

---

INFORME TÉCNICO - PERICIAL  
DE RECONSTRUCCIÓN FORENSE DE  
ACCIDENTE DE TRÁNSITO  
R. A. T<sup>®</sup> 2



**VEHÍCULO No. 1: VOLQUETA, INTERNATIONAL 7600, modelo 2012, color blanco, placa SVM 169.**

**VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, SUZUKI AX 100, modelo 1995, color azul, placa DQG 05.**

**INFORME No. 240134408**

Bogotá D.C., 07 de enero de 2024

*R.A.T<sup>®</sup> es una marca registrada por IRSVIAL S.A.S, Resolución 39860 del 29/11/2007, SIC*

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA .....	4
2.1	FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA: .....	4
2.2	LA VÍA: .....	8
2.3	VEHÍCULOS: .....	12
2.4	MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO: .....	22
2.5	VÍCTIMAS: .....	28
2.6	VERSIONES: .....	29
3.	ANÁLISIS FORENSE .....	31
3.1	POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.....	31
3.2	DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS.....	33
4.	SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.....	37
5.	ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DESENCADENARON EL ACCIDENTE - ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.....	42
6.	HALLAZGOS: .....	46
7.	CONCLUSIONES:.....	48
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## 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.

### CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE

#### ➤ 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.

#### ➤ 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:

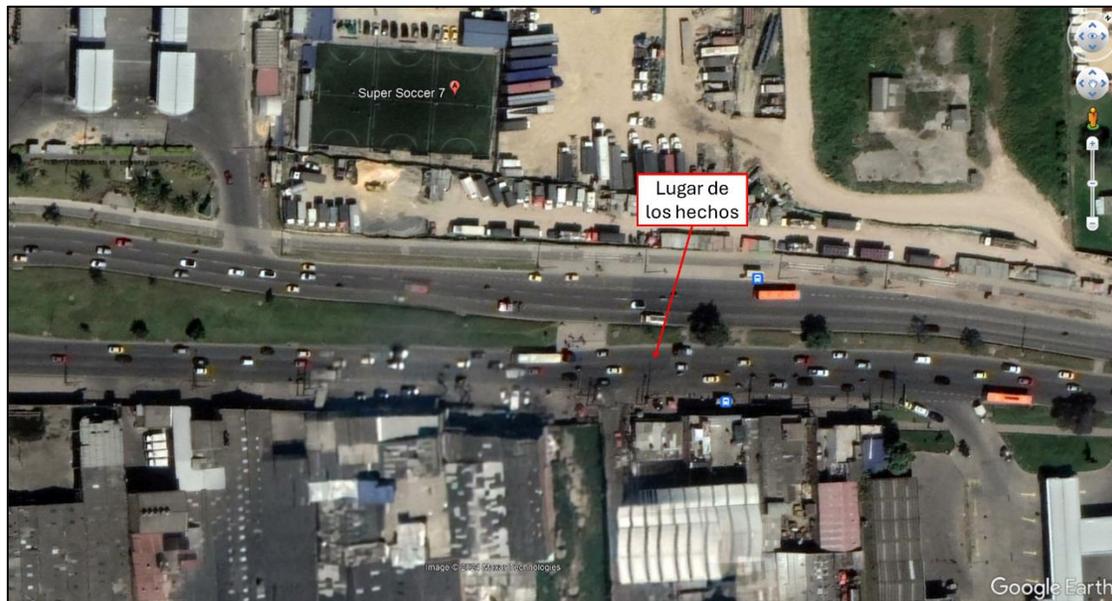
- a) Cuatro (4) fotografías del lugar de los hechos.
- b) Nueve (9) fotografías del estado final de los vehículos.
- c) Seis (6) fotografías del día de los hechos.
- d) Informe policial de accidente de tránsito IPAT.

## 2. EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA

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

### 2.1 FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:

De acuerdo con el reporte del accidente de tránsito, el hecho ocurrió el viernes 17 de noviembre de 2023 a las 07:50 horas, en la calzada oriental de la avenida Ciudad de Cali con calle 15A, localidad de Kennedy, ciudad de Bogotá (Cundinamarca).



**Imagen No 1:** En esta imagen satelital se aprecia la ubicación geográfica del lugar donde ocurrió el accidente. **4.6568358,-74.1384776**

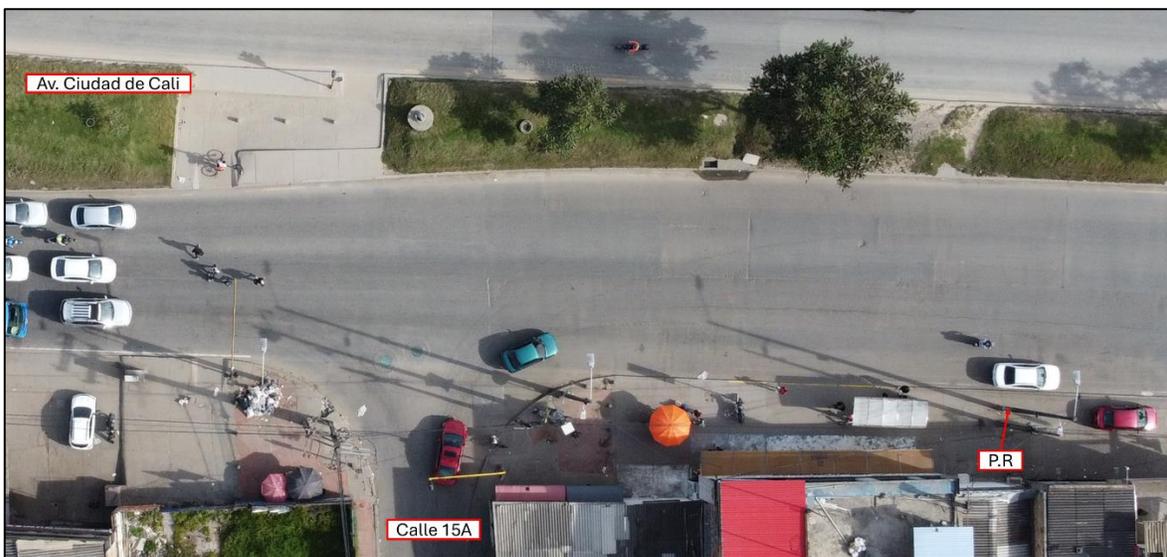
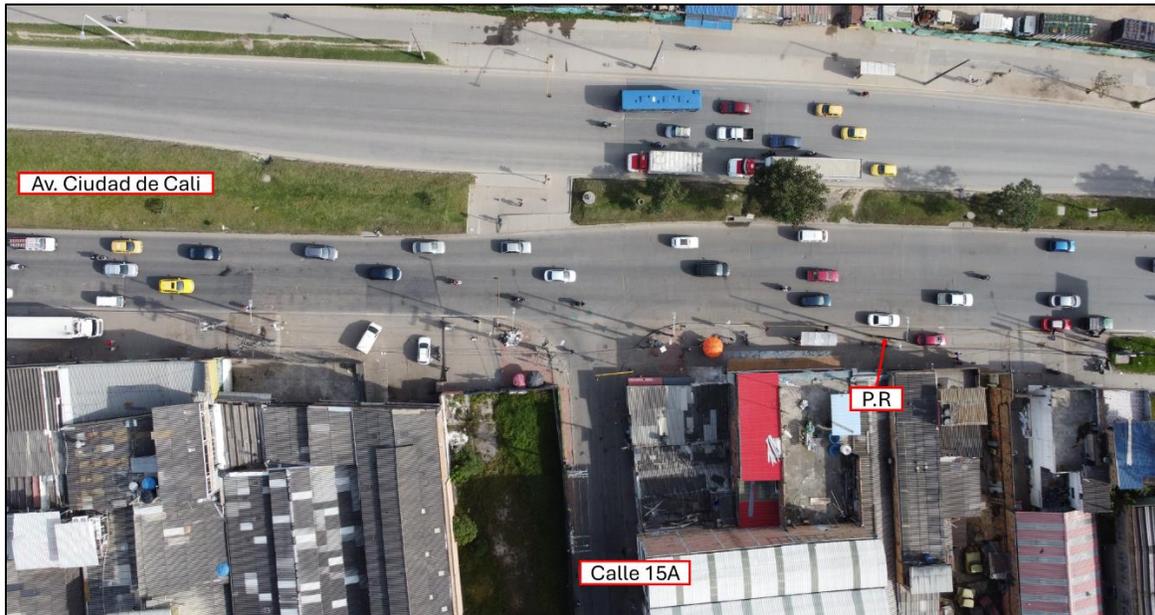






## 2.2 LA VÍA:

Las condiciones y características de la vía donde se produce el accidente de tránsito se aprecian en las fotografías No.1 a la 4 así como en la tabla No.1.



**Fotografías No. 1 y 2 Panorámicas:** En estas fotografías se aprecian las características generales de la vía donde ocurrió el accidente; nótese el punto de referencia utilizado para la elaboración del croquis.



**Fotografía No. 3 Plano General:** En esta fotografía tomada en sentido sur – norte desde la calzada oriental de la av. Ciudad de Cali, se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente, la cual presenta señales luminosas (semáforos). En este sentido se desplazaban los vehículos involucrados en el accidente.



**Fotografía No. 4 Plano General:** En esta fotografía tomada en sentido norte – sur desde la calzada oriental de la av. Ciudad de Cali, se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente; nótese el punto de referencia (P.R) correspondiente a un poste utilizado por la autoridad de tránsito para la elaboración del croquis.

**Nota 1:** La inspección a la vía y registro fotográfico de la misma por parte del equipo investigativo de IRS VIAL se realizó el día 17 de noviembre de 2023, momentos posteriores a la ocurrencia del accidente.

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

<b>Calzada oriental de la avenida Ciudad de Cali con calle 15A, localidad de Kennedy, ciudad de Bogotá (Cundinamarca).</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>ÁREA / SECTOR / DISEÑO</b>	<i>Urbana / Comercial / Tramo de vía</i>
<b>GEOMÉTRICAS</b>	<i>Recta, Plana</i>
<b>UTILIZACIÓN</b>	<i>Un Sentido (sur – norte)</i>
<b>CALZADAS</b>	<i>Una</i>
<b>CARRILES</b>	<i>Tres</i>
<b>MATERIAL</b>	<i>Asfalto</i>
<b>ESTADO</b>	<i>Bueno</i>
<b>CONDICIONES Y TIEMPO</b>	<i>Seca y normal</i>
<b>ILUMINACIÓN</b>	<i>Natural</i>
<b>CONTROLES Y SEÑALES</b>	<i>Señales luminosas (semáforos).</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: VOLQUETA, INTERNATIONAL 7600, modelo 2012, color blanco, placa SVM 169.**

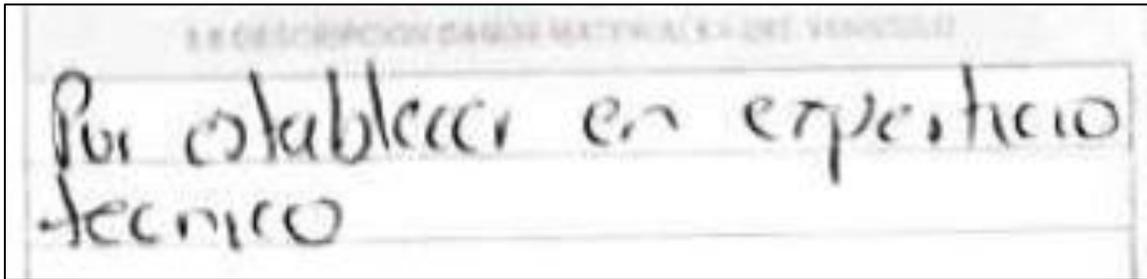
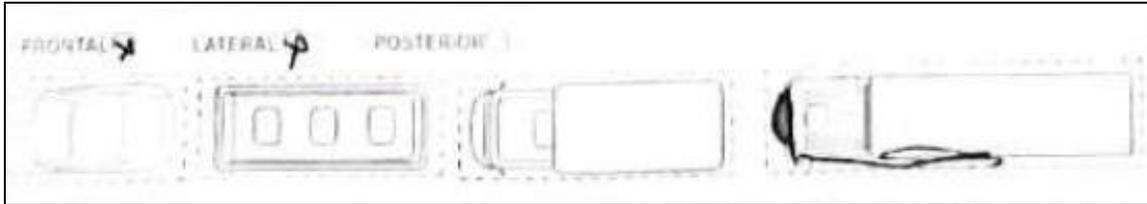


**Fotografía No. 5:** En esta fotografía se aprecian las características generales de un vehículo similar a la volqueta involucrada en el accidente.

<b>CONDUCTOR</b>	
<b>ALFREDO NAVAS PARAMO</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	C.C. 80.275.845
<b>EDAD</b>	59 años
<b>LICENCIA / RESTRICCIONES</b>	B3 C3 activas / Sin Restricciones

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>VEHÍCULO No. 1</b>	
<b>SERVICIO</b>	PÚBLICO
<b>OCUPANTES / CARGA</b>	0 / 0 kg
<b>DIMENSIONES</b>	Largo 7,82 m Ancho 2,4 m Distancia entre ejes 4,9 m  <i><a href="https://latin-america.internationalcamiones.com/-/media/navistar/latin-america/pdf/brochure/workstar/international-workstar-especificaciones-2017.pdf">https://latin-america.internationalcamiones.com/-/media/navistar/latin-america/pdf/brochure/workstar/international-workstar-especificaciones-2017.pdf</a></i>
<b>PESO VACÍO</b>	12.000 – 13.000 kg

**TABLA No. 2**



**Imagen No. 5:** En esta imagen se aprecia el diagrama del informe de la autoridad donde hacen referencia al lugar de impacto en la volqueta (señalando la zona frontal y lateral izquierda), y la descripción de daños materiales presentados por el mismo, registrados en el IPAT: *“Por establecer en experticio técnico”*.



**Fotografías No. 6 y 7:** En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona frontal de la volqueta, la cual no presenta daños ni evidencias como consecuencia del accidente.



**Fotografías No. 8 y 9:** En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona lateral izquierda de la volqueta, la cual no presenta daños como consecuencia del accidente.

- **VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, SUZUKI AX 100, modelo 1995, color azul, placa DQG 05.**

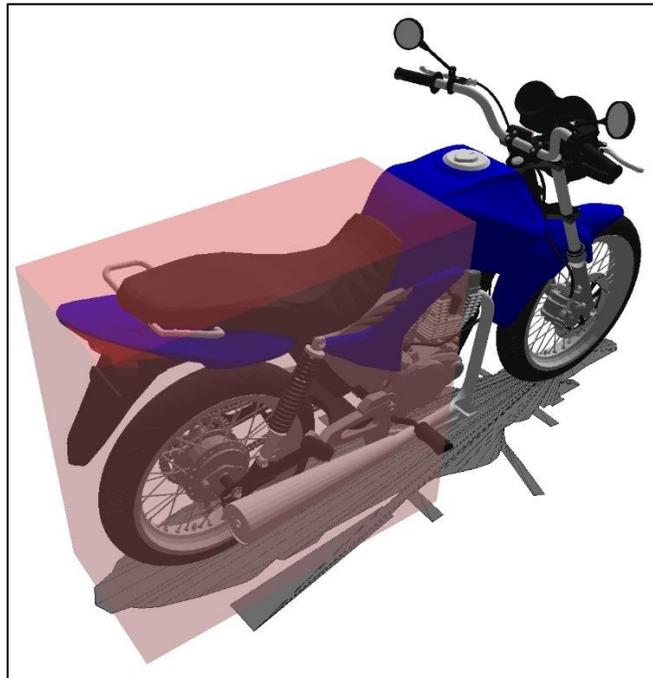


**Imagen No. 6:** En esta imagen se aprecian las características generales de un vehículo similar a la motocicleta involucrada en el accidente.

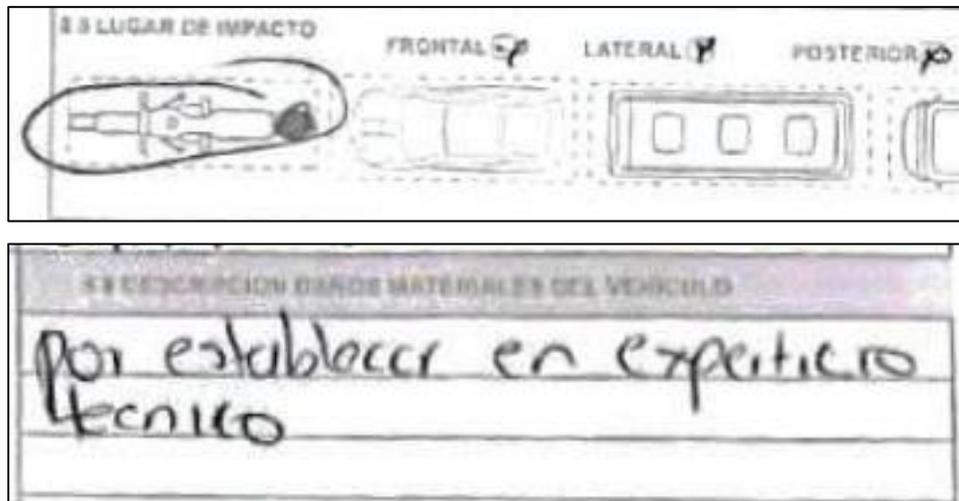
<b>CONDUCTOR</b>	<b>RUBÉN DARÍO CARRILLO ARIZA</b>
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	C.C. 88.231.127.
<b>EDAD</b>	46 años
<b>LICENCIA / RESTRICCIONES</b>	A2 Activa / Sin Restricciones

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VEHÍCULO No. 2</b>
<b>SERVICIO</b>	PARTICULAR
<b>OCUPANTES</b>	0
<b>DIMENSIONES</b>	<p>Largo: 1,87 m Ancho: 0,73 m Alto: 1,05 m Distancia entre ejes: 1,22 m</p> <p><a href="https://suzukipilar.com.ar/wp-content/uploads/2021/12/Ficha-tecnica-AX100-Back.pdf">https://suzukipilar.com.ar/wp-content/uploads/2021/12/Ficha-tecnica-AX100-Back.pdf</a></p>
<b>PESO TOTAL</b>	160 – 180 kg

**TABLA No. 3**



**Imagen No. 7:** En esta imagen se aprecia en el recuadro de color rojo la ubicación de daños y/o evidencias en la motocicleta.



**Imagen No. 8:** En esta imagen se aprecia el diagrama de la autoridad donde hacen referencia al lugar de impacto en la motocicleta (señalando la zona frontal, lateral, posterior), y la descripción de daños materiales presentados por la misma, registrados en el IPAT: “Farola, retrovisor, barras, carenado, defensa, guardabarros, tanque combustible”.



**Fotografías No. 10 y 11:** En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona frontal y lateral derecha de la motocicleta.



**Fotografías No. 12 y 13:** En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona lateral izquierda y posterior de la motocicleta.

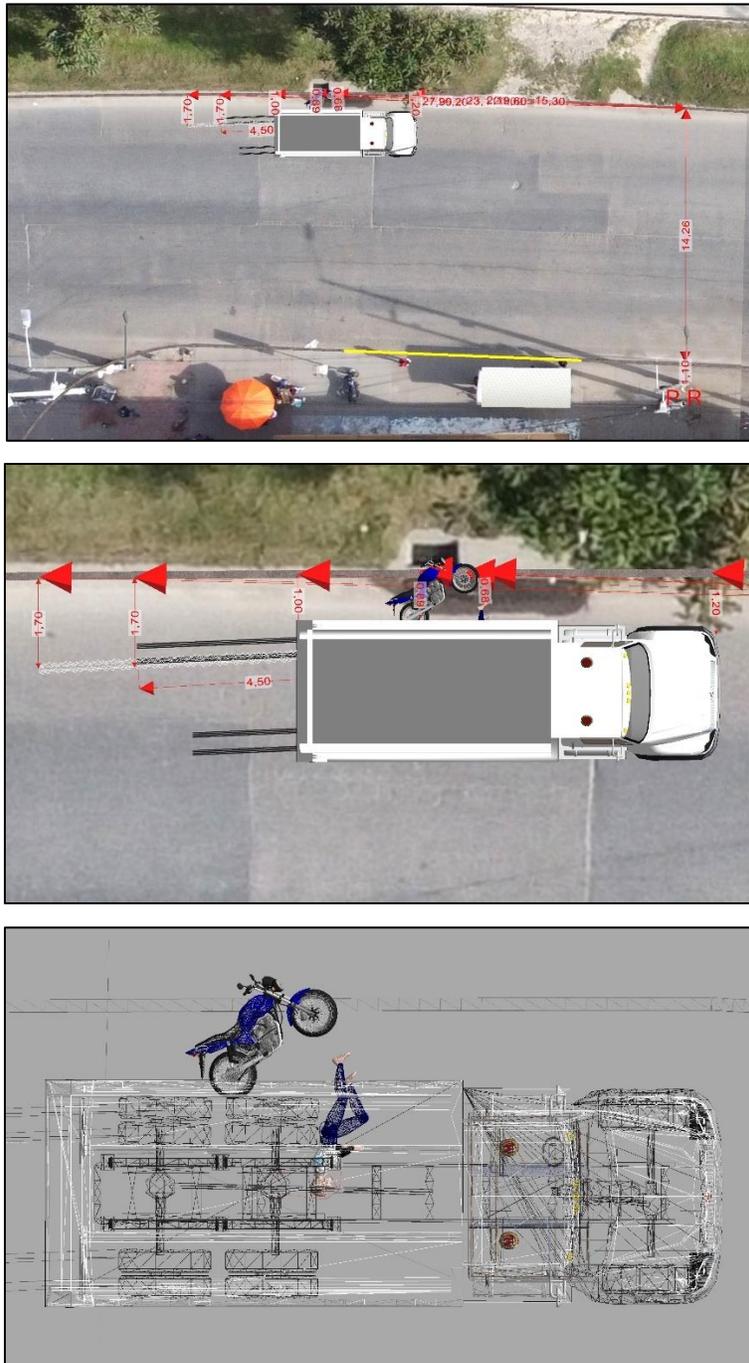
## 2.4 MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:

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

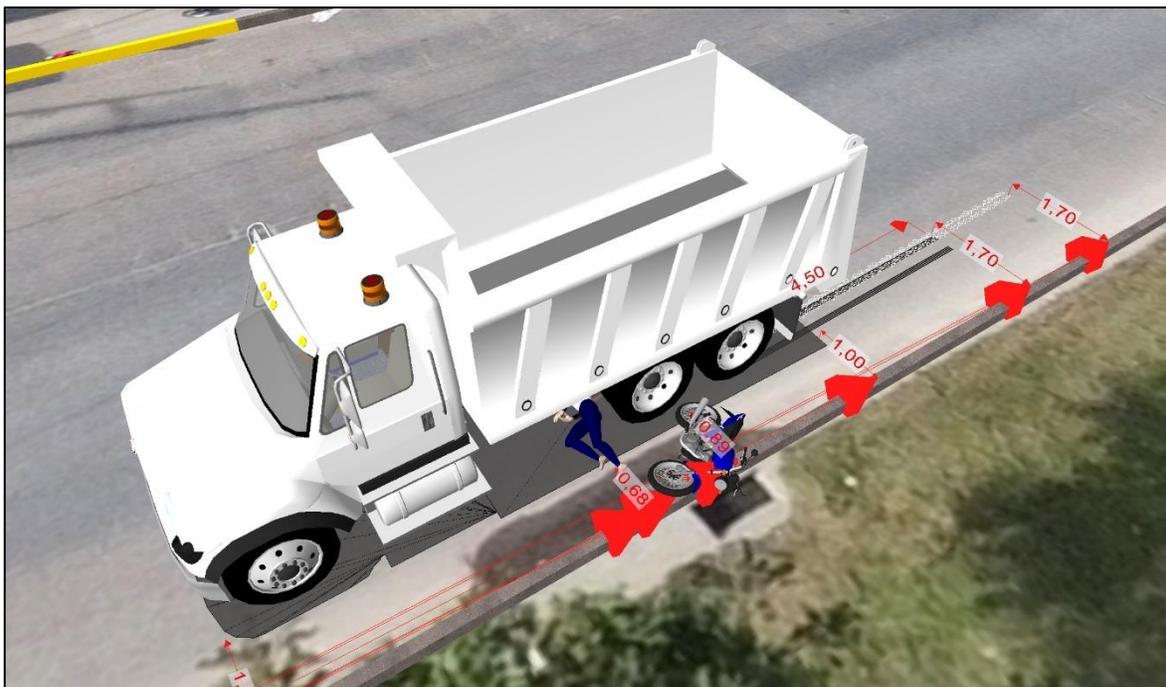
- Características y geometría de la vía.
- Posición final de los vehículos.
- Posición final del occiso.
- Huella de frenado.
- Medidas (cotas).
- Puntos de referencia.



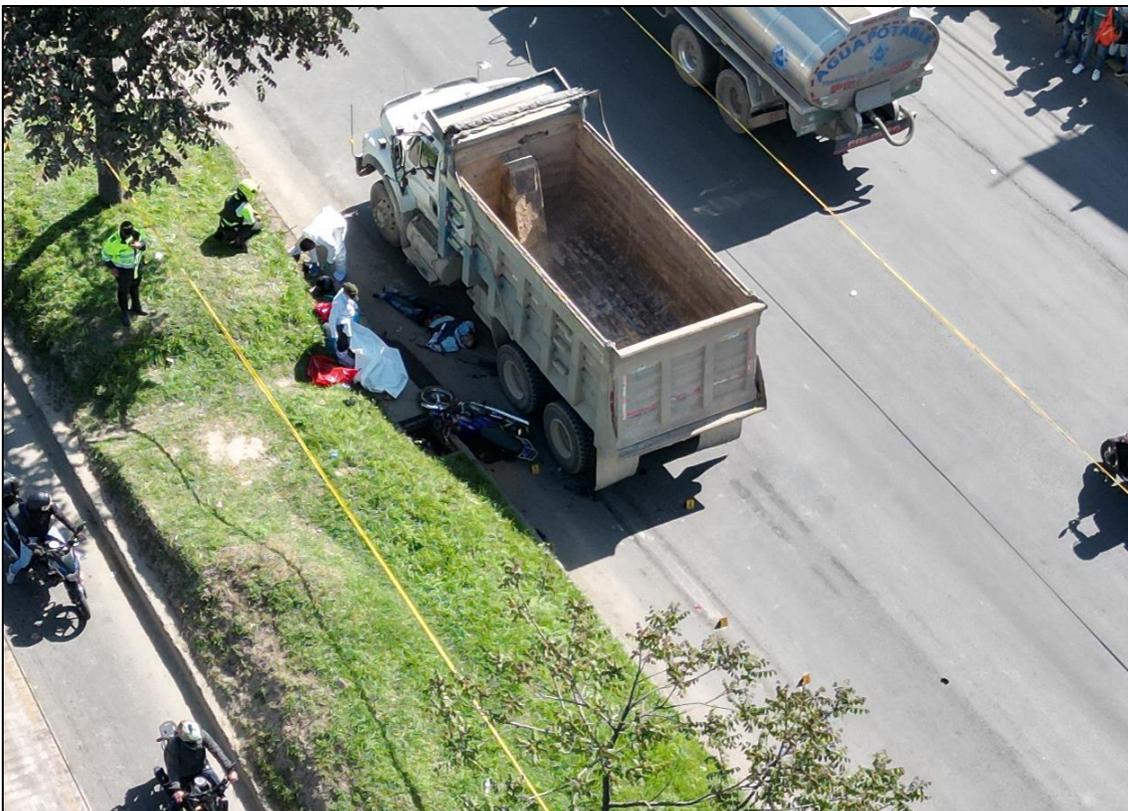
**Imagen No. 9:** En esta imagen se muestra el croquis (Bosquejo topográfico FPJ-17) del accidente realizado por la autoridad de tránsito.



**Imagen No. 10:** En estas imágenes vistas en planta se observan las evidencias diagramadas en el croquis del IPAT; nótese la posición final de los vehículos, el occiso, las evidencias en la vía y las medidas (cotas) tomadas por la autoridad.



**Imagen No. 11:** En estas imágenes vistas en 3D se observan las posiciones finales de los vehículos, el occiso, las evidencias en la vía, y las medidas (cotas) tomadas por la autoridad.



**Fotografías No. 14 y 15:** En estas fotografías se aprecia la posición final de los involucrados en el accidente; nótese las huellas de frenado sobre la vía.



**Fotografías No. 16 y 17:** En estas fotografías se aprecia la posición final de la volqueta, la motocicleta, y el occiso cubierto con una manta de color azul.



**Fotografías No. 18 y 19:** En estas fotografías se aprecian las huellas de frenado, huellas de arrastre metálico, y vestigios sobre la vía.

**2.5 VÍCTIMAS:**

Como consecuencia del accidente falleció una (1) persona en vía pública:

NOMBRE	DATOS
<b>RUBÉN DARÍO CARRILLO ARIZA</b>	C.C. 88.231.127. Fecha de nacimiento: 25/09/1977 Edad: 46 años Conductor del vehículo No. 2 Motocicleta Occiso

**TABLA No. 4**

HOSPITAL CLÍNICA O SITIO DE ATENCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LESIONES
Fallece en via publica	Multiples politraumatismos

**Imagen No. 12:** En esta imagen se aprecia la descripción de lesiones presentadas por el conductor de la motocicleta, registradas en el IPAT: “Fallece en vía pública, múltiples politraumatismos”.

## 2.6 VERSIONES:

El equipo investigativo de IRS VIAL toma la versión del conductor del vehículo No. 1 volqueta:

**“PREGUNTA** ¿buenos días nos encontramos el día de hoy viernes 17 de noviembre, continuando con las diligencias del accidente que se presentó en la avenida Cali antes de llegar a la 13, me presento soy Yesid Barrera investigador forense de IRS VIAL, doy comienzo a la entrevista, por favor bríndeme su nombre completo y número de documento? **RESPUESTA** Alfredo navas paramo, cedula 80275845. **PREGUNTA** ¿Dónde reside? **RESPUESTA** en el recodo Fontibón. **PREGUNTA** ¿a qué se dedica? **RESPUESTA** conductor de volqueta doble troque. **PREGUNTA** ¿Cuánto tiempo lleva como conductor? **RESPUESTA** como conductor llevo más o menos como 42 años. **PREUGNTA** ¿me puede indicar las placas del vehículo que usted conducía al momento del accidente? **RESPUESTA** SBM169. **PREGUNTA** ¿Qué tipo, marca y modelo es? **RESPUESTA** marca internacional modelo 2012. **PREGUNTA** ¿Qué tipo de vehículo? **RESPUESTA** volqueta doble troque. **PREGUNTA** ¿llevaba algún tipo de carga? **RESPUESTA** no, vengo de bosa el botadero de LAN y me dirigía hacia Mosquera a cargar material para la 68 avenida 68 con primero de mayo. **PREGUNTA** ¿ese vehículo capacidad para cuánta carga tiene? **RESPUESTA** ese vehículo viene con capacidad de 28.000 kilos más o menos. **PREGUNTA** ¿sin carga cuánto pesa? **RESPUESTA** pesa 12.400. **PREGUNTA** ¿por favor bríndeme un relato claro de los hechos ocurridos? **RESPUESTA** yo venía de sur hacia norte por toda la ciudad de Cali, pasando el semáforo se mandaron como unos 4, 5 motos por el lado contrario, por el separador y la volqueta y el señor se enredó y obviamente se cayó debajo de la volqueta. **PREGUNTA** ¿Por qué carril venía? **RESPUESTA** yo vengo por el carril izquierdo, pegado al separador. **PREGUNTA** ¿Por qué lado le invade la motocicleta? **RESPUESTA** por el lado izquierdo contra el separador. **PREGUNTA** ¿ella venía en su mismo sentido? **RESPEUSTA** no, o sea ellos, adelantaron, ella fue a adelantar con las otras motos. **PREGUNTA** ¿hubo más vehículos involucrados? **RESPEUSTA** no, únicamente el señor que se enredó y se cayó y quedó debajo porque la motocicleta no le pasó absolutamente nada. **PREGUNTA** ¿el motociclista venia solo? **RESPUESTA** solo. **PREGUNTA** ¿usted alcanzó a

observar los elementos de protección que tenía el motociclista? **RESPUESTA** no. **PREGUNTA** ¿casco, chaleco? **RESPUESTA** no, nada no alcancé a ver. **PREGUNTA** ¿me puede indicar en que parte del vehículo sufrió el impacto? **RESPUESTA** el impacto lo tiene en prácticamente en el atrás de la llanta de la dirección. **PREGUNTA** ¿pudo observar si su vehículo sufrió algún daño? **RESPUESTA** no tiene ningún daño. **PREGUNTA** ¿Cómo era el flujo vehicular en ese momento? **RESPUESTA** bastante complicado, las motos se mandan por el lado izquierdo y derecho, obviamente a adelantar el carro grande, mucha moto mucho tráfico. **PREGUNTA** ¿Cómo era el estado del clima al momento del accidente? **RESPUESTA** normal. **PREGUNTA** ¿usted quiere agregar algo mas a la entrevista? **RESPUESTA** no.”

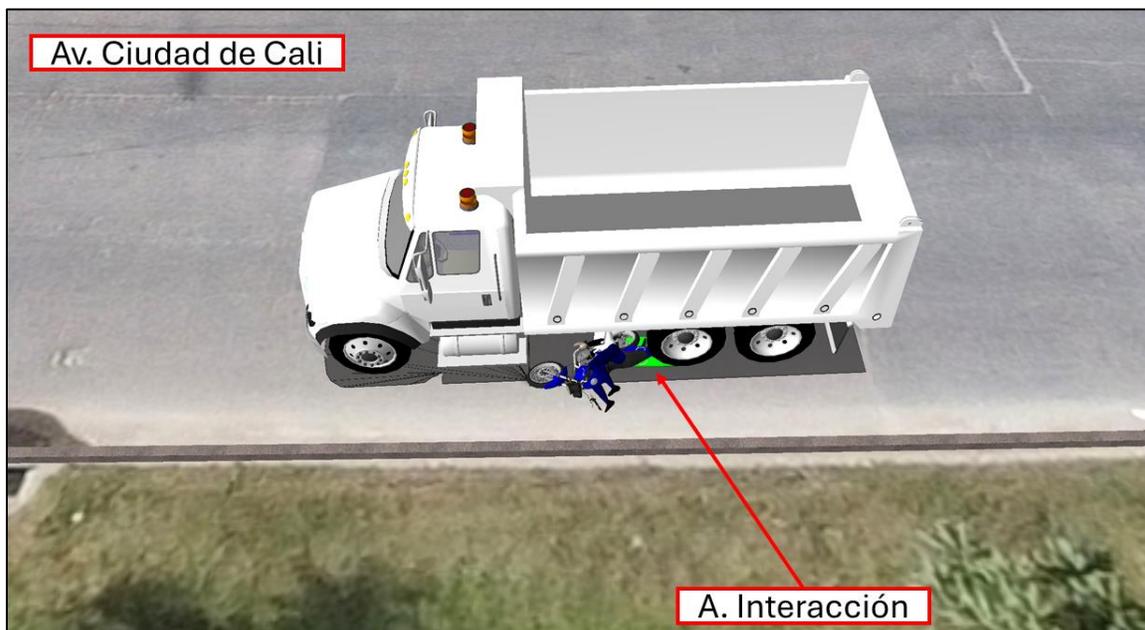
**Nota 2:** La versión sobre el evento que fue plasmada en el presente informe hace parte del proceso investigativo y de contextualización de este, pero no se constituye como elemento objetivo de juicio, ni herramienta para la realización de cálculos numéricos o planteamientos de la dinámica del accidente.

### 3. ANALISIS FORENSE

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.

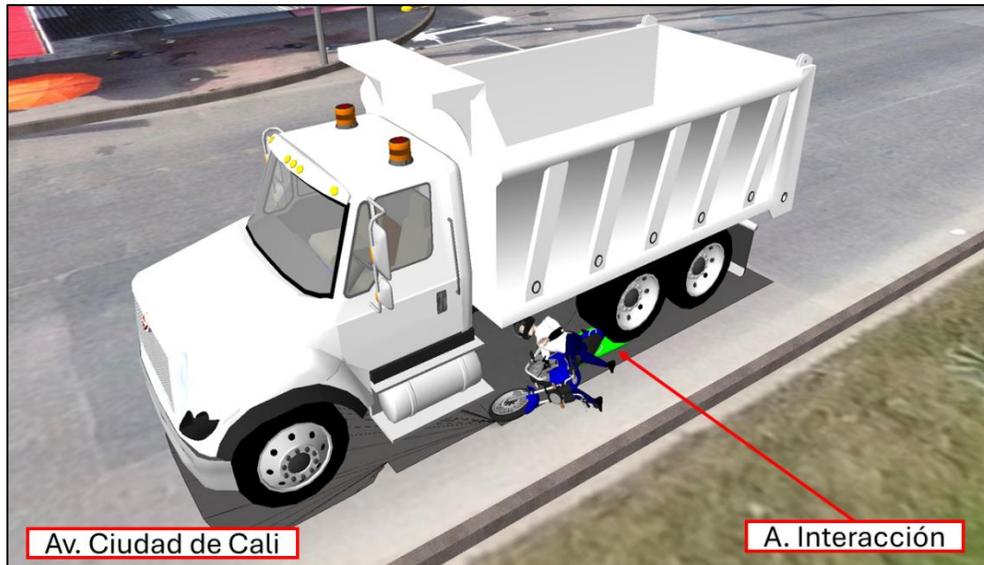
#### 3.1 POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.

Teniendo en cuenta la dinámica del accidente, el estado final (daños y evidencias) de los vehículos, las lesiones fatales que se presentaron, y las posiciones finales de los involucrados, se obtiene la posición relativa de los vehículos al momento de la interacción entre los vehículos; se encuentra un contacto para el vehículo No. 1 volqueta en sus ruedas posteriores izquierdas, y para la motocicleta en su zona posterior.



**Imagen No. 13:** En esta imagen vista en planta se muestra la posición relativa de los vehículos al momento de la interacción, y el área de color verde donde interactuaron.

El área de color verde de 1,0 x 0,5 m en las imágenes, indica que la interacción entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta área, con los ángulos que allí se observan, la cual se encuentra ubicada en el carril izquierdo de la avenida Ciudad de Cali; es importante tener en cuenta que la motocicleta se encontraba volcada sobre su zona lateral izquierda al momento de la interacción con la volqueta.



**Imagen No. 14:** En estas imágenes vistas en 3D se muestra la posición relativa de los vehículos al momento de la interacción, y el área de color verde donde interactuaron.

### 3.2 DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS.

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

#### **Conceptos básicos: teóricos-físicos.**

La deducción analítica de la velocidad de circulación de los vehículos, la secuencia y dinámica del accidente se basa en la utilización del método científico como METODOLOGÍA y técnicas de reconstrucción de accidentes de tránsito fundamentadas en **MODELOS FÍSICOS** como leyes de conservación, leyes de cinemática y dinámica, que tengan en cuenta las principales variables que intervienen en el siniestro, e involucre los parámetros que determinan la ocurrencia del mismo, además se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- El área de interacción se localizó teniendo en cuenta las trayectorias que seguían los vehículos antes del accidente, las lesiones fatales que se presentaron, las evidencias en la vía, la dinámica del accidente, y el estado final (daños y evidencias) de los rodantes, después de analizar los cálculos al aplicar las leyes de la cinemática; es decir, lugares diferentes no dieron resultados físicamente posibles, y por tal motivo se descartan.
- Los vehículos después del accidente se detienen por el rozamiento de su estructura con el piso para la motocicleta, por el rozamiento de las llantas sobre el asfalto seco para la volqueta y el arrastre del conductor de la motocicleta sobre la vía.
- La posición relativa de los vehículos al momento de la interacción se encuentra a partir de las lesiones (fatales) del motociclista, el sentido de desplazamiento de los vehículos, el estado final (daños y evidencias) de los mismos, y la dinámica del accidente.

- Los coeficientes de rozamiento efectivo<sup>1</sup> que se utilizaron para realizar los cálculos se tomaron de tal forma que involucrara el proceso de detención de los vehículos descrito anteriormente, entre  $\mu=0,6$  y  $\mu=0,7$  para la volqueta, y entre  $\mu=0,3$  y  $\mu=0,5$  para la motocicleta.
- La región donde se produjo el accidente y hasta donde se detuvieron los vehículos es recta, plana, de material asfalto en buen estado, se encontraba seca, y con iluminación natural.
- Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción del conductor entre uno coma dos (1,2 s) y uno coma cinco (1,5 s) segundos, la desaceleración de la motocicleta durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento efectivo* mínimo de ( $\mu=0,4$ ) y máximo de ( $\mu=0,6$ ) para la motocicleta, y mínimo de ( $\mu=0,6$ ) y máximo de ( $\mu=0,7$ ) para la volqueta.
- 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.

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

---

<sup>1</sup>Coeficiente de rozamiento efectivo significa que se tienen en cuenta todos los factores que influyen en la desaceleración de los vehículos, pendiente impactos posteriores, estado de la vía, rotación de vehículo y el peatón después del impacto, etc.

**3.2.1 VELOCIDAD DE LA VOLQUETA DE ACUERDO CON LA DISTANCIA RECORRIDA  
DESDE EL IMPACTO HASTA DETENERSE**

$$V = 3,6\sqrt{2\mu_{ef}gd_t} \quad (1)$$

- V<sub>v</sub>: Velocidad de la volqueta al inicio de la huella de frenado, entre 26 y 28 km/h.
- μ: Coeficiente de rozamiento efectivo entre las llantas y la vía, entre 0,6 y 0,7.
- g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s<sup>2</sup>
- d: Longitud de la huella de frenado, 4,5 m.

Es importante anotar que este tipo de vehículos disminuye la velocidad desde el inicio del proceso de frenada (28 – 31 km/h) hasta el inicio de la huella de frenada (26 – 28 km/h) entre un 5% y 10%.

 <b>VELOCIDAD DE LA VOLQUETA DE ACUERDO CON LA DISTANCIA RECORRIDA DESDE EL IMPACTO HASTA DETENERSE</b>					
DISTANCIA MINIMA	d min (m)	4,50			
DISTANCIA MAXIMA	d max (m)	4,50			
COEFICIENTE DE FRICCION MINIMO	μ min	0,6			
COEFICIENTE DE FRICCION MAXIMO	μ max	0,7			
				Grados	
PENDIENTE DE LA VIA	%	0	0,00	0,00	
RESULTADOS					
<b>PLANO</b>				Tipo de vehiculo	
				Grandes	
VELOCIDAD MINIMA		7,27	26,2	km/h	
VELOCIDAD MAXIMA		7,86	28,3	km/h	

**Imagen No. 15:** En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

**3.2.2.DISTANCIA QUE REQUIERE UN VEHÍCULO PARA DETENERSE Y QUE SE DESPLAZA A UNA VELOCIDAD  $V_v$ .**

$$D_T = \frac{V_v^2}{2\mu g} + t_r V_v \quad (11)$$

$D_T$ : Distancia total recorrida.

g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s<sup>2</sup>

$V_v$ : Velocidad del vehículo.

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

$\mu$ : Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el piso.

IRS® Calculator		IRS® Calculator			
DISTANCIA TOTAL DE PARADA VOLQUETA					
VELOCIDAD MINIMA INICIAL	Vo min (km/h)	28	7,8		
VELOCIDAD MAXIMA INICIAL	Vo max (km/h)	31	8,6		
COEFICIENTE DE FRICCION MINIMO	$\mu$ min	0,6			
COEFICIENTE DE FRICCION MAXIMO	$\mu$ max	0,7			
TIEMPO DE REACCION MINIMO	tr min (seg)	1,2			
TIEMPO DE REACION MAXIMO	tr max (seg)	1,5	Radianes	Grados	
PENDIENTE DE LA VIA	%	0	0,00	0,00	
<b>RESULTADOS</b>					
<b>PLANO</b>	distancia de reacción		distancia de frenado		Distancia total
DISTANCIA MINIMA	9,3 m		4,4 m		13,7 m
DISTANCIA MAXIMA	12,9 m		6,3 m		19,2 m

**Imagen No. 16:** En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

#### 4. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.

Basados en el registro de evidencias y el análisis FORENSE realizado para el evento se plantea la secuencia probable para el accidente en donde: Antes del accidente, ambos vehículos involucrados se desplazaban uno al lado del otro por el carril izquierdo en sentido sur – norte por la calzada oriental de la avenida Ciudad de Cali, el vehículo No. 1 **VOLQUETA** a una velocidad al momento del inicio del proceso de frenada comprendida entre veintiocho (**28 km/h**) y treinta y un (**31 km/h**) kilómetros por hora, mientras que para el vehículo No. 2 **MOTOCICLETA** no es posible técnicamente cuantificar su velocidad.

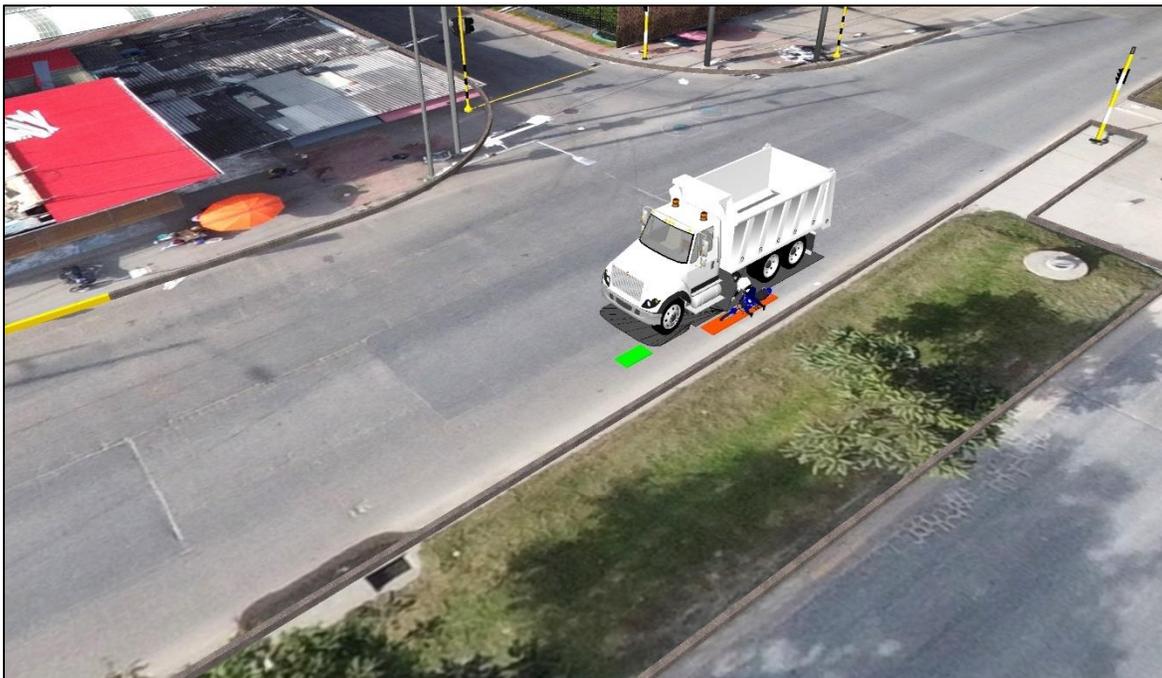
La velocidad de la volqueta al momento del inicio de la huella de frenada se calculó entre 26 y 28 km/h.

El conductor de la motocicleta pierde el control de la misma (sin poderse determinar técnicamente por cuál razón) sufre un volcamiento sobre su zona lateral izquierda, caen al suelo, a su vez, el conductor de la volqueta percibe un riesgo e inicia una maniobra de frenado de emergencia, la volqueta con su rueda posterior izquierda interactúa con la zona posterior de la motocicleta y con el motociclista en la región media de su cuerpo, la volqueta sigue hacia adelante arrastrándolos y marcando huellas de frenado de 4,5 m y huella de arrastre metálico de 6,4 m se detienen para quedar en posición final.

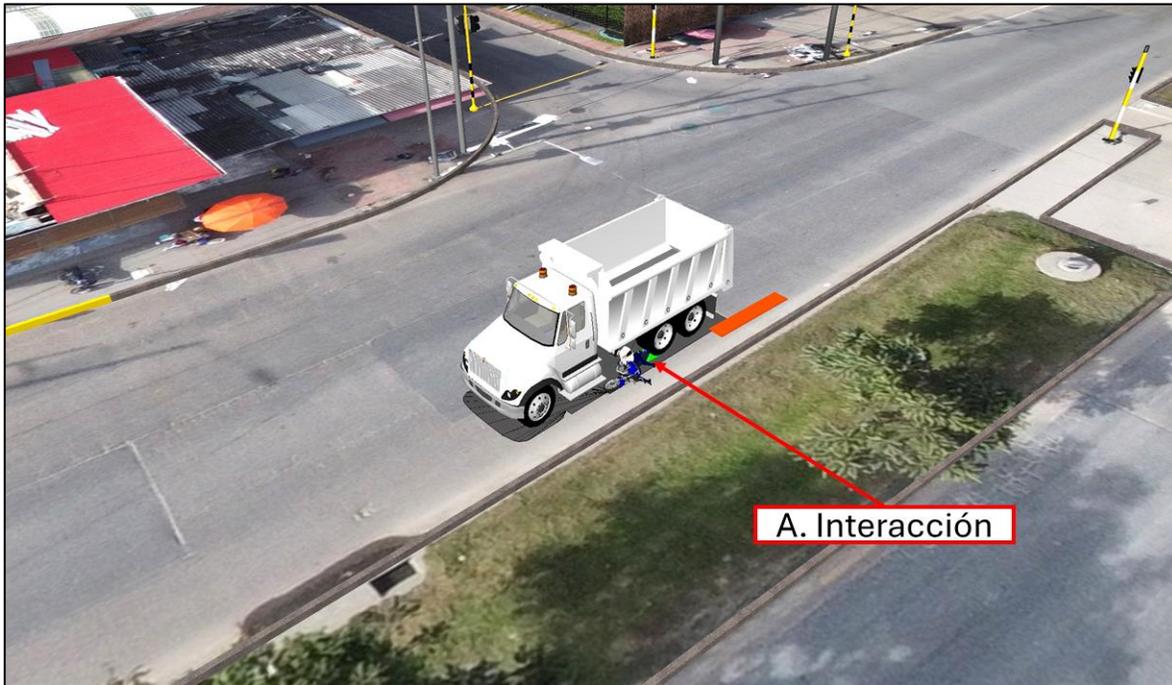
A continuación, se aprecia en orden cronológico la secuencia del accidente:



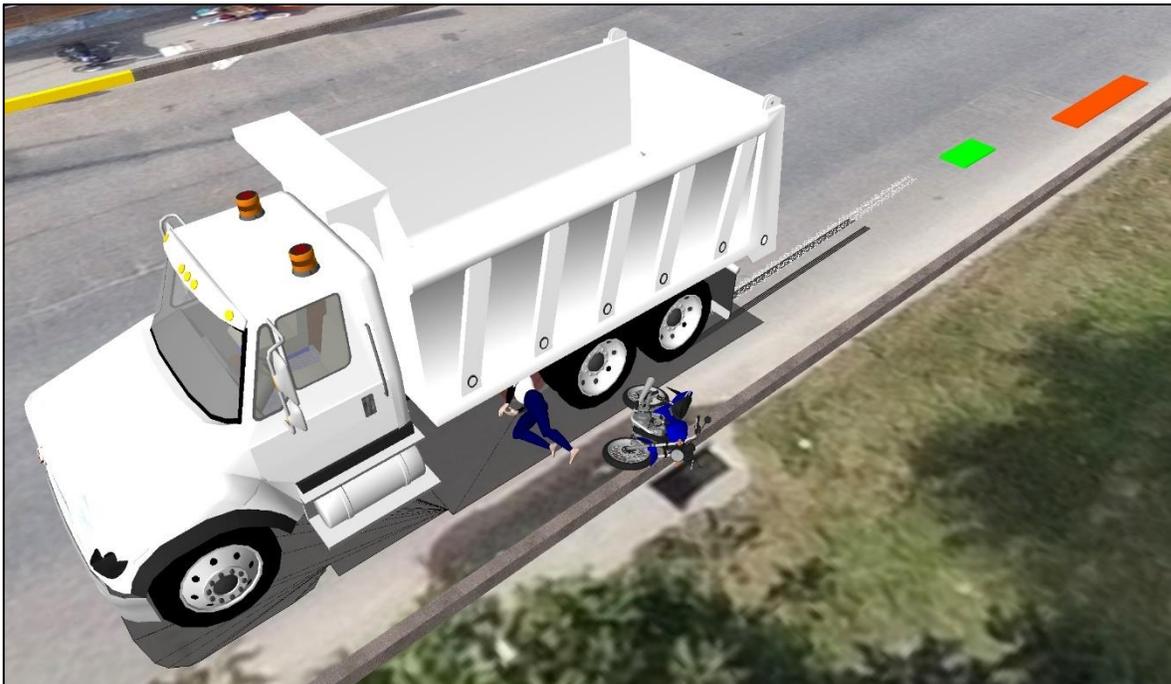
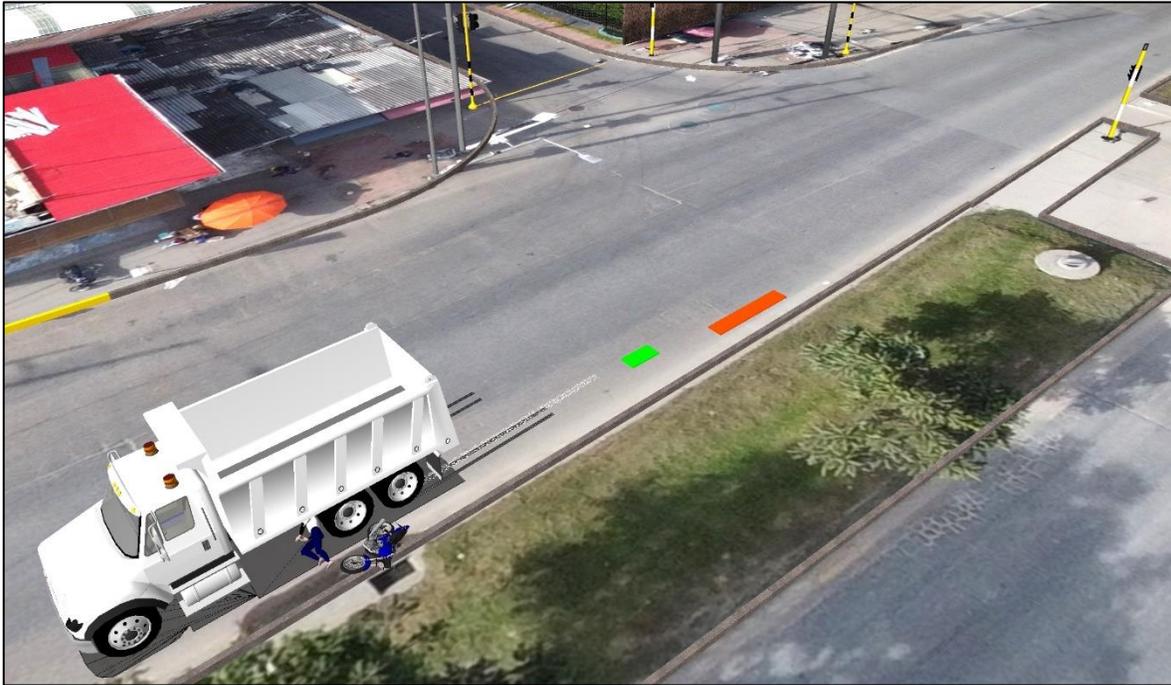
**Imagen No. 17:** En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos antes de la pérdida de control de la motocicleta; nótese el área de color naranja donde se presentó la pérdida de control por parte del conductor de la motocicleta, y el área verde donde interactuaron los vehículos.



**Imagen No. 18:** En estas imágenes se aprecia la secuencia de los vehículos antes y al momento de la pérdida de control de la motocicleta.



**Imagen No. 19:** En estas imágenes se aprecia la secuencia de los vehículos al momento y después de la interacción entre los vehículos.



**Imagen No. 20:** En estas imágenes se aprecia la posición final de los involucrados respecto de las áreas de pérdida de control e interacción.

## 5. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DESENCADENARON EL ACCIDENTE - 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 dos (1,2) y uno coma cinco (1,5 s) segundos<sup>2</sup>, 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.

---

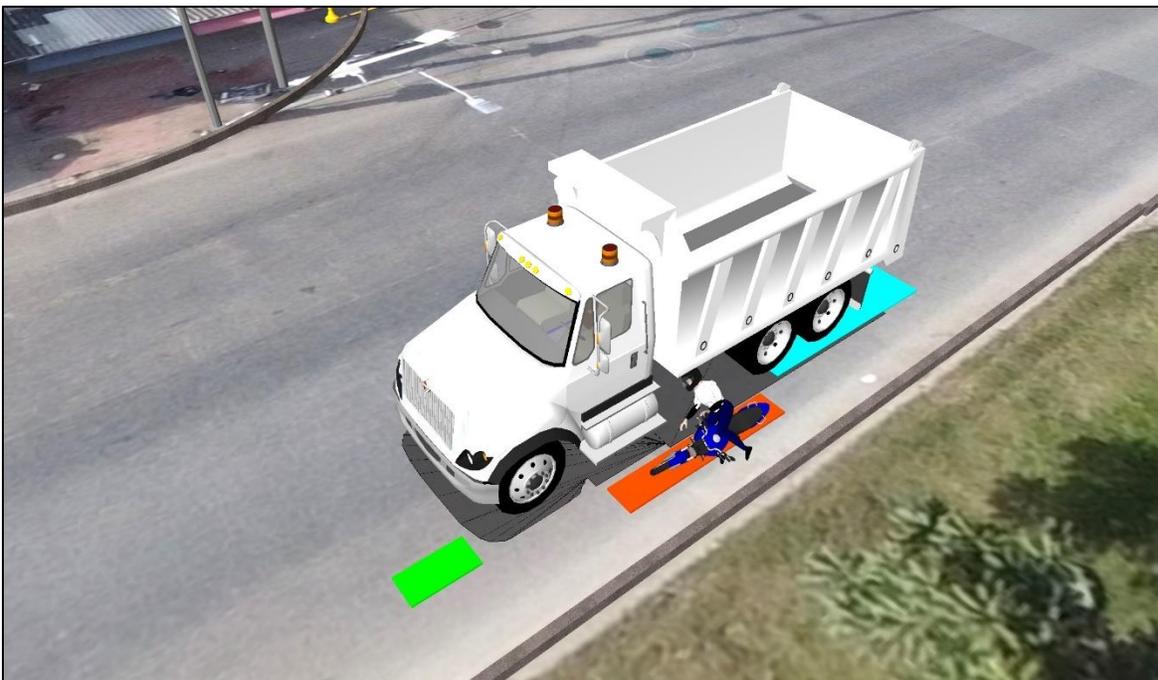
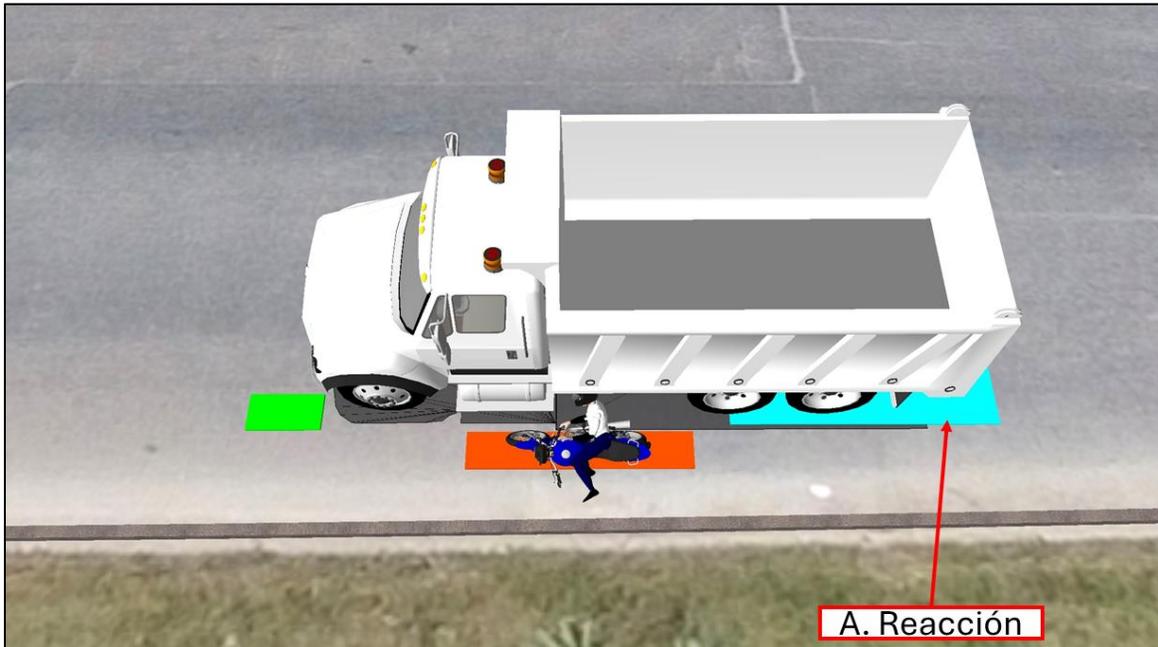
<sup>2</sup> *Tiempo de reacción normal para un conductor atento en condiciones ambientales diurnas, vía seca, y con iluminación natural*

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.

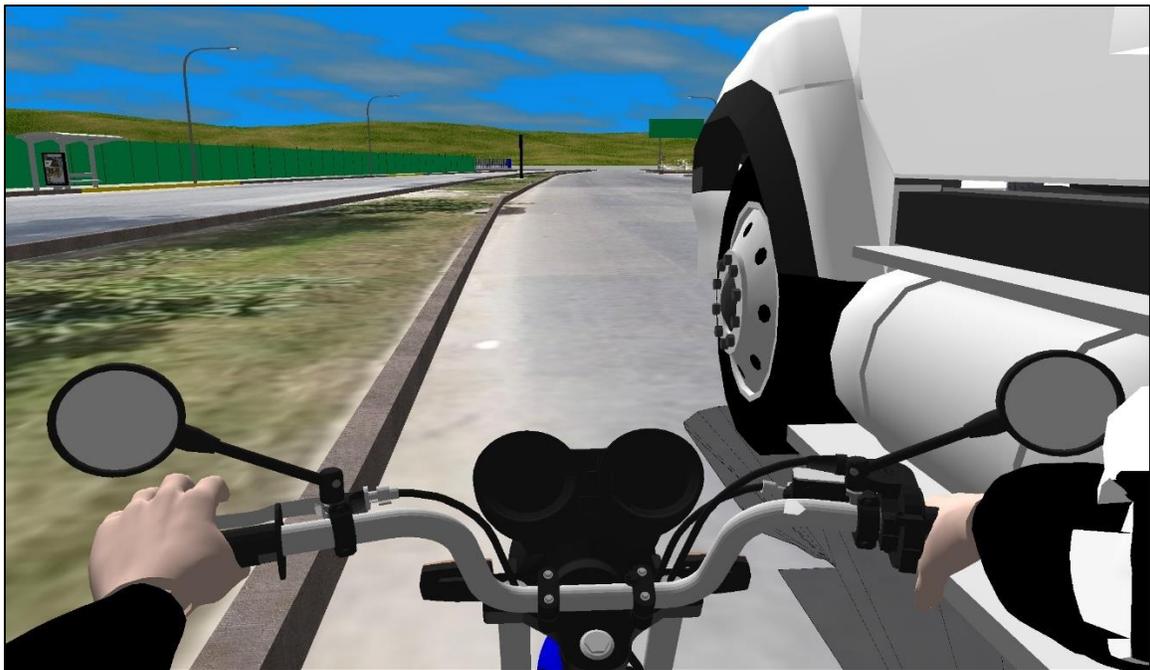
<b>VELOCIDAD</b>	<b>Distancia de Reacción dR</b>	<b>Distancia de Frenado dF</b>	<b>Distancia Total de frenado dT</b>
<b>VOLQUETA</b> Entre <b>28</b> y <b>31</b> km/h	Entre 9,3 y 12,9 m	Entre 4,4 y 6,3 m	Entre 13,7 y 19,2 m

**TABLA No. 5**

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.



**Imagen No. 21:** En estas imágenes se aprecia el área de color azul, la cual representa el lugar donde se encontraba la volqueta al momento en que su conductor reacciona e inicia el proceso de frenada.



**Imagen No. 22:** En la imagen superior se aprecia la probable visual del conductor del conductor de la volqueta (retrovisor izquierdo) al momento de percibir el riesgo; en la inferior se aprecia la probable visual del conductor de la motocicleta antes de perder el control.

## 6. HALLAZGOS:

- a. Los resultados del análisis hecho son compatibles con el modelo físico utilizado, en particular con la posición final de los involucrados, las evidencias en la vía, el estado final (daños y evidencias) de los vehículos, las lesiones fatales que se presentaron, y la dinámica del accidente.
- b. La construcción del croquis en 3D se basa en el reporte de la autoridad de tránsito y en el registro de rastros y evidencias diagramados y referenciados en el croquis del IPAT, complementado con la inspección al lugar de los hechos, y las fotografías tomadas el día del accidente.
- c. El área de color verde de 1,0 x 0,5 m en las imágenes, indica que la interacción entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta área, con los ángulos que allí se observan, la cual se encuentra ubicada en el carril izquierdo de la avenida Ciudad de Cali.
- d. Es importante tener en cuenta que la motocicleta se encontraba volcada sobre su zona lateral izquierda al momento de la interacción con la volqueta.
- e. El tramo de vía donde se presentó el accidente es una recta, plana, de material asfalto, en buen estado, se encontraba seca, y con iluminación natural.
- f. En el tramo de vía donde se presentó el accidente, área urbana, sector comercial, la velocidad máxima permitida es de 60 km/h.
- g. Según el IPAT, el examen de embriaguez realizado al conductor del vehículo No. 1 volqueta arrojó resultado negativo.
- h. No se cuenta con información que permita identificar el estado anímico, fisiológico, y de embriaguez en el que se encontraba el conductor del vehículo No. 2 motocicleta al momento de los hechos.
- i. En el IPAT se registró que el conductor de la motocicleta sí portaba casco de protección al momento del accidente.
- j. Técnicamente no es posible determinar en el presente caso la participación de otro vehículo en la ocurrencia de los hechos.

- k.** Los resultados obtenidos poseen un margen de incertidumbre como consecuencia del análisis objetivo de la evidencia y el error sistemático que se presenta en el proceso investigativo, ante las falencias que se pueden llegar a presentar en cuanto a la fijación de la evidencia en el lugar de los hechos.
- l.** En el IPAT se registró como causa probable (hipótesis) del accidente para el vehículo No. 1 volqueta el código **121** (*No mantener distancia de seguridad*) “*Conducir muy cerca del vehículo de adelante, sin guardar las distancias previstas por el código nacional de tránsito para las diferentes velocidades*”.
- m.** En el IPAT no se registraron testigos del accidente.
- n.** Es probable que con información acerca de un posible video que haya captado el momento de la interacción entre los vehículos involucrados, se pueda complementar el presente informe.
- o.** En el croquis del IPAT fueron diagramadas huellas de frenado sobre la vía con una longitud de 1,96 m; sin embargo, durante la inspección a la vía momentos posteriores a la ocurrencia del accidente, fue posible constatar que la longitud de la mencionada evidencia es de 4,5 m.
- p.** Cabe resaltar que la tabla de medidas (cotas) del croquis del IPAT utilizado para el análisis del presente caso se encuentra borrosa; es probable que con información acerca de los mencionados datos se pueda complementar el presente informe.

## 7. CONCLUSIONES:

### 7.1 Secuencia:

1. Basados en el registro de evidencias y el análisis FORENSE realizado para el evento se plantea la secuencia PROBABLE<sup>3</sup> para el accidente en donde: Antes del accidente, ambos vehículos involucrados se desplazaban uno al lado del otro por el carril izquierdo en sentido sur – norte por la calzada oriental de la avenida Ciudad de Cali, el vehículo No. 1 VOLQUETA a una velocidad al momento del inicio del proceso de frenada comprendida entre veintiocho (28 km/h) y treinta y un (31 km/h) kilómetros por hora, mientras que para el vehículo No. 2 MOTOCICLETA no es posible técnicamente cuantificar su velocidad.
2. La velocidad de la volqueta al momento del inicio de la huella de frenada se calculó entre 26 y 28 km/h.
3. El conductor de la motocicleta pierde el control de la misma (sin poderse determinar técnicamente por cuál razón) sufre un volcamiento sobre su zona lateral izquierda, caen al suelo, a su vez, el conductor de la volqueta percibe un riesgo e inicia una maniobra de frenado de emergencia, la volqueta con su rueda posterior izquierda interactúa con la zona posterior de la motocicleta y con el motociclista en la región media de su cuerpo, la volqueta sigue hacia adelante arrastrándolos y marcando huellas de frenado de 4,5 m y huella de arrastre metálico de 6,4 m se detienen para quedar en posición final.

---

<sup>3</sup> 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 en cuanto a diseño, estado, iluminación, señalización, demarcación, no fueron factores generadores de la causa del accidente.

## 7.3 Factor vehículo:

No se cuenta con información que permita determinar que se hayan presentado fallas mecánicas en los vehículos involucrados antes del accidente.

## 7.4 Factor humano:

1. La velocidad del vehículo No. 1 VOLQUETA (entre 28 y 31 km/h) al momento del inicio del proceso de frenada era inferior a 60 km/h, velocidad máxima permitida.
2. Técnicamente no es posible en el presente caso identificar la velocidad del vehículo No. 2 MOTOCICLETA.
3. Técnicamente no es posible identificar una maniobra riesgosa y/o peligrosa por parte del vehículo No. 1 VOLQUETA antes y al momento de la ocurrencia del accidente.
4. La secuencia y dinámica del accidente sugiere que el vehículo No. 2 MOTOCICLETA realizaba una maniobra de adelantamiento al vehículo No.1 VOLQUETA, por el borde derecho del carril izquierdo, momentos previos a la pérdida de control.
5. Técnicamente no es posible identificar la razón por la cual se presentó la pérdida de control de la motocicleta por parte de su conductor antes de interactuar con la volqueta.

6. Basados en el análisis FORENSE de la información objetiva suministrada se establece que la causa<sup>4</sup> fundamental (DETERMINANTE) del accidente de tránsito, obedece a la pérdida de control del vehículo No. 2 MOTOCICLETA por parte de su conductor al desplazarse por el borde derecho del carril.

*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 IRSVIAL 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. "Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis, Rudolf Limpert, Fifth Edition, 1999, Lexis Publishing
3. "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.
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).

---

<sup>4</sup> CAUSA desde la óptica de la SEGURIDAD VIAL, es decir, se determinan los factores que de alguna forma originan riesgos viales, relacionados con el factor humano, la vía y los vehículos, no corresponden a juicios de valor o responsabilidad.

6. "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.
7. "Motorcycle Slide to Stops Tests" by Christopher J. Medwell, Joseph R. McCarthy, Michael T. Shanahan, SAE document number 970963.
8. Motorcycle Accident Reconstruction". Nathan Rose, William Neale. SAE International R-483, 2019, P: 38, 47 "*Summary of braking decelerations*".
9. Seventeen Motorcycle Crash Tests into Vehicles and a Barrier, Kelley S. Adamson Gregory C. Anderson, Peter Alexander Ralph Aronberg, Raymond P, Robinson and Gary M. Johnson J., Rolly Kinney, Kinney, Claude I. Burkhead, III David W. Sallmann, John McManus, SAE document number 2002-01-0551.
10. Motorcycle Accident Reconstruction". Kenneth S Obenski, Paul F Hill, Eric S Shapiro and Jack C Debes. Lawyers & Judges Publishing Company, Inc, 2007.



---

**Diego Manuel López Morales**  
Físico Forense – Director IRS VIAL SAS

**Ms Diego Manuel López Morales:** CC 79341890; [dlopez@irsvial.com](mailto:dlopez@irsvial.com); Cel: 3503424982, Carrera 71c # 116a – 71 Bogotá D.C.

- Físico y Magíster en ciencias Físico Matemáticas Peoples' Friendship University of *Russia*, Moscú - *Rusia*.
- Físico Forense Investigador y Reconstructor de accidentes de tránsito.
- Físico Forense Instituto de Medicina Legal, 1994 - 2005.
- Centro Internacional Forense FCI, socio fundador y director Forense FCI. 2005 – 2007.
- Director Forense IRS VIAL SAS. 2007 – 2022.
- Reconstructor de más de 3800 accidentes de tránsito.
- Perito experto en las cortes de Colombia.
- Docente Universitario de accidentología y seguridad vial.
- Presentador y asistente en World Reconstruction Exposition 2016 (2aEd) – 2023 (3aEd).
- Certificado como **PERITO FORENSE AVANZADO** en hechos de Tránsito, Organización Internacional de Accidentología Vial **OIAV**, Certificado **DEKRA ISO/IEC 17024 -2012. PFT 0010**
- Miembro **NAPARS** (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialists) **USA**.
- Miembro **APIAT** ( Asociación de Peritos en Investigación de Accidentes de Tránsito) - perito Nivel 3.
- Experto Asesor Forense en la Certificación en Reconstrucción Analítica de Accidentes de Tránsito (RAAT) por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.