12	23	3,14	3,14
$\alpha 1i$ (°) máx	$\alpha 2i$ (°) máx	V1i (km/h)max	V2i (km/h)max	$\alpha 1i$ (°) máx	$\alpha 2i$ (°) máx
180	180	15	33	3,14	3,14

RESULTADO

Velocidad Relativa	Vr min	Vr max
	11,00	18,00
		11-18

Imagen No. 26: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

**3.2.6 DISTANCIA QUE REQUIERE UN VEHÍCULO PARA DETENERSE Y QUE SE DESPLAZA
A UNA VELOCIDAD V_V .**

$$D_T = \frac{V_V^2}{2\mu g} + t_r V_V \quad (14)$$

Donde:

D_T : Distancia total recorrida.

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

V_V : Velocidad del vehículo.

t_r : tiempo de reacción de una persona atenta entre 1,5 y 2,0 s.

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

4. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable, un instante antes del primer impacto, el vehículo No. 2 **AUTOMÓVIL** se desplazaba sobre el carril derecho en sentido Chiquinquirá – Ubaté a la altura del km 54 + 300 m a una velocidad comprendida entre doce (**12 km/h**) y quince (**15 km/h**) kilómetros por hora; mientras tanto, el vehículo No. 3 **MICROBÚS** al momento del primer impacto se desplazaba atrás del automóvil sobre el mismo carril a una velocidad comprendida entre veintitrés (**23 km/h**) y treinta y tres (**33 km/h**) kilómetros por hora; a su vez, el vehículo No. 1 **CAMIONETA** se desplazaba en el mismo sentido y delante del automóvil a una velocidad al momento del segundo impacto comprendida entre diez (**10 km/h**) y trece (**13 km/h**) kilómetros por hora.

Existe la compatibilidad con el hecho que la camioneta y el automóvil se encuentren en un proceso de disminución de velocidad, el microbús se acerca por la zona posterior del automóvil, impactan, haciendo que el automóvil se acelere en su sentido de desplazamiento y alcance la posición de la camioneta, impactan y la camioneta se acelera y posteriormente realiza el proceso de frenada para terminar en posición final; por otro lado, el automóvil se detiene en posición final y se detiene en posición final así como el microbús.

La velocidad calculada para los vehículos es al momento de los impactos, antes se pueden desplazar a mayor velocidad sin poder determinar su valor.

Con la información analizada no es posible determinar la presencia de más vehículos sobre la calzada al momento de los impactos.

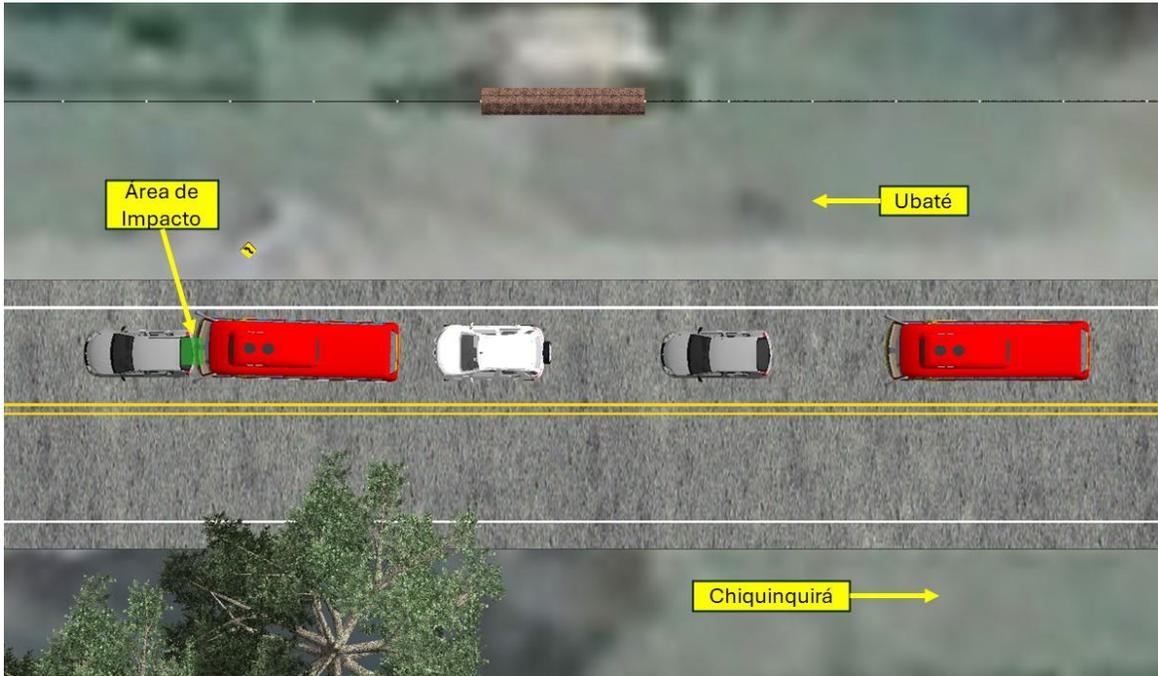


Imagen No. 27: En estas imágenes, vista en planta y 3D se aprecia la secuencia del accidente antes y al momento del primer impacto, nótese el sentido de desplazamiento de los vehículos y el área donde se presenta en la vía. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

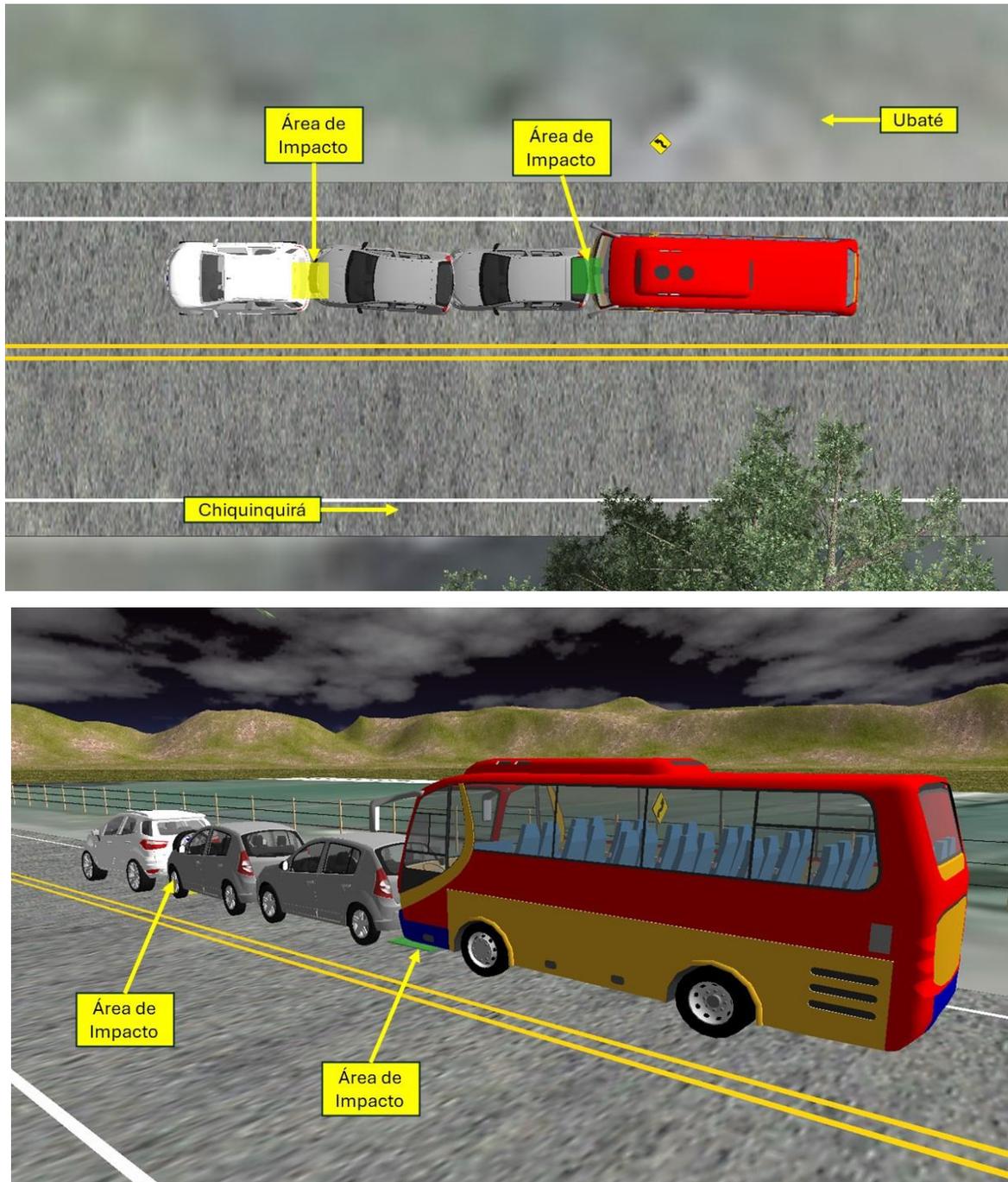


Imagen No. 28: En estas imágenes, vista en planta y 3D se aprecia la secuencia del accidente al momento del primer y segundo impacto, nótese la ubicación de los vehículos sobre la vía. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

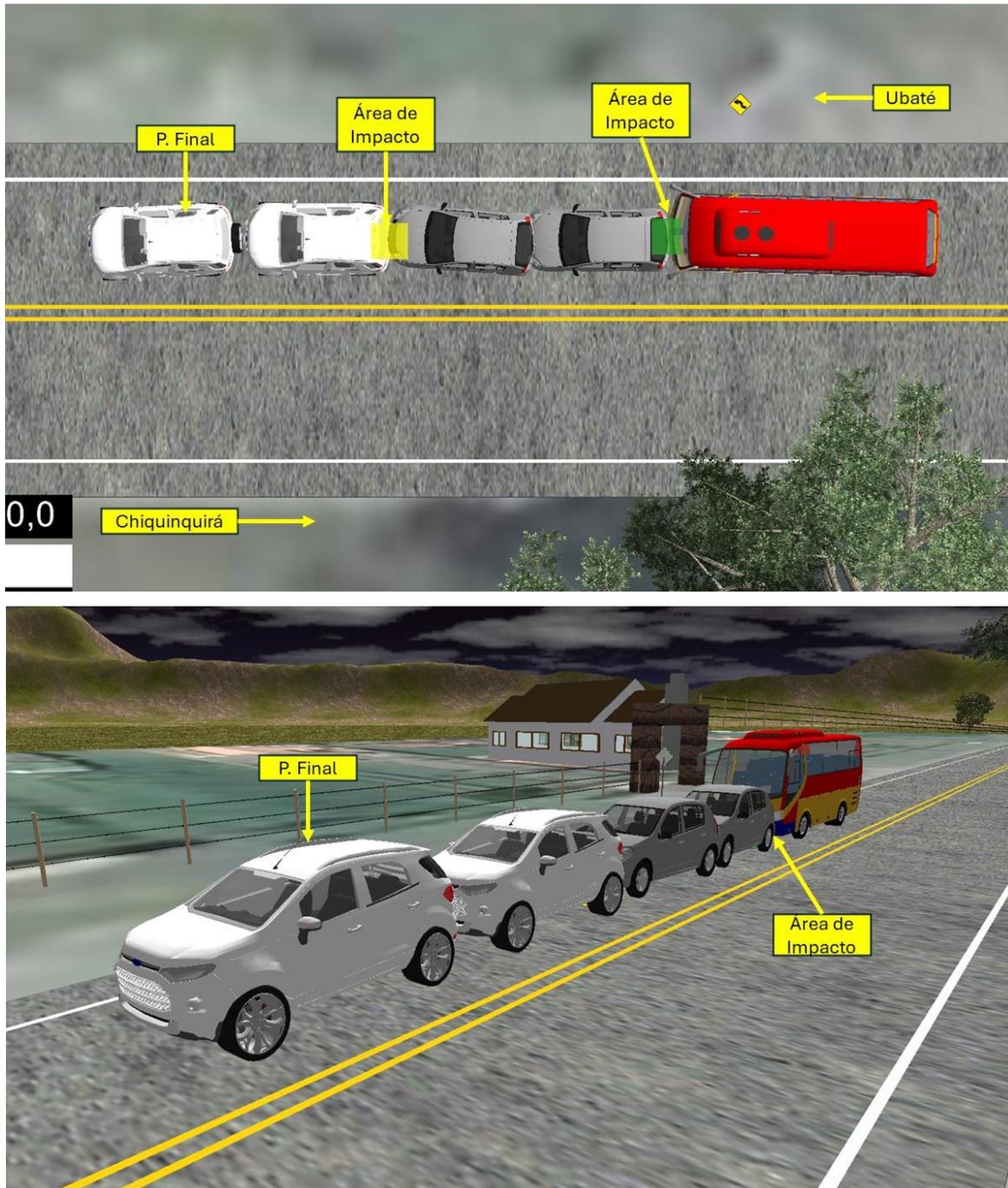


Imagen No. 29: En estas imágenes, vista en planta y 3D se aprecia la secuencia del accidente al momento y posterior al segundo impacto, nótese el movimiento de la camioneta hasta su posición final. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

5. ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.

En la generación de todo accidente, se vinculan causas relacionadas con la APTITUD y ACTITUD de los conductores, con el estado de la vía y del vehículo. Por evitabilidad se entiende el análisis realizado a la secuencia del accidente, en las condiciones específicas del mismo, que permita determinar si los conductores de los vehículos durante su proceso de conducción una vez percibido el riesgo, podían o no realizar maniobras FÍSICAMENTE posibles que le permitieran evitarlo, teniendo en cuenta las normas establecidas, la visibilidad, tiempos de reacción, estado de los vehículos, etc.

Cuando un conductor percibe un riesgo, inician una serie de eventos, procesos, que se desarrollan con el único fin de evitar el peligro o hacerlo menos grave, estos procesos dependen de aspectos dinámicos, anímicos, conductuales, siendo los más usados las maniobras evasivas hacia izquierda o derecha, así como el proceso de frenada de emergencia.

Para analizar la EVITABILIDAD del accidente se describe a continuación un proceso normal de maniobra de emergencia, el cual es aproximadamente como sigue: El conductor observa el peligro, a partir de este instante transcurren aproximadamente entre uno coma cinco (1,5 s) y dos (2,0 s) segundos³, en aplicar los frenos o realizar alguna maniobra, por ejemplo girar; si se elige por la frenada, al actuar los frenos, las llantas disminuyen su velocidad de giro, y si se pisa fuertemente el pedal se pueden bloquear las llantas, por lo que el vehículo finalmente se desplaza un trayecto frenando con llantas a punto de bloquearse o deslizando antes de detenerse totalmente, en este último caso es posible que quede marcada una huella de frenada, si se elige la maniobra de giro el vehículo se desviará en la trayectoria que el conductor le dé a la dirección, y dependiendo del ángulo el vehículo solamente cambiará de dirección sin derrapar lateralmente.

³ Tiempo de reacción normal para un conductor atento en condiciones ambientales normales nocturnas.

En los anteriores procesos se involucran dos distancias recorridas por el vehículo, primero la distancia que recorre el vehículo durante el tiempo de reacción del conductor, llamada distancia de reacción **dR**, y segundo la distancia que recorre el vehículo durante la frenada **dF**, la distancia total de parada **dT**, es la suma de las dos, es decir, **dT = dR + dF**; Es importante anotar que cuando se bloquean las llantas se pierde maniobrabilidad en la conducción.

VELOCIDAD	Distancia de Reacción dR	Distancia de Frenado dF	Distancia Total de frenado dT
CAMIONETA Entre 10 y 13 km/h	Entre 4,2 y 7,2 m	Entre 0,5 y 1,0 m	Entre 4,7 y 8,2 m
AUTOMÓVIL Entre 12 y 15 km/h	Entre 5,0 y 8,3 m	Entre 0,7 y 1,3 m	Entre 5,7 y 9,6 m
MICROBÚS Entre 23 y 33 km/h	Entre 9,6 y 18,3 m	Entre 3,0 y 7,2 m	Entre 12,6 y 25,5 m

TABLA No. 8

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.

6. HALLAZGOS

- a) Los resultados del análisis hecho son compatibles con el modelo físico utilizado, en particular con las evidencias en la vía y los daños que se presentaron.
- b) En el croquis del informe de la autoridad no se diagraman huellas de frenada o de arrastre metálico.
- c) En el croquis del informe de la autoridad no hacen referencia a elementos de obra sobre la vía al momento de los hechos.
- d) Es importante anotar que en el informe policial de accidentes de tránsito se indica como hipótesis del accidente para los vehículos No. 2 AUTOMÓVIL y No. 3 MICROBÚS la No. 121 “*NO MANTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD*”.
- e) La información disponible de daños del vehículo es compatible con el rango de la velocidad obtenido y la secuencia del accidente.
- f) El área de 1,0 x 1,0 m de color verde, indica que el primer impacto se presenta en cualquier punto de esta área el cual se encuentra en el carril derecho en sentido Chiquinquirá – Ubaté, es decir, en el carril de desplazamiento de los vehículos.
- g) La primera área de impacto se encuentra entre 1,0 y 2,0 m del borde derecho de la calzada en sentido Chiquinquirá – Ubaté a la altura del km 54 + 300 m.
- h) La primera interacción se presenta durante la reacción de los conductores, es decir, percibieron un riesgo delante de ellos.
- i) De acuerdo con las características de la vía y condiciones medioambientales, los conductores presentaban buena visibilidad.
- j) El área de 1,0 x 1,0 m de color amarillo, indica que la segunda interacción se presenta en cualquier punto de esta área la cual se encuentra en el carril derecho en sentido Chiquinquirá – Ubaté, es decir, en el carril de desplazamiento de los vehículos.
- k) La segunda área de interacción se encuentra entre 1,1 y 2,1 m del borde derecho de la calzada en sentido Chiquinquirá – Ubaté a la altura del km 54 + 300 m.

- l) No se posee información técnica que indique el motivo por el cual el vehículo No. 1 CAMIONETA se encontraba en proceso de frenada, sin embargo, no lo realizó de manera intempestiva.
- m) El proceso de frenada por parte del vehículo N. 2 AUTOMÓVIL no se realizó de manera intempestiva.
- n) Con la información analizada no es posible determinar la presencia de más vehículos sobre la calzada al momento de los impactos.
- o) La velocidad calculada para los vehículos es al momento de los impactos, antes se pueden desplazar a mayor velocidad sin poder determinar su valor.
- p) El segundo impacto se presenta por el impulso que genera el primer impacto sobre el vehículo No. 2 AUTOMÓVIL.

7. CONCLUSIONES:

7.1 Secuencia:

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable⁴, un instante antes del primer impacto, el vehículo No. 2 AUTOMÓVIL se desplazaba sobre el carril derecho en sentido Chiquinquirá – Ubaté a la altura del km 54 + 300 m a una velocidad comprendida entre doce (12 km/h) y quince (15 km/h) kilómetros por hora; mientras tanto, el vehículo No. 3 MICROBÚS al momento del primer impacto se desplazaba atrás del automóvil sobre el mismo carril a una velocidad comprendida entre veintitrés (23 km/h) y treinta y tres (33 km/h) kilómetros por hora; a su vez, el vehículo No. 1 CAMIONETA se desplazaba en el mismo sentido y delante del automóvil a una velocidad al momento del segundo impacto comprendida entre diez (10 km/h) y trece (13 km/h) kilómetros por hora.

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

7.2 Factor vía:

Las características de la vía, diseño, estado, señalización y demarcación no fueron factores contribuyentes de la causa del accidente, no se posee información técnica que permita determinar si en el tramo se encontraban en obras.

7.3 Factor vehículo:

No se encuentra evidencia que indique fallas mecánicas en los vehículos involucrados.

7.4 Factor humano:

1. La velocidad del vehículo No. 1 CAMIONETA (10 – 13 km/h) es menor a 60 km/h, límite de velocidad de acuerdo con la señal vertical.
2. La velocidad del vehículo No. 2 AUTOMÓVIL (12 – 15 km/h) es menor a 60 km/h, límite de velocidad de acuerdo con la señal vertical.
3. La velocidad del vehículo No. 3 MICROBÚS (23 – 33 km/h) es menor a 60 km/h, límite de velocidad de acuerdo con la señal vertical.
4. La causa⁵ DETERMINANTE del accidente obedece al vehículo No. 3 MICROBÚS al desplazarse detrás de otros vehículos sin tomar las medidas de precaución (desatención, no mantener distancia de seguridad).

⁵ CAUSA desde la óptica de la SEGURIDAD VIAL, es decir, se determinan los factores que de alguna forma originan riesgos viales, relacionados con el factor humano, la vía y los vehículos, no corresponden a juicios de valor o responsabilidad.

NOTA 4: Para la introducción de este informe pericial en un proceso penal y/o civil como elemento material probatorio y su sustentación en audiencia por parte de los peritos firmantes, es necesaria la comunicación a la dirección forense de IRS VIAL S.A.S para su autorización, queda prohibida su reproducción en físico o por medio electrónico sin autorización, este documento está en cadena de custodia.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. System – Based Energy and Momentum Analysis of Collisions Bruno, F. Schimdt Southwest Missouri State University W. R. “Rusty” Haight Texas Engineering Extension Service (TEEX) Texas A&M University System Thomas J. Szabo y Judson B. Welcher Biomechanical Research & Testing. SAE 980026.
11. Collision Reconstruction using delta V from energy measurements as a parameter of control for momentum analysis”, Alejandro Rico y Diego López IRSVIAL, Poster in World Reconstruction Exposition 2016, Orlando FL, May 2016.
12. “Perception/reaction time values for accident reconstruction”, Michael J., OH Philip H. Cheng, John F. Wiechel, S.E.A., Inc., Columbus, OH Dennis A. Guenther Ohio State Univ., Columbus, OH, SAE 890732.



Alejandro Umaña Garibello
Ingeniero Forense



Diego Manuel López Morales
Físico Forense

NOTA 5: Cada uno de los peritos forenses que firman el presente informe técnico pericial de reconstrucción de accidentes de tránsito, autoriza expresamente al otro individualmente a comparecer ante los estrados judiciales para sustentar en audiencia de juicio oral el contenido de este.

Ms Diego Manuel López Morales

- Físico y Magíster en ciencias Físico Matemáticas.
- Físico Forense Investigador y Reconstructor de accidentes de tránsito.
- Físico Forense - Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 1994 - 2005.
- Centro Internacional Forense FCI, ex director Forense FCI. 2005 – 2007.
- Reconstructor de más de 3500 accidentes de tránsito.
- Perito experto en las cortes de Colombia.
- Docente Universitario, autor de artículos sobre accidentología y seguridad vial.
- 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).

Mtr. Alejandro Umaña Garibello

- Máster en Investigación y Reconstrucción de Accidentes de Tráfico (Escuela de postgrado de Ciencias del Derecho).
- Ingeniero Mecánico 2017 (Universidad ECCI)
- Tecnólogo en Mecánica Automotriz 2015 (Universidad ECCI).
- Tecnólogo en investigación judicial y analista de accidentes de tránsito (Fundación Autónoma de las Américas)
- Certificado como **PERITO FORENSE** en hechos de Tránsito, Organización Internacional de Accidentología Vial **OIAV**, Certificado **DEKRA ISO/IEC 17024 -2012 PFT 0012**.
- Ex funcionario del Centro de experimentación de seguridad vial CESVI COLOMBIA S.A. 2009
- Investigador de más de 1900 accidentes de tránsito.
- Curso de entrenamiento paquete Edge FX.
- Miembro **NAPARS** (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialists).