

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



**VEHÍCULO No. 1:** TRACTOCAMIÓN, INTERNATIONAL 9400, modelo 2011, color azul, placa  
TRH 632.

**VEHÍCULO No. 2:** MOTOCICLETA, AKT AK 125 RL, modelo 2017, color rojo, placa HCN 13E.

## INFORME No. 240134412

Bogotá D.C., 13 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: .....                                                                          | 13 |
| 2.4 | MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO: .....                                               | 23 |
| 2.5 | VÍCTIMAS: .....                                                                           | 29 |
| 2.6 | VERSIONES: .....                                                                          | 29 |
| 3.  | ANÁLISIS FORENSE .....                                                                    | 30 |
| 3.1 | POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.....                            | 30 |
| 3.2 | DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS. ....                  | 32 |
| 4.  | SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO .....                                                 | 39 |
| 5.  | ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DESENCADENARON EL ACCIDENTE - ANÁLISIS DE<br>EVITABILIDAD..... | 44 |
| 6.  | HALLAZGOS: .....                                                                          | 48 |
| 7.  | CONCLUSIONES: .....                                                                       | 50 |
| 8.  | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                          | 53 |

## 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) Tres (3) 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 miércoles 13 de marzo de 2019 a las 10:10 horas, en el tramo de vía Cajamarca – Ibagué km 2+525 m, departamento del Tolima.



**Imagen No 1:** En esta imagen satelital se aprecia la ubicación geográfica del lugar donde ocurrió el accidente. **4.4201831,-75.2414432**

**INFORME POLICIAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO No. A**

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: **73001000** **IBAGÜE**

2. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **Km 24.525 RUTA 40 TIC VARIANTE**

3. LOCALIDAD O COMUNA: **IBAGÜE**

4. FECHA Y HORA: **13/03/2019 16:10**

5. CLASE DE ACCIDENTE: **CHOQUE**

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR: **6.1. ÁREA: RURAL**

7. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS: **7.1. DESCRIPCIÓN: A. RECTA**

8. CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS: **8.1. CONDUCTOR: Freddy Alexander Ochoa Salazar cc 89006563**

9. VEHÍCULO: **9.1. PLACA: TANGU 835395**

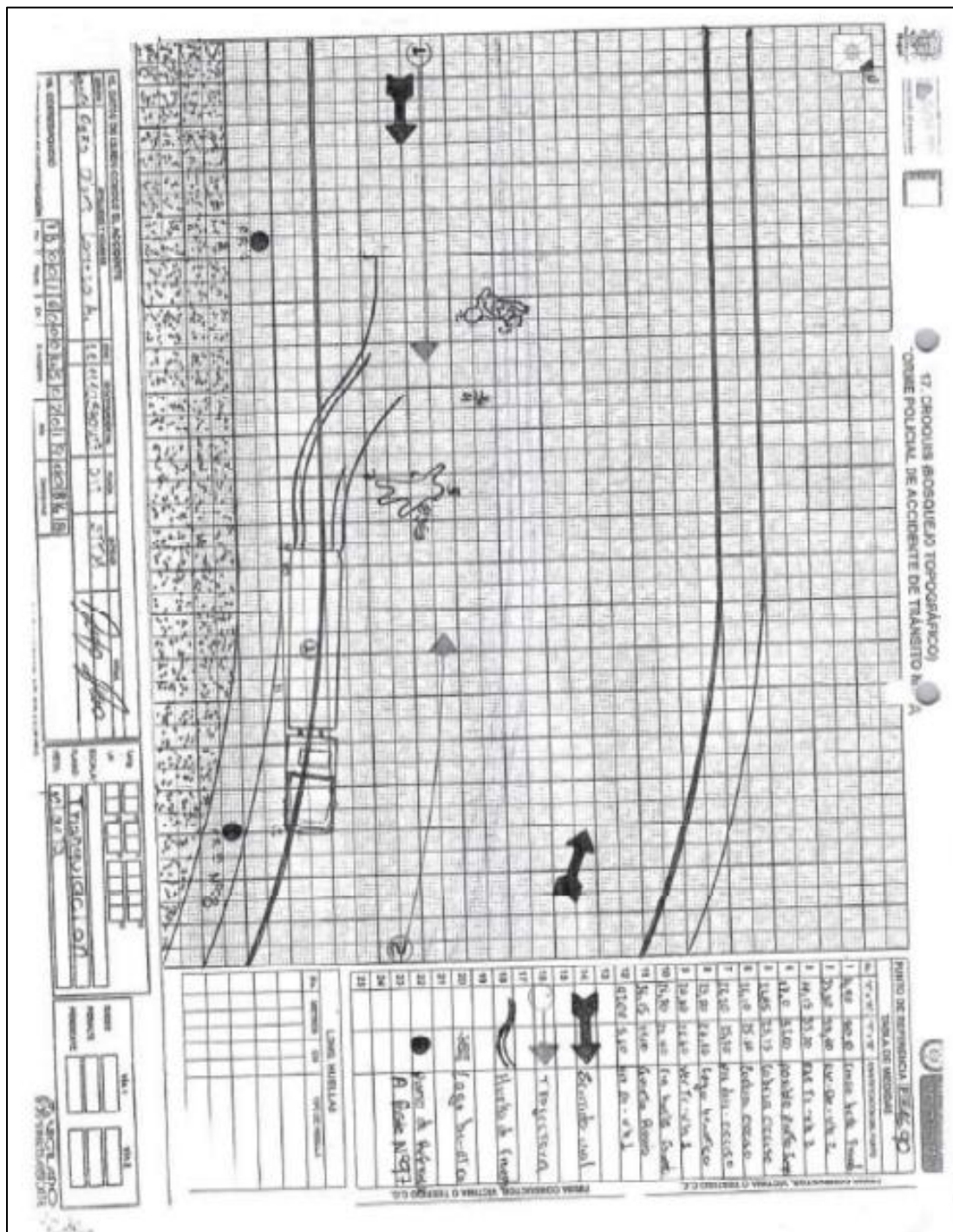
10. PROPIETARIO: **10.1. NOMBRE: Rosblon S.A.**

11. DETALLE DEL ACCIDENTE: **11.1. DESCRIPCIÓN: Fractura del grado polo delantero costado izquierdo**

**Imagen No. 2:** En esta imagen se muestra la página No. 1 del informe policial de accidente de tránsito IPAT.

| 8. CONDUCTORES, VEHÍCULOS Y PROPIETARIOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | VEHÍCULO 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 8.1 CONDUCTOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | 8.2 VEHÍCULO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | 8.3 PASAJEROS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 8.4 DESCRIPCIÓN DAÑO MATERIALES EN VEHÍCULO                                                                                                                                          |  |
| <p>8.1.1 CONDUCTOR</p> <p>Nombre y Apellido: <b>Jose Eliecer Pardo Pardo</b></p> <p>Identificación: <b>CC 7281538</b></p> <p>Fecha de Nacimiento: <b>22/09/98</b></p> <p>Sexo: <b>M</b></p> <p>Estado Civil: <b>Soltero</b></p> <p>Profesión: <b>Estudiante</b></p> <p>Licencia de Conducir: <b>39253412</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>A2</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p>                          |  | <p>8.2.1 VEHÍCULO</p> <p>Marca: <b>Hyundai</b></p> <p>Modelo: <b>2013</b></p> <p>Color: <b>Blanco</b></p> <p>Placa: <b>39253412</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>A2</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> |  | <p>8.3.1 PASAJEROS</p> <p>Nombre y Apellido: <b>Jose Eliecer Pardo Pardo</b></p> <p>Identificación: <b>CC 7281538</b></p> <p>Fecha de Nacimiento: <b>22/09/98</b></p> <p>Sexo: <b>M</b></p> <p>Estado Civil: <b>Soltero</b></p> <p>Profesión: <b>Estudiante</b></p> <p>Licencia de Conducir: <b>39253412</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>A2</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p>      |  | <p>8.4.1 DESCRIPCIÓN DAÑO MATERIALES EN VEHÍCULO</p> <p>Múltiples fracturas y deformidades en la zona frontal. Múltiples abolladuras en tanque de almacenamiento de combustible.</p> |  |
| 9. VÍCTIMAS: PASAJEROS, ACOMPAÑANTES O PEATONES No. 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 10. TOTAL VÍCTIMAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <p>9.1 VÍCTIMA</p> <p>Nombre y Apellido: <b>Jose Eliecer Pardo Pardo</b></p> <p>Identificación: <b>CC 7281538</b></p> <p>Fecha de Nacimiento: <b>22/09/98</b></p> <p>Sexo: <b>M</b></p> <p>Estado Civil: <b>Soltero</b></p> <p>Profesión: <b>Estudiante</b></p> <p>Licencia de Conducir: <b>39253412</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>A2</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p>                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | <p>10.1 TOTAL VÍCTIMAS</p> <p>Accompañante: <b>0</b></p> <p>Pasajero: <b>0</b></p> <p>Conductor: <b>1</b></p> <p>Total Heridos: <b>0</b></p> <p>Muertos: <b>1</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| 11. HIPÓTESIS DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 12. TESTIGOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <p>11.1 HIPÓTESIS DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO</p> <p>V1: <b>22/09/98</b></p> <p>V2: <b>22/09/98</b></p> <p>Del Conductor: <b>22/09/98</b></p> <p>Del Peatón: <b>22/09/98</b></p> <p>Del Pasajero: <b>22/09/98</b></p> <p>Otro: <b>22/09/98</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | <p>12.1 TESTIGOS</p> <p>Nombre y Apellido: <b>Jose Eliecer Pardo Pardo</b></p> <p>Identificación: <b>CC 7281538</b></p> <p>Fecha de Nacimiento: <b>22/09/98</b></p> <p>Sexo: <b>M</b></p> <p>Estado Civil: <b>Soltero</b></p> <p>Profesión: <b>Estudiante</b></p> <p>Licencia de Conducir: <b>39253412</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>A2</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p>        |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| 13. OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 14. ANEXOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <p>13.1 OBSERVACIONES</p> <p>Codificación V1: <b>22/09/98</b></p> <p>Codificación V2: <b>22/09/98</b></p> <p>Del Conductor: <b>22/09/98</b></p> <p>Del Peatón: <b>22/09/98</b></p> <p>Del Pasajero: <b>22/09/98</b></p> <p>Otro: <b>22/09/98</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | <p>14.1 ANEXOS</p> <p>Anexo 1: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 2: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 3: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 4: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 5: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 6: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 7: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 8: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 9: <b>22/09/98</b></p> <p>Anexo 10: <b>22/09/98</b></p>                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| 15. DATOS DE QUIEN CONDUCE EL ACCIDENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 16. CORRESPONDENCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <p>15.1 DATOS DE QUIEN CONDUCE EL ACCIDENTE</p> <p>Nombre y Apellido: <b>Jose Eliecer Pardo Pardo</b></p> <p>Identificación: <b>CC 7281538</b></p> <p>Fecha de Nacimiento: <b>22/09/98</b></p> <p>Sexo: <b>M</b></p> <p>Estado Civil: <b>Soltero</b></p> <p>Profesión: <b>Estudiante</b></p> <p>Licencia de Conducir: <b>39253412</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>A2</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | <p>16.1 CORRESPONDENCIA</p> <p>Nombre y Apellido: <b>Jose Eliecer Pardo Pardo</b></p> <p>Identificación: <b>CC 7281538</b></p> <p>Fecha de Nacimiento: <b>22/09/98</b></p> <p>Sexo: <b>M</b></p> <p>Estado Civil: <b>Soltero</b></p> <p>Profesión: <b>Estudiante</b></p> <p>Licencia de Conducir: <b>39253412</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>A2</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Vehículo: <b>Particular</b></p> <p>Clase de Servicio: <b>Particular</b></p> |  |                                                                                                                                                                                      |  |

Imagen No. 3: En esta imagen se muestra la página No. 2 del informe policial de accidente de tránsito IPAT.



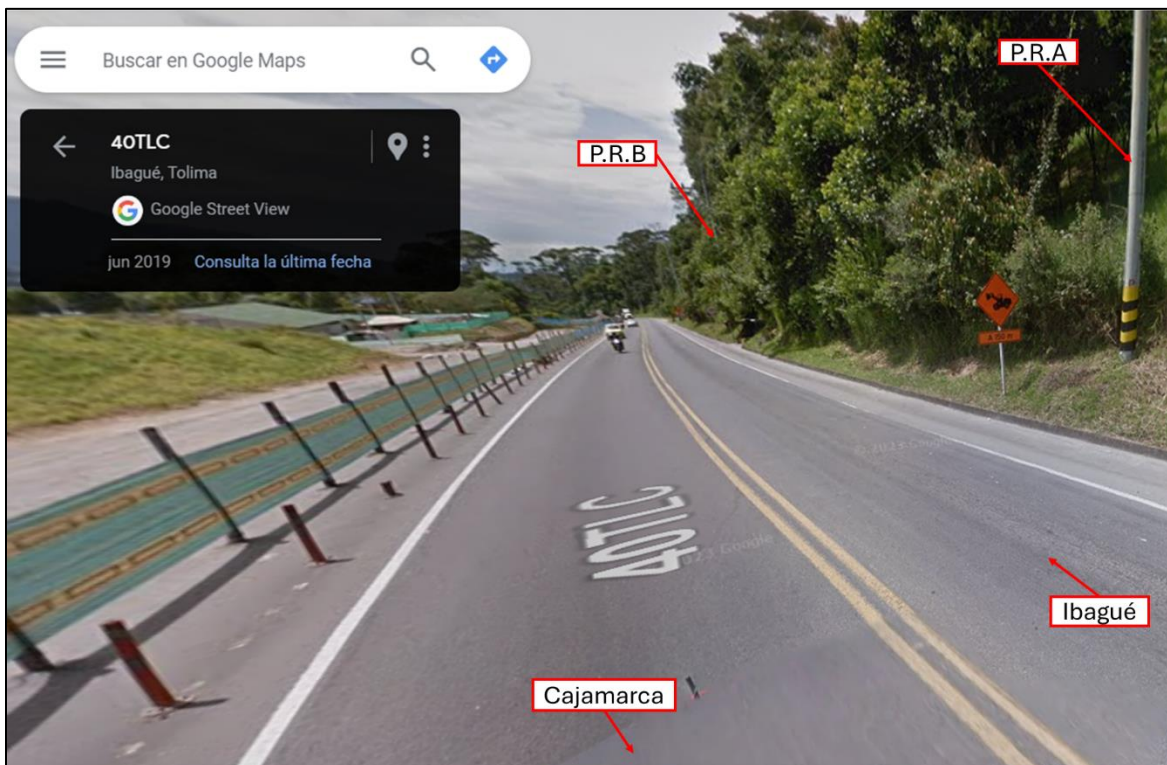
**Imagen No. 4:** En esta imagen se muestra el croquis (Bosquejo Topográfico), elaborado por la autoridad de tránsito.

## 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.



**Fotografía No. 1 Plano General:** En esta fotografía tomada en sentido Cajamarca – Ibagué se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente, la cual presentaba para la fecha de los hechos demarcación de línea amarilla doble continua separadora de carriles, líneas blancas de borde, y señal vertical SR-30 “Velocidad máxima permitida 30 km/h”; nótese el punto de referencia A (P.R.A). En este sentido se desplazaba el vehículo No. 1 Tractocamión.



**Fotografía No. 2 Plano General:** En esta fotografía complemento de la anterior tomada en sentido Cajamarca – Ibagué se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente; nótese los puntos de referencia A y B utilizados por la autoridad de tránsito para la elaboración del croquis. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 1 Tractocamión.



**Fotografía No. 3 Plano General:** En esta fotografía tomada en sentido Ibagué – Cajamarca se aprecia la señal vertical SR-30 “Velocidad máxima permitida 30 km/h” ubicada 300 metros aproximadamente antes del lugar del accidente. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 2 Motocicleta.



**Fotografía No. 4 Plano General:** En esta fotografía complemento de la anterior tomada en sentido Ibagué – Cajamarca se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 2 Motocicleta.

**Nota 1:** La fotografía No. 1 fue extraída del informe 2019-057 elaborado por PERITRANS; las fotografías No. 2 a la 4 fueron extraídas de GOOGLE MAPS STREET VIEW captadas en junio de 2019; la inspección a la vía y el registro fotográfico de la misma por parte del equipo investigativo de IRS VIAL, se realizó el día 01 de febrero de 2024.

| <b>CARACTERÍSTICAS</b> <i>ramo de vía Cajamarca – Ibagué km 2+525 m,<br/>departamento del Tolima.</i> |                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ÁREA</b>                                                                                           | <i>Rural Nacional</i>                                                                                                                                                                            |
| <b>DISEÑO</b>                                                                                         | <i>Tramo de vía</i>                                                                                                                                                                              |
| <b>GEOMÉTRICAS</b>                                                                                    | <i>Curva (R= 356 – 357 m), Pendiente 3°, Peralte 1,5°</i>                                                                                                                                        |
| <b>UTILIZACIÓN</b>                                                                                    | <i>Doble Sentido</i>                                                                                                                                                                             |
| <b>CALZADAS</b>                                                                                       | <i>Una</i>                                                                                                                                                                                       |
| <b>CARRILES</b>                                                                                       | <i>Dos</i>                                                                                                                                                                                       |
| <b>MATERIAL</b>                                                                                       | <i>Asfalto</i>                                                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                                                                         | <i>Bueno</i>                                                                                                                                                                                     |
| <b>CONDICIONES / TIEMPO</b>                                                                           | <i>Seca / Normal</i>                                                                                                                                                                             |
| <b>ILUMINACIÓN</b>                                                                                    | <i>Natural</i>                                                                                                                                                                                   |
| <b>CONTROLES Y SEÑALES</b>                                                                            | <i>demarcación de línea amarilla doble continua<br/>separadora de carriles, líneas blancas de borde, y<br/>señal vertical SR-30 “Velocidad máxima permitida 30<br/>km/h” (en ambos sentidos)</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: TRACTOCAMIÓN, INTERNATIONAL 9400**, modelo 2011, color azul, placa **TRH 632**.



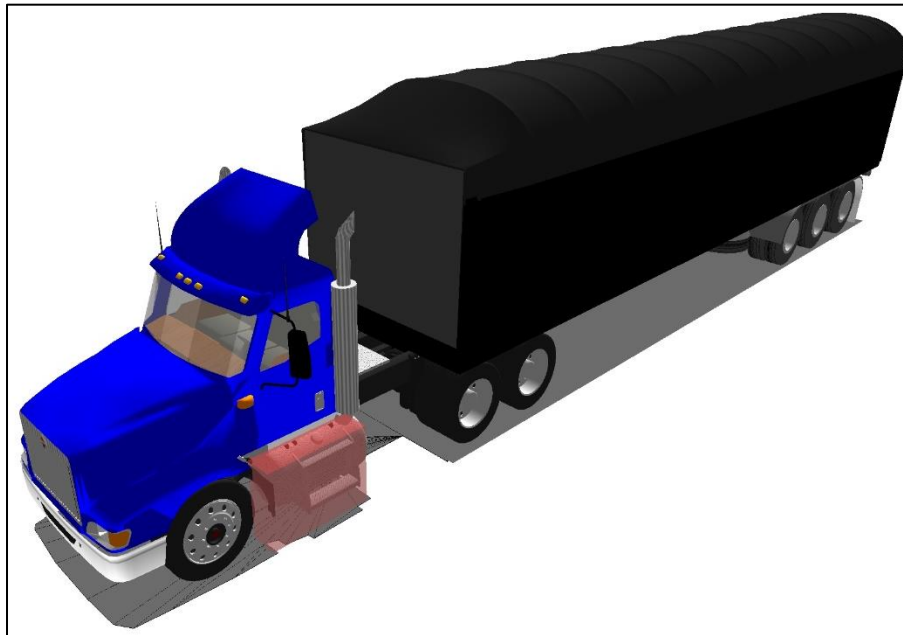
**Fotografía No. 5:** En esta fotografía se aprecian las características generales del vehículo tractocamión involucrado en el accidente.

| <b>CONDUCTOR</b>                              |                                   |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>FREDDY ALEXANDER ORDOÑEZ<br/>SALAMANCA</b> |                                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN</b>                         | C.C. 89.006.563                   |
| <b>EDAD</b>                                   | 42 años                           |
| <b>LICENCIA / RESTRICCIONES</b>               | C3 B3 activas / Sin Restricciones |

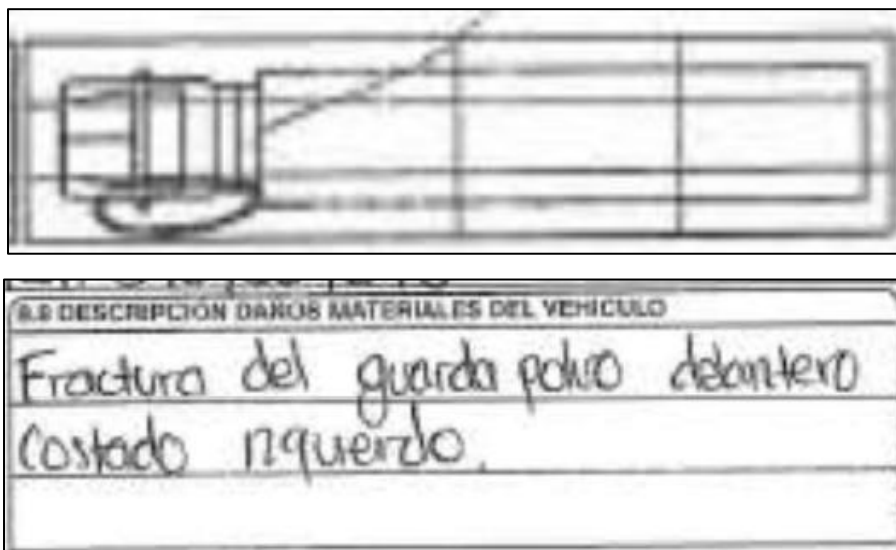
  

| <b>CARACTERÍSTICAS</b>   |                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VEHÍCULO No. 1</b>    |                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>SERVICIO</b>          | PÚBLICO                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>OCUPANTES / CARGA</b> | -                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>DIMENSIONES</b>       | Largo: 17,0 m<br>Ancho: 2,4 m<br>Distancia entre Ejes: 15,1 m <a href="http://foton-https://www.internationalcamiones.com/trucksImages/3/3.pdf">http://foton-https://www.internationalcamiones.com/trucksImages/3/3.pdf</a> |
| <b>PESO TOTAL</b>        | 20.000 – 50.000 kg                                                                                                                                                                                                          |

TABLA No. 2



**Imagen No. 5:** En esta imagen se aprecia en los recuadros de color rojo la ubicación de daños y/o evidencias en el tractocamión.



**Imagen No. 6:** En esta imagen se aprecia el diagrama de la autoridad, donde hacen referencia al lugar de impacto en el tractocamión (señalando la zona lateral izquierda tercio anterior), y la descripción de daños materiales presentados por el mismo registradas en el IPAT: “Fractura de guardapolvo delantero costado izquierdo”.



**Fotografías No. 6 y 7:** En estas fotografías se aprecia la zona de daños del tractocamión ubicada en la zona lateral izquierda tercio anterior, afectando guardafangos, y estribo inferior.



**Fotografías No. 8 y 9:** En estas fotografías se aprecian las deformaciones en el guardafangos, y estribo inferior.

- **VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, AKT AK 125 RL, modelo 2017, color rojo, placa HCN 13E.**

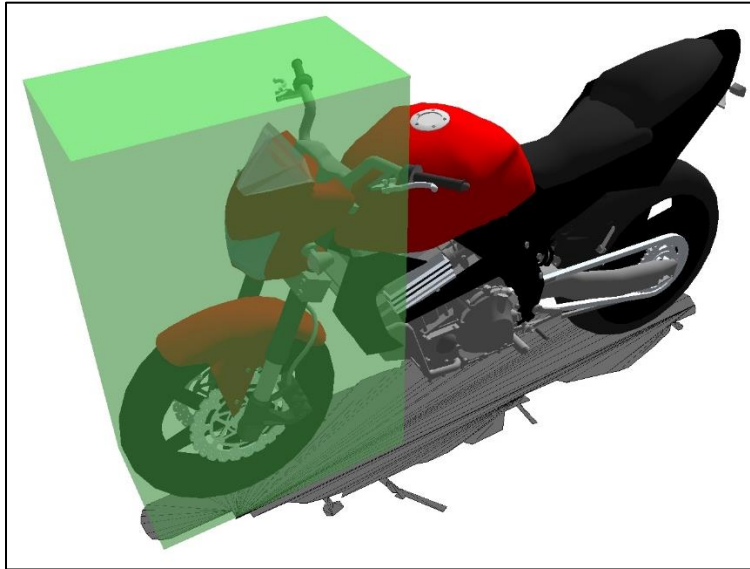


**Imagen No. 7:** En esta imagen se aprecian las características generales de un vehículo similar a la motocicleta involucrada en el accidente.

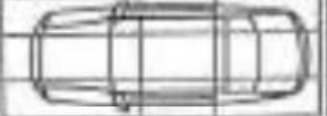
| CONDUCTOR                | JORGE ELIECER ROMERO PEÑATA   |
|--------------------------|-------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN           | C.C. 7.381.538                |
| EDAD                     | 42 años                       |
| LICENCIA / RESTRICCIONES | A2 Activa / Sin Restricciones |

| CARACTERÍSTICAS | VEHÍCULO No. 2                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SERVICIO        | PARTICULAR                                                                                                                                                                                                                                            |
| OCUPANTES       | 0                                                                                                                                                                                                                                                     |
| DIMENSIONES     | Largo: 2,02 m<br>Ancho: 0,74 m<br>Alto: 0,98 m<br>Distancia entre ejes: 1,27 m<br><a href="https://tecnoautos.com/motos/akt/ficha-tecnica-akt-evo-125-ne-tipo-street/">https://tecnoautos.com/motos/akt/ficha-tecnica-akt-evo-125-ne-tipo-street/</a> |
| PESO TOTAL      | 190 – 210 kg                                                                                                                                                                                                                                          |

TABLA No. 3



**Imagen No. 8:** En esta imagen se aprecia en los recuadros de color rojo la ubicación de daños y/o evidencias en la motocicleta.

|                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 8.9 LUGAR DE IMPACTO                                                                |                                                                                      | FRONTAL <input type="checkbox"/>                                                      | LATERAL <input checked="" type="checkbox"/> |
|  |  |  |                                             |

|                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.10 DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO                                                                           |
| Múltiples fracturas y deformidades en la zona frontal. Múltiples abolladuras en tanque de almacenamiento de combustible. |

**Imagen No. 9:** En esta imagen se aprecia el diagrama de la autoridad donde hacen referencia al lugar de impacto en la motocicleta (señalando la zona lateral izquierda entre el tercio anterior y medio), y la descripción de daños materiales presentados por la misma, registrados en el IPAT: “Múltiples fracturas y deformidades en la zona frontal, múltiples abolladuras en tanque de almacenamiento de combustible.”



**Fotografías No. 10 y 11:** En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona lateral izquierda, zona frontal y zona posterior de la motocicleta la cual presenta los daños en su tren delantero.

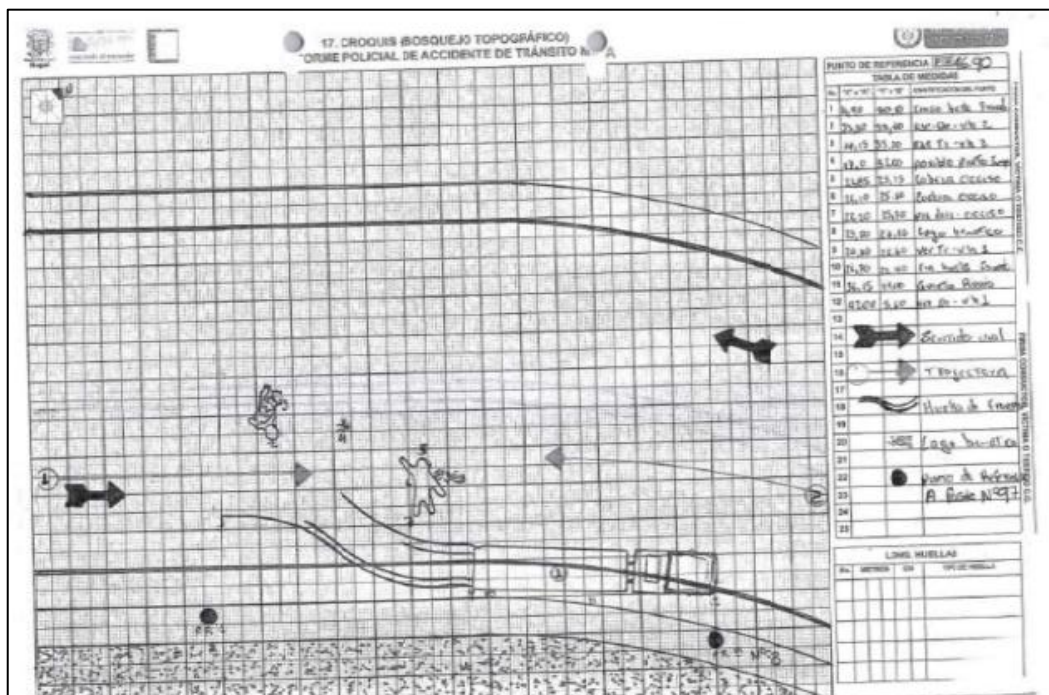


**Fotografías No. 12 y 13:** En estas fotografías se aprecian los daños en la zona frontal de la motocicleta, afectando los componentes del tren delantero.

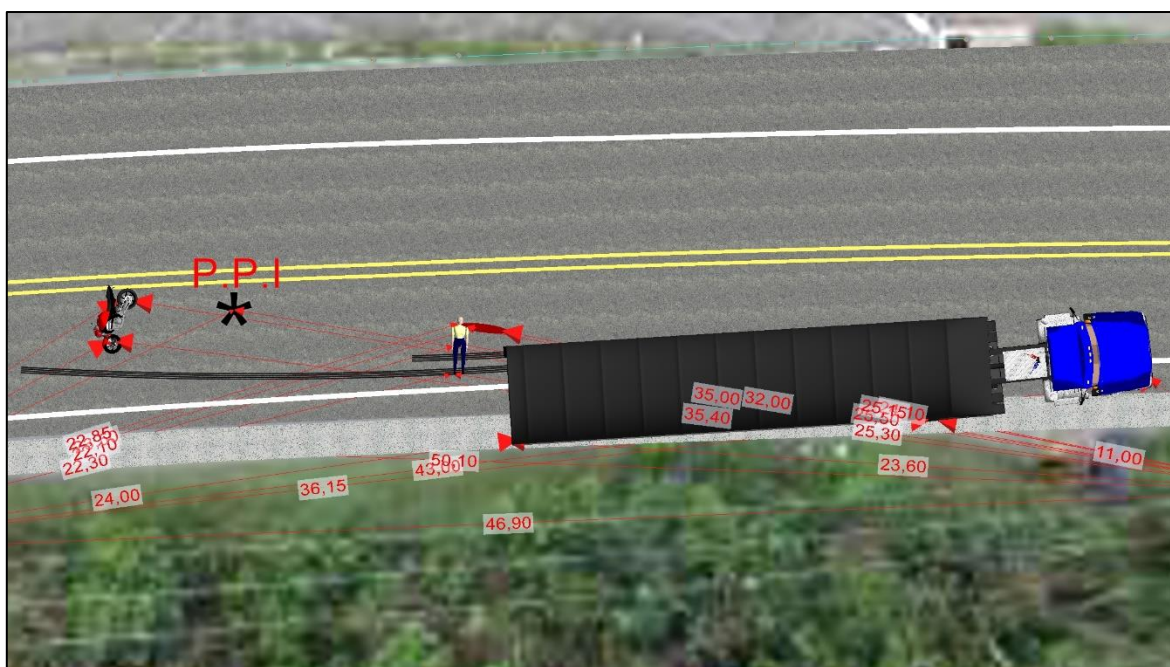
## 2.4 MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:

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

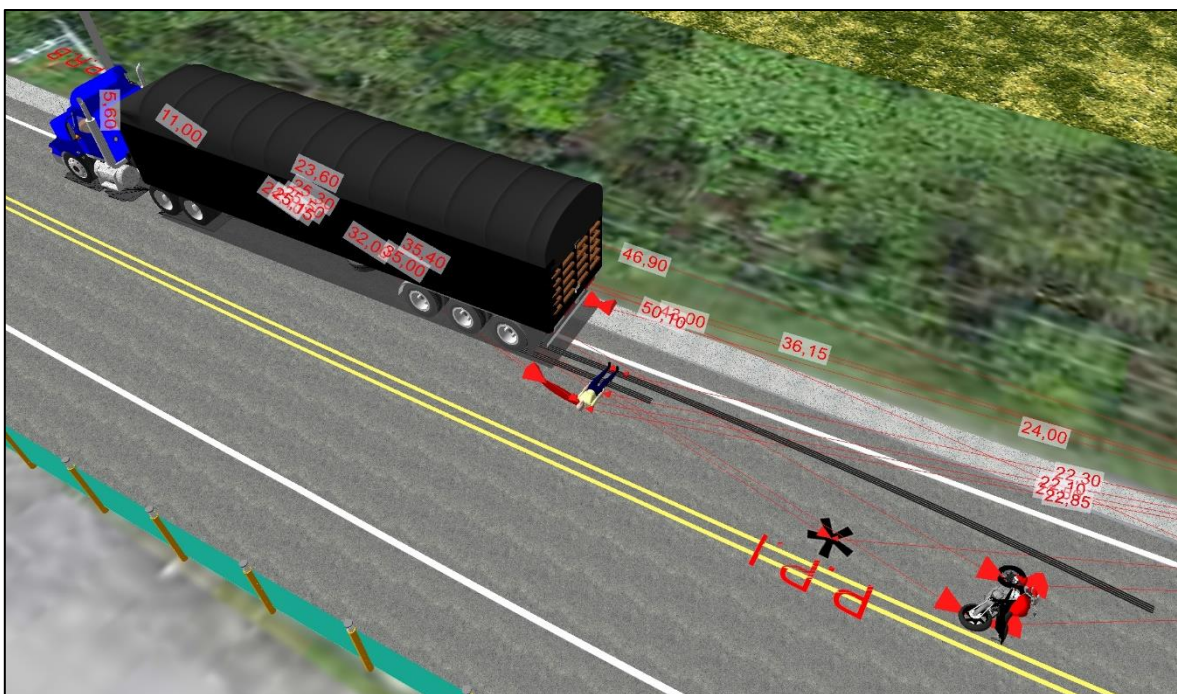
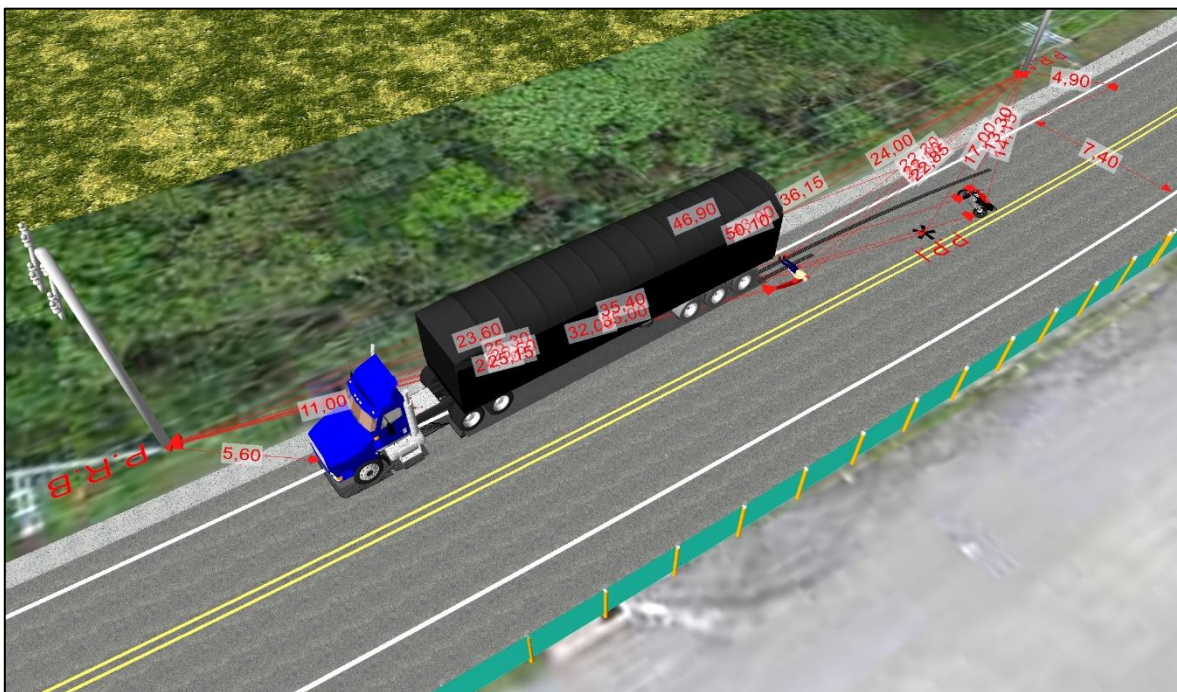
- Características y geometría de la vía.
- Posición final de los vehículos.
- Posición final del occiso.
- Lago hemático.
- Huella de frenado.
- Posible punto de impacto (P.P.I).
- Trayectorias vehiculares.
- Medidas (cotas).
- Puntos de referencia.



**Imagen No. 10:** En esta imagen se muestra el croquis (Bosquejo topográfico) del accidente realizado por la autoridad de tránsito.



**Imagen No. 11:** 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. 12:** En estas imágenes vistas en 3D se observan las evidencias diagramadas en el croquis del informe de la autoridad.



**Fotografía No. 14:** En esta fotografía se aprecia la posición final del tractocamión, la motocicleta, el occiso, la huella de frenado, y vestigios sobre la vía; es importante tener en cuenta que no se observa en la vía huella de frenado marcada con la rueda posterior derecha como se indica en el croquis del IPAT.



**Fotografía No. 15:** En esta fotografía se aprecia la posición final de la motocicleta; nótese que solo se observa sobre el asfalto la huella marcada por la rueda posterior izquierda del semirremolque del tractocamión, más no se perciben huellas marcadas con la rueda posterior derecha.



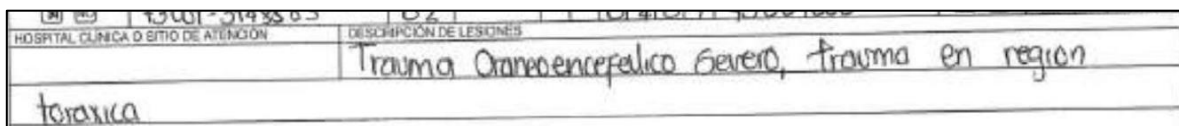
**Fotografía No. 16:** En esta fotografía se aprecia la posición final del tractocamión.

## 2.5 VÍCTIMAS:

Como consecuencia del accidente falleció una persona en vía pública:

| <b>NOMBRE</b>                      | <b>DATOS</b>                                                                                                                                    |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>JORGE ELIECER ROMERO PEÑATA</b> | <p>C.C. 7.381.538</p> <p>Fecha de nacimiento: 22/04/1976</p> <p>Edad: 42 años</p> <p>Conductor del vehículo No. 2 Motocicleta</p> <p>Occiso</p> |

**TABLA No. 4**



|                                      |                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| HOSPITAL CLÍNICA O SITIO DE ATENCIÓN | DESCRIPCIÓN DE LESIONES                                   |
|                                      | Trauma Craneoencefálico Severo, trauma en región torácica |

**Imagen No. 13:** En esta imagen se aprecia la descripción de lesiones presentadas por el conductor de la motocicleta registradas en el IPAT: “Trauma craneoencefálico severo, trauma en región torácica”.

## 2.6 VERSIONES:

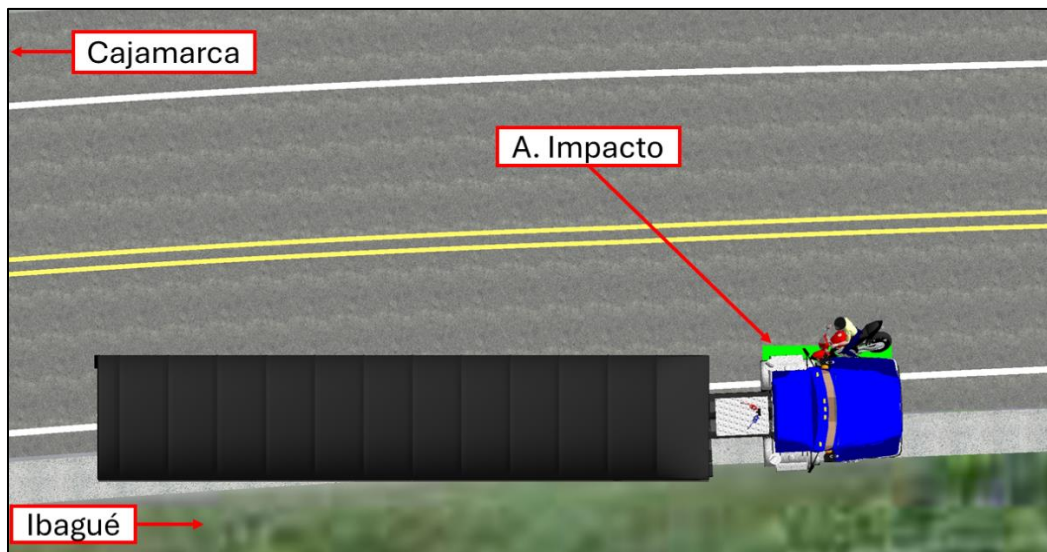
No fue posible contar con la versión del conductor del vehículo No. 1 tractocamión.

### 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.

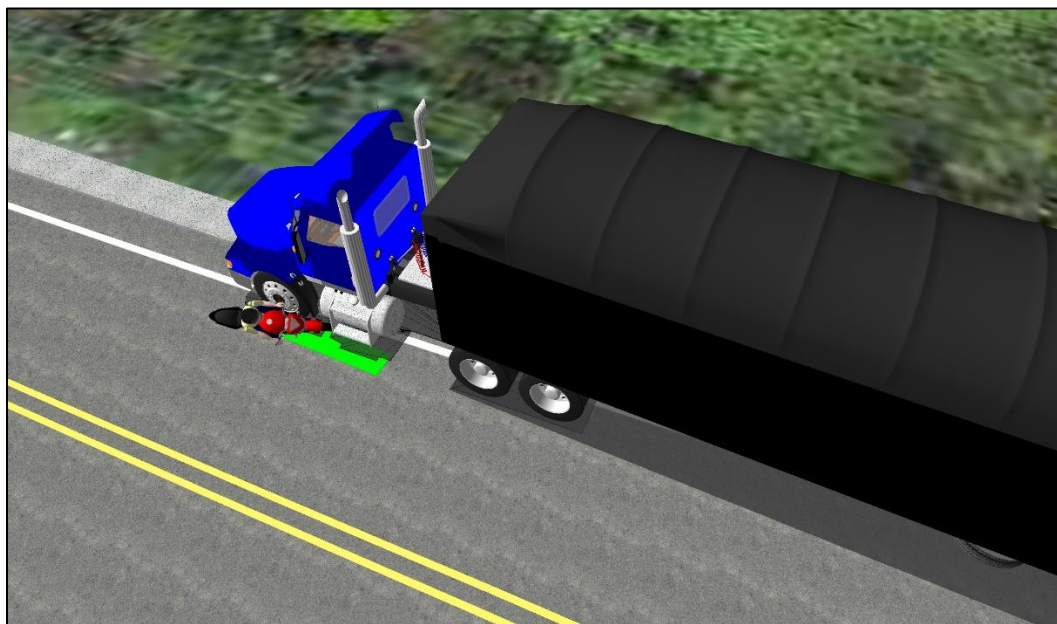
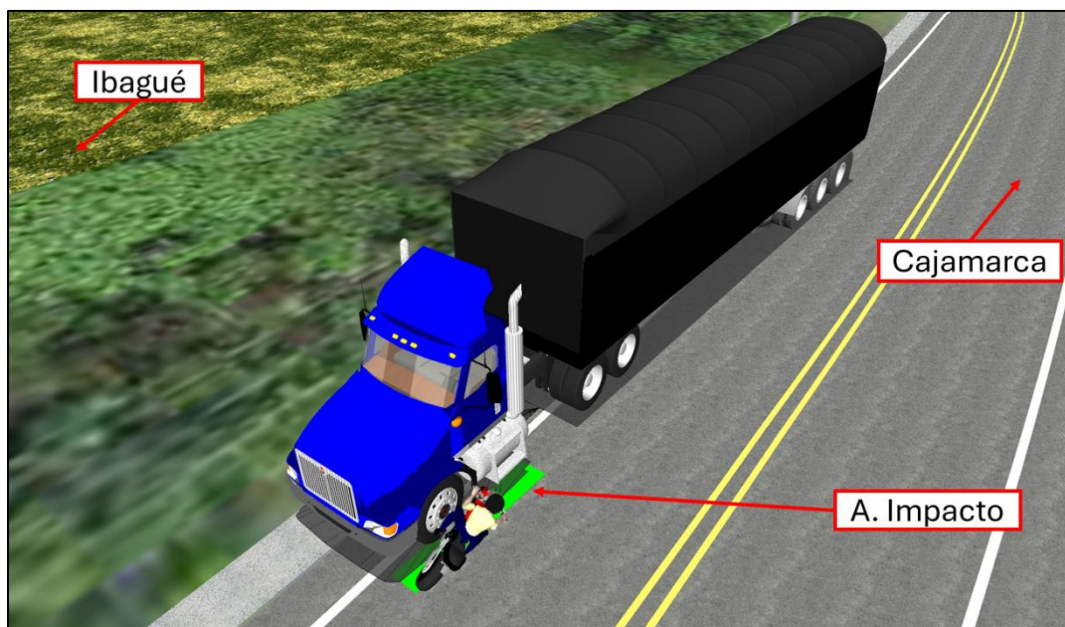
#### 3.1 POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.

Teniendo en cuenta la dinámica del accidente, el lugar de impacto en los vehículos, el estado final (daños) de los mismos, las lesiones fatales que se presentaron y las posiciones finales de los involucrados, se obtiene la posición relativa al momento del impacto entre los automotores, encontrando un contacto para el vehículo No. 1 tractocamión en su zona lateral izquierda tercio anterior, y en el vehículo No. 2 motocicleta en su zona frontal.



**Imagen No. 14:** En esta imagen vista en planta se muestra la posición relativa de los vehículos al momento del impacto, y el área de color verde donde se presentó la colisión.

El área verde de 3,0 x 0,5 m en las imágenes, indica que el impacto entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta, con los ángulos que se observan, ubicada en el carril que conduce de Cajamarca a Ibagué, es decir, en el carril de desplazamiento del tractocamión.



**Imagen No. 15:** En estas imágenes vistas en 3D se muestra la posición relativa de los vehículos al momento del impacto, y el área de color verde donde se presentó la colisión.

### 3.2DESARROLLO 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 en ese instante, así como la secuencia de movimiento después del impacto. La valoración de estos interrogantes permitirá conocer la o las causas que desencadenaron el hecho.

#### Conceptos básicos: teóricos-físicos.

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

- El área de impacto se localizó teniendo en cuenta las trayectorias que seguían los vehículos antes de la colisión, los daños que estos presentaron, sus lugares de impacto, sus posiciones finales, y las evidencias en la vía, a partir de los resultados de los cálculos realizados, utilizando en conjunto las leyes de la cinemática, lugares diferentes no dieron resultados físicamente posibles y por tal motivo se descartan.
- Los vehículos después del impacto se detienen por el rozamiento de su estructura con el piso para la motocicleta, por el rozamiento de las llantas sobre el piso seco para el tractocamión, y el arrastre del conductor de la motocicleta sobre el suelo.
- La región donde se produjo la colisión y hasta donde se detuvieron los vehículos es curva, pendiente 3° (bajando para la motocicleta, subiendo para el tractocamión), se encontraba seca, de material asfalto en buen estado, y con iluminación natural.

- Los coeficientes de rozamiento efectivo<sup>1</sup> después del impacto que se usaron para realizar los cálculos se tomaron de tal forma que involucraran todo el proceso de detención de los vehículos descrito anteriormente, entre  $\mu=0,3$  y  $\mu=0,5$  para la motocicleta, y entre 0,5 y 0,6 para el tractocamión.
- La posición relativa de los vehículos al momento del impacto se encuentra a partir de los daños que estos presentaron, sus lugares de impacto, sus posiciones finales, las lesiones fatales, y la dinámica del accidente.
- Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción del conductor entre 1,2 y 1,5 s, la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento efectivo* entre 0,5 y 0,6 para el tractocamión y entre 0,4 y 0,6 para la motocicleta.
- 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 técnicas<sup>2</sup> 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.

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> 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 de accidentes utilizando la técnica EES realizados con software de simulación como por ejemplo Virtual Crash, PC Crash, entre otros.
- 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; sin embargo, los rangos usados para los diferentes parámetros se han escogido de manera que incluyan lo que en realidad sucedió.

### 3.2.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD RELATIVA INICIAL Y EL $\Delta V$ DE LOS VEHÍCULOS A PARTIR DE LA TECNICA EES.

$$V_{R1} = \sqrt{V_{R2}^2 + \frac{2\Delta E}{m^*}} \quad (1)$$

$V_{R1}$ = Velocidad relativa inicial. Se obtuvo valores: entre 89 y 125 km/h.

$V_{R2}$ = Velocidad relativa final. Se utilizó entre 55 y 60 km/h.

$m^*$ = masa reducida.

$\Delta E$  = Energía total de deformación.

$$m^* = \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

$m_1$  = masa del vehículo tractocamión: entre 20.000 y 50.000 kg.

$m_2$  = masa del vehículo motocicleta: entre 190 y 210 kg.

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_1 * EES_1^2 + \frac{1}{2} m_2 * EES_2^2 \quad (3)$$

EES<sub>1</sub> = Velocidad equivalente de Energía del tractocamión: entre 5 y 8 km/h.

EES<sub>2</sub> = Velocidad equivalente de Energía de la motocicleta: entre 20 y 25 km/h.

$$\Delta V_1 = \sqrt{\frac{2Em_2}{m_1*(m_1+m_2)}} \quad (4)$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{\frac{2Em_1}{m_2*(m_1+m_2)}} \quad (5)$$

ΔV: Cambio de velocidad del vehículo durante el impacto.

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

$$E = E_1 + E_2 \quad (6)$$

E<sub>1</sub>= Energía absorbida por el vehículo No. 1.

E<sub>2</sub>= Energía absorbida por el vehículo No. 2.

$$E_1 = \frac{EES_1^2 * m_1}{2} \quad (7) \quad E_2 = \frac{EES_2^2 * m_2}{2} \quad (8)$$

EES = Velocidad equivalente de Energía: Es la velocidad del vehículo al colisionar contra una barrera indeformable y presentar los mismos daños que resultaron en el accidente.

Se obtiene un ΔV para el tractocamión: entre 0,4 y 0,6 km/h.

Se obtiene un ΔV para la motocicleta: entre 68,9 y 108,4 km/h.

| IRS <sup>®</sup> Calculator                                                          |         |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------|------|-----------------------------------|-------|--------|-------|
| Calculo de ΔV y Vr a partir de estimación de EES                                     |         |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Masa del vehiculo 1                                                                  | 35000   | 20000                                                                                                                                                                | 50000 |                                   |      |                                   |       |        |       |
| EES mínimo V1                                                                        | 5 km/h  |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| EES máximo V1                                                                        | 8 km/h  |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Masa del vehiculo 2                                                                  | 200     | 190                                                                                                                                                                  | 210   |                                   |      |                                   |       |        |       |
| EES mínimo V2                                                                        | 20      |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| EES máximo V2                                                                        | 25 km/h |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Velocidad relativa final mínima                                                      | 55 km/h |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Velocidad relativa final máxima                                                      | 60 km/h |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
|  |         |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Resultados                                                                           |         |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Energía mínima del vehiculo 1                                                        | 33758   | <table border="1"> <tr> <td>ΔV Vehiculo 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>mínimo</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>máximo</td> <td>0,6</td> </tr> </table>              |       | ΔV Vehiculo 1                     |      | mínimo                            | 0,4   | máximo | 0,6   |
| ΔV Vehiculo 1                                                                        |         |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| mínimo                                                                               | 0,4     |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| máximo                                                                               | 0,6     |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Energía máxima del vehiculo 1                                                        | 86420   |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Energía mínima del vehiculo 2                                                        | 3086    | <table border="1"> <tr> <td>ΔV Vehiculo 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>mínimo</td> <td>68,9</td> </tr> <tr> <td>máximo</td> <td>108,4</td> </tr> </table>           |       | ΔV Vehiculo 2                     |      | mínimo                            | 68,9  | máximo | 108,4 |
| ΔV Vehiculo 2                                                                        |         |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| mínimo                                                                               | 68,9    |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| máximo                                                                               | 108,4   |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Energía máxima del vehiculo 2                                                        | 4823    |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Energía total mínima                                                                 | 36844   | <table border="1"> <tr> <td>Velocidad relativa inicial mínima</td> <td>88,5</td> </tr> <tr> <td>Velocidad relativa inicial máxima</td> <td>124,5</td> </tr> </table> |       | Velocidad relativa inicial mínima | 88,5 | Velocidad relativa inicial máxima | 124,5 |        |       |
| Velocidad relativa inicial mínima                                                    | 88,5    |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Velocidad relativa inicial máxima                                                    | 124,5   |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
| Energía total máxima                                                                 | 91242   |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |
|   |         |                                                                                                                                                                      |       |                                   |      |                                   |       |        |       |

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

### 3.2.2 VELOCIDAD DEL TRACTOCAMIÓN AL INICIO DE LA HUELLA A PARTIR DE LA DESACELERACIÓN EFECTIVA Y PENDIENTE

$$V = 3,6\sqrt{2gd(\mu \cos \theta \pm \sin \theta)} \quad (9)$$

V: Velocidad del tractocamión al inicio de la huella: entre 46 y 52 km/h.

$\mu$ : Coeficiente de rozamiento efectivo: entre 0,5 y 0,6

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

$\theta$ : Ángulo de la pendiente: 3° (5,24)

d<sub>f</sub>: Longitud de la huella de frenado: entre 15 y 16 m.

Es importante anotar que este tipo de vehículos disminuyen la velocidad desde el inicio del proceso de frenada (48 y 57 km/h) hasta el inicio de la huella de frenada (46 y 52) entre un 5% y 10%.

**IRS® Calculator**

**VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO DE ACUERDO A LA HUELLA Y FACTOR  
DESACELERACIÓN HASTA QUE SE DETIENE COMPLETAMENTE**

|                                |           |       |      |                |
|--------------------------------|-----------|-------|------|----------------|
| DISTANCIA MINIMA               | d min (m) | 15,00 |      |                |
| DISTANCIA MAXIMA               | d max (m) | 16,00 |      |                |
| COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO | $\mu$ min | 0,5   |      |                |
| COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO | $\mu$ max | 0,6   |      |                |
|                                |           |       |      |                |
| PENDIENTE DE LA VIA            | %         | 5,24  | 0,05 | Grados<br>3,00 |



INVESTIGACIÓN FORENSE, RECONSTRUCCIÓN, SEGURIDAD VIAL

RESULTADOS

|                  |       |           | Tipo de vehiculo |  |  |
|------------------|-------|-----------|------------------|--|--|
|                  |       |           | Grandes<br>km/h  |  |  |
| <b>SUBIENDO</b>  |       |           |                  |  |  |
| VELOCIDAD MINIMA | 12,74 | 45,8 km/h | 48,1             |  |  |
| VELOCIDAD MAXIMA | 14,29 | 51,5 km/h | 56,6             |  |  |

**Imagen No. 17:** 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 IMPACTO

$$V_{ri}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos\theta \quad (10)$$

$V_{ri}$ : Velocidad relativa inicial, entre 89 y 125 km/h.

$V_1$ : Velocidad de impacto del tractocamión: entre 46 y 52 km/h.

$V_2$ : Velocidad de impacto de la motocicleta: entre 44 y 73 km/h.

$\theta$ : Ángulo que forman las velocidades al momento del impacto, entre  $0^\circ$  y  $05^\circ$  para el tractocamión, y entre  $195^\circ$  y  $200^\circ$  para la motocicleta.

| VELOCIDAD RELATIVA INICIAL                                                        |                     |                     |               |               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------|
| IRS® Calculator                                                                   |                     | $\alpha 1i$         | $\alpha 2i$   | V1            | V2                  |
|                                                                                   |                     | Prom                | 49            | 59            |                     |
|  | $\alpha 1i$ (°) min | $\alpha 2i$ (°) min | V1i (km/h)min | V2i (km/h)min | $\alpha 1i$ (°) min |
|                                                                                   | 0                   | 195                 | 46            | 44            | 0,00                |
|                                                                                   | $\alpha 1i$ (°) máx | $\alpha 2i$ (°) máx | V1i (km/h)max | V2i (km/h)max | $\alpha 1i$ (°) máx |
|                                                                                   | 5                   | 200                 | 52            | 73            | 0,09                |
| RESULTADO                                                                         |                     |                     |               |               |                     |
| Velocidad Relativa                                                                | Vr min              | 88,6                | 88,5          |               |                     |
|                                                                                   | Vr max              | 124,5               | 124,5         |               |                     |

**Imagen No. 18:** En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

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

$$D_T = \frac{(V_v \mp g t_r \sin \theta)^2}{2(\mu \cos \theta \pm \sin \theta)g} + t_r V_v \mp \frac{t_r^2 g \sin \theta}{2} \quad (11)$$

$D_T$  = Distancia total recorrida.

$V_v$  = Velocidad del vehículo.

$g$  = Valor de la aceleración gravitacional terrestre  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

$t_r$  = tiempo de reacción de una persona atenta.

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

$\theta$  : Pendiente de la vía  $3^\circ$ .

**IRS® Calculator**

**IRS® Calculator**

### DISTANCIA TOTAL DE PARADA TRACTOCAMIÓN

|                                |               |      |                                                                                     |        |
|--------------------------------|---------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| VELOCIDAD MINIMA INICIAL       | Vo min (km/h) | 48   | 13,3                                                                                |        |
| VELOCIDAD MAXIMA INICIAL       | Vo max (km/h) | 57   | 15,8                                                                                |        |
| COEFICIENTE DE FRICCION MINIMO | $\mu$ min     | 0,5  |  |        |
| COEFICIENTE DE FRICCION MAXIMO | $\mu$ max     | 0,6  |                                                                                     |        |
| TIEMPO DE REACCION MINIMO      | tr min (seg)  | 1,2  |                                                                                     |        |
| TIEMPO DE REACION MAXIMO       | tr max (seg)  | 1,5  | Radianes                                                                            | Grados |
| PENDIENTE DE LA VIA            | %             | 5,24 | 0,05                                                                                | 3,00   |

### RESULTADOS

|                  | distancia de<br>reacción |   | distancia<br>de<br>frenado |   | Distanci<br>a total |   |
|------------------|--------------------------|---|----------------------------|---|---------------------|---|
| <b>SUBIENDO</b>  |                          |   |                            |   |                     |   |
| DISTANCIA MINIMA | 15,6                     | m | 12,7                       | m | 28,3                | m |
| DISTANCIA MAXIMA | 23,2                     | m | 21,0                       | m | 44,2                | m |

**IRS® Calculator**

**IRS® Calculator**

### DISTANCIA TOTAL DE PARADA MOTOCICLETA

|                                |               |      |                                                                                       |        |
|--------------------------------|---------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| VELOCIDAD MINIMA INICIAL       | Vo min (km/h) | 44   | 12,22                                                                                 |        |
| VELOCIDAD MAXIMA INICIAL       | Vo max (km/h) | 73   | 20,28                                                                                 |        |
| COEFICIENTE DE FRICCION MINIMO | $\mu$ min     | 0,4  |  |        |
| COEFICIENTE DE FRICCION MAXIMO | $\mu$ max     | 0,6  |                                                                                       |        |
| TIEMPO DE REACCION MINIMO      | tr min (seg)  | 1,2  |                                                                                       |        |
| TIEMPO DE REACION MAXIMO       | tr max (seg)  | 1,5  | Radianes                                                                              | Grados |
| PENDIENTE DE LA VIA            | %             | 5,24 | 0,05                                                                                  | 3,00   |

### RESULTADOS

|                  | distancia de<br>reacción |   | distancia<br>de |   | Distanci<br>a total |   |
|------------------|--------------------------|---|-----------------|---|---------------------|---|
| <b>BAJANDO</b>   |                          |   |                 |   |                     |   |
| DISTANCIA MINIMA | 15,0                     | m | 15,4            | m | 30,4                | m |
| DISTANCIA MAXIMA | 31,0                     | m | 65,1            | m | 96,1                | m |

**Imagen No. 19:** En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

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

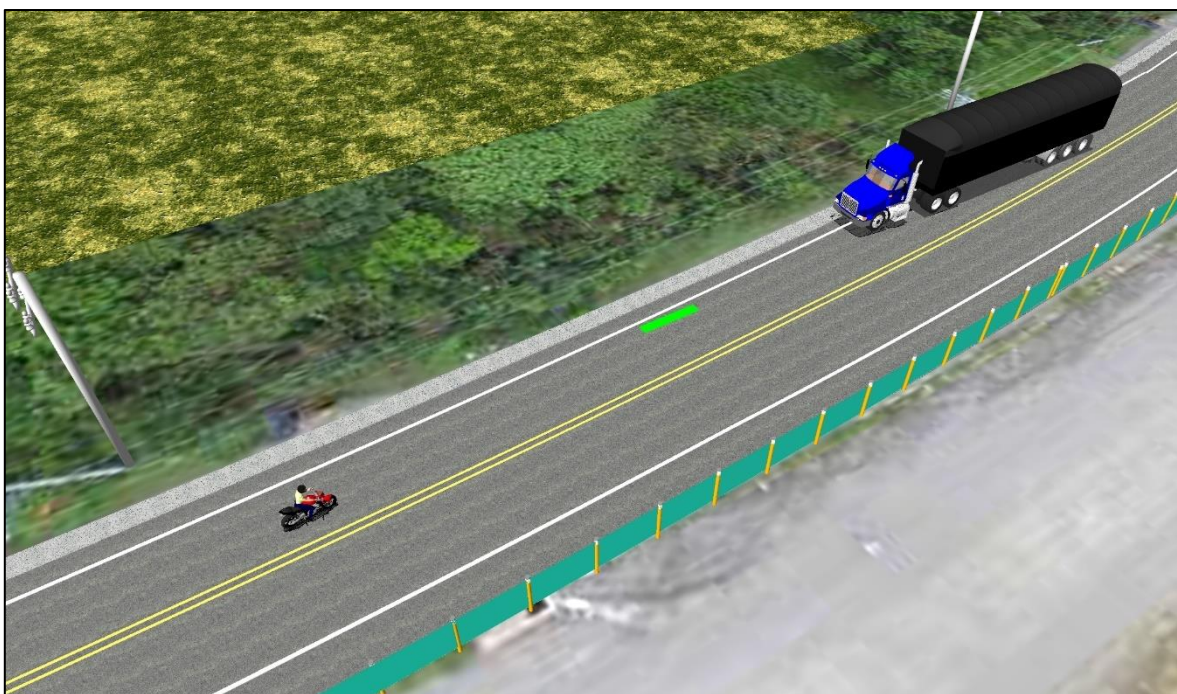
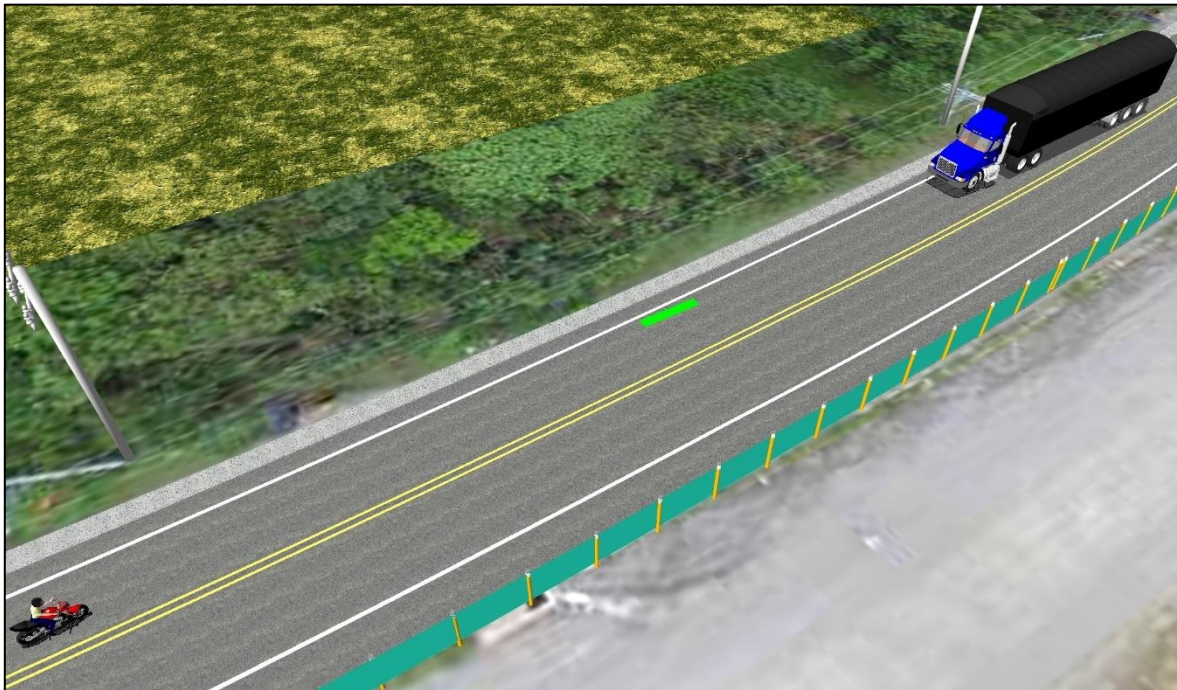
Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable para el accidente en donde: Antes del accidente de tránsito, el vehículo No. 1 **TRACTOCAMIÓN** se desplazaba en sentido Cajamarca – Ibagué a una velocidad al momento del inicio del proceso de frenada comprendida entre cuarenta y ocho (**48 km/h**) y cincuenta y siete (**57 km/h**) kilómetros por hora, y el vehículo No. 2 **MOTOCICLETA** se desplazaba en sentido Ibagué – Cajamarca a una velocidad al momento del impacto comprendida entre cuarenta y cuatro (**44 km/h**) y setenta y tres (**73 km/h**) kilómetros por hora.

La velocidad del tractocamión al momento del inicio de la huella de frenada y al momento del impacto se calculó entre 46 y 52 km/h.

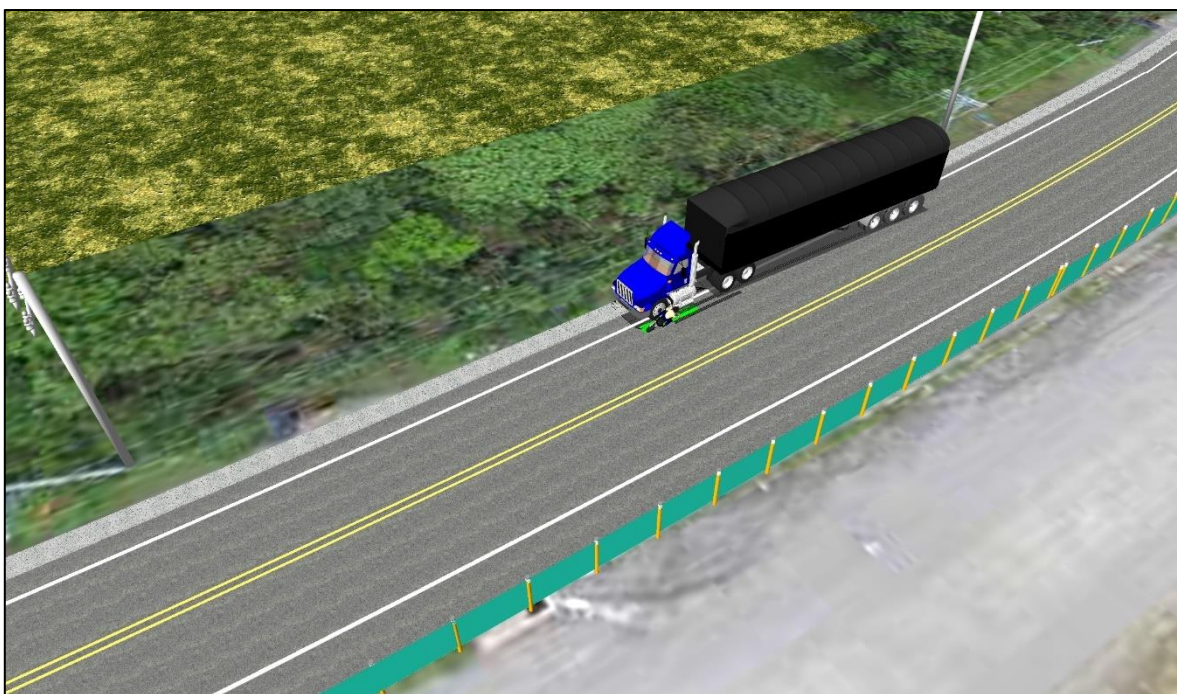
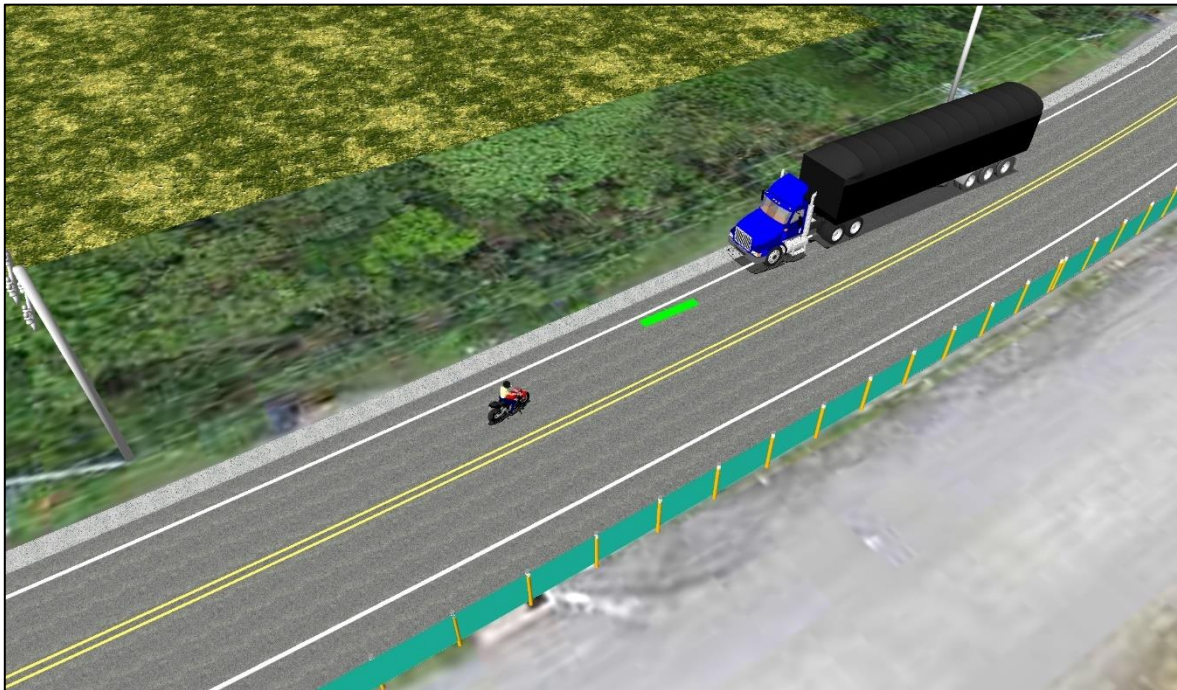
La velocidad calculada para la motocicleta es al momento del impacto, antes pudo haberse desplazado a mayor velocidad (sin poderse cuantificar analíticamente su valor) y realizar maniobras de frenado sin dejar evidencias.

La motocicleta ocupa el carril de sentido contrario (contra vía) (sin poder identificar técnicamente por cuál razón), el conductor del tractocamión percibe el riesgo e inicia una maniobra de frenado con bloqueo de ruedas marcando una huella de entre 15 y 16 metros sobre el asfalto, la motocicleta con su zona frontal impacta con la zona lateral izquierda entre el tercio anterior y tercio medio del cabezote del tractocamión el cual sigue hacia adelante para detenerse y alcanzar su posición final; después de la colisión la motocicleta y su conductor se deslizan por el asfalto hasta detenerse y alcanzar su posición final.

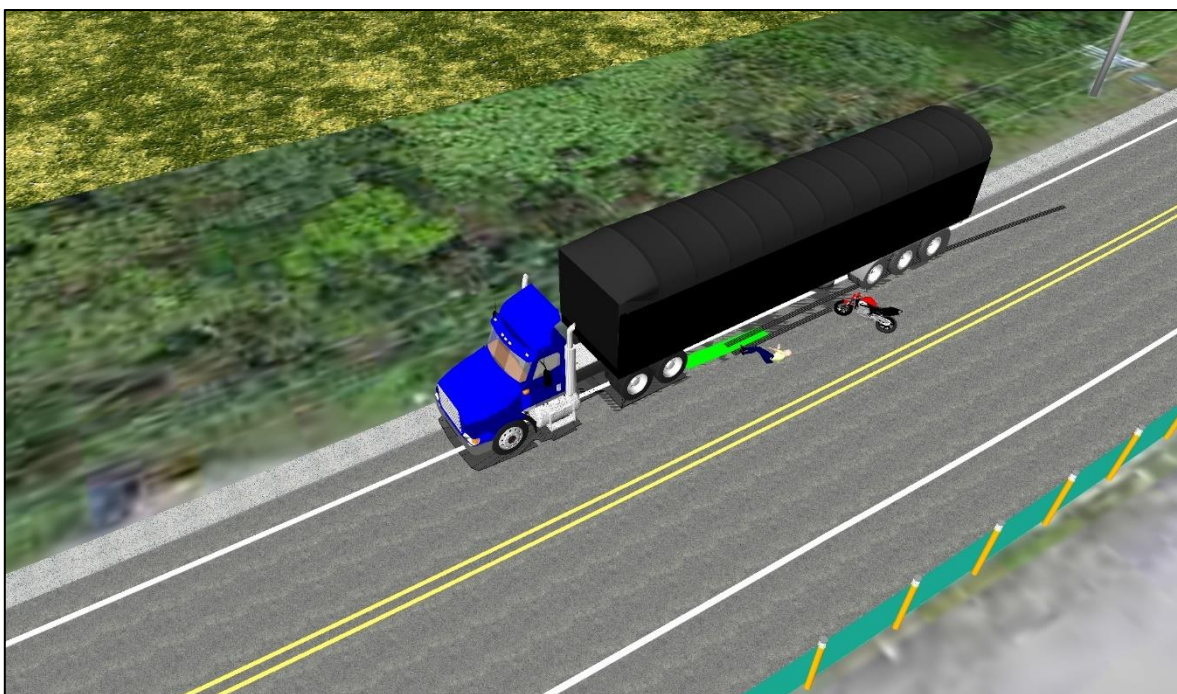
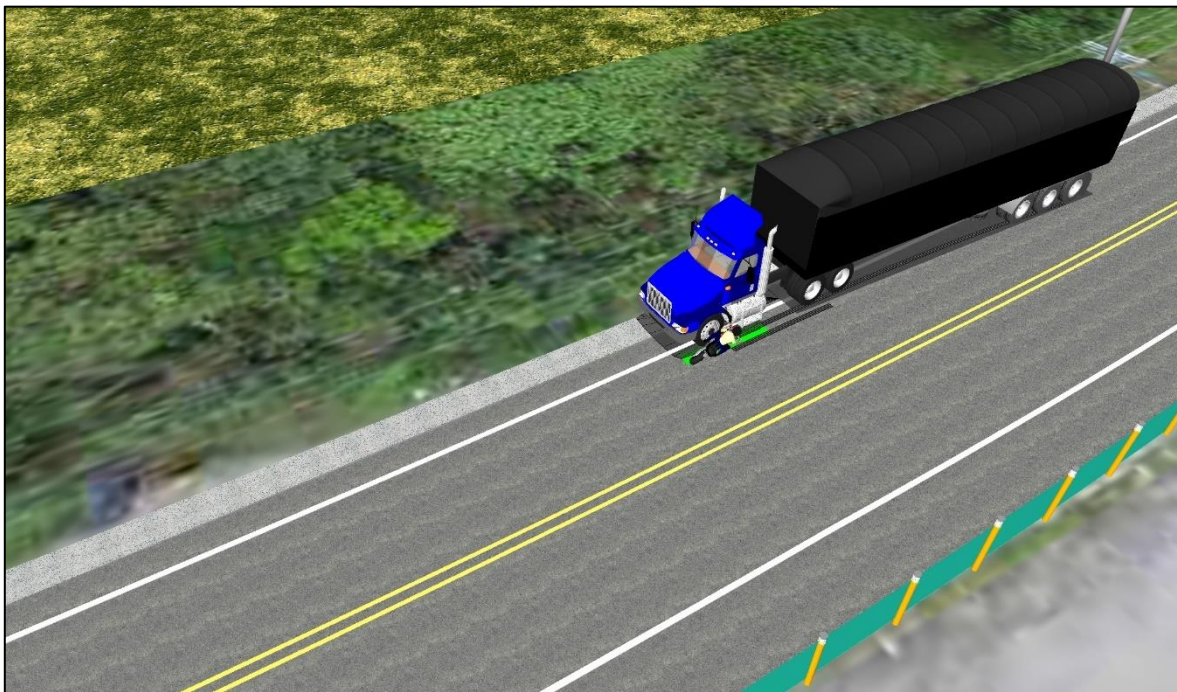
A continuación, se aprecia la secuencia del accidente en orden cronológico:



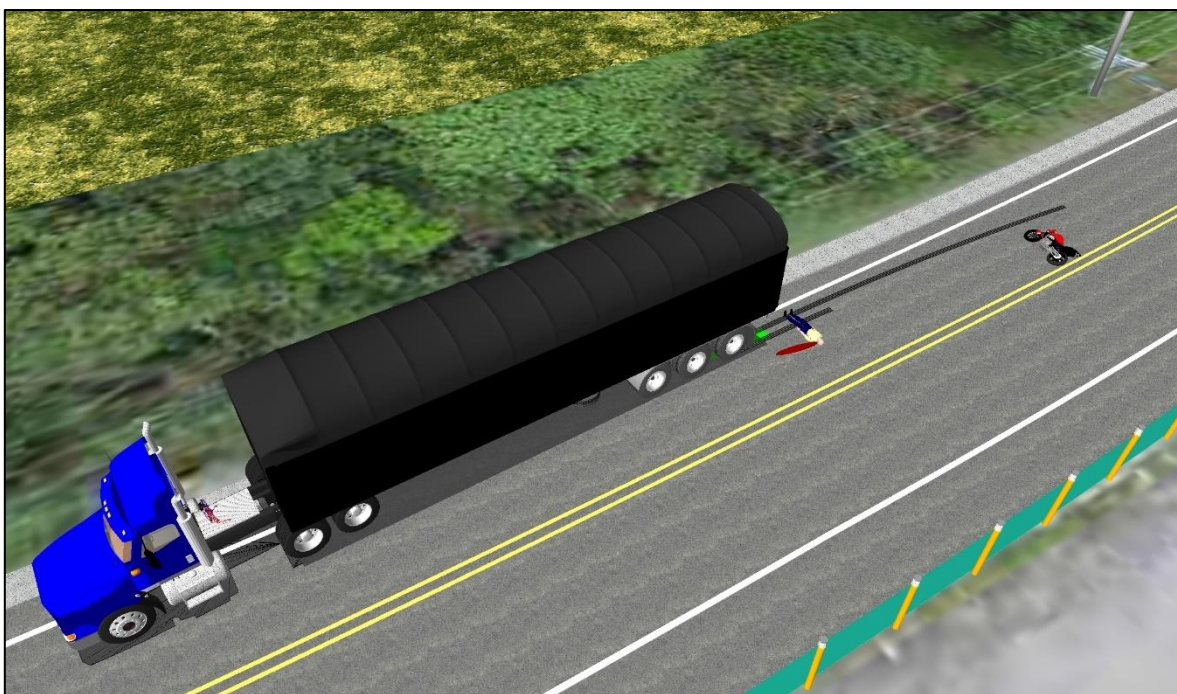
**Imagen No. 20:** En estas imágenes vistas en planta se aprecia la secuencia de los vehículos antes del impacto; nótese el área de color verde donde se presentó la colisión.



**Imagen No. 21:** En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos antes y al momento de la colisión.



**Imagen No. 22:** En estas imágenes se aprecia la secuencia de los vehículos al momento y después de la colisión.



**Imagen No. 23:** En estas imágenes se aprecia la secuencia de los vehículos después de la colisión, y la posición final de los involucrados respecto del área donde se presentó la colisión.

## 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>3</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.

---

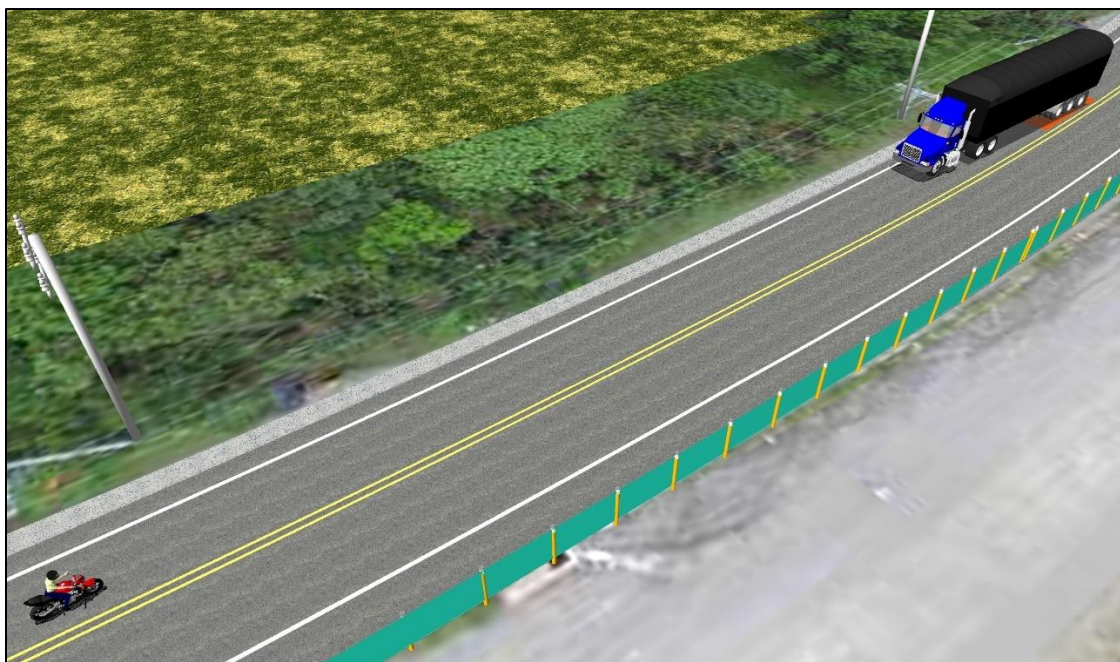
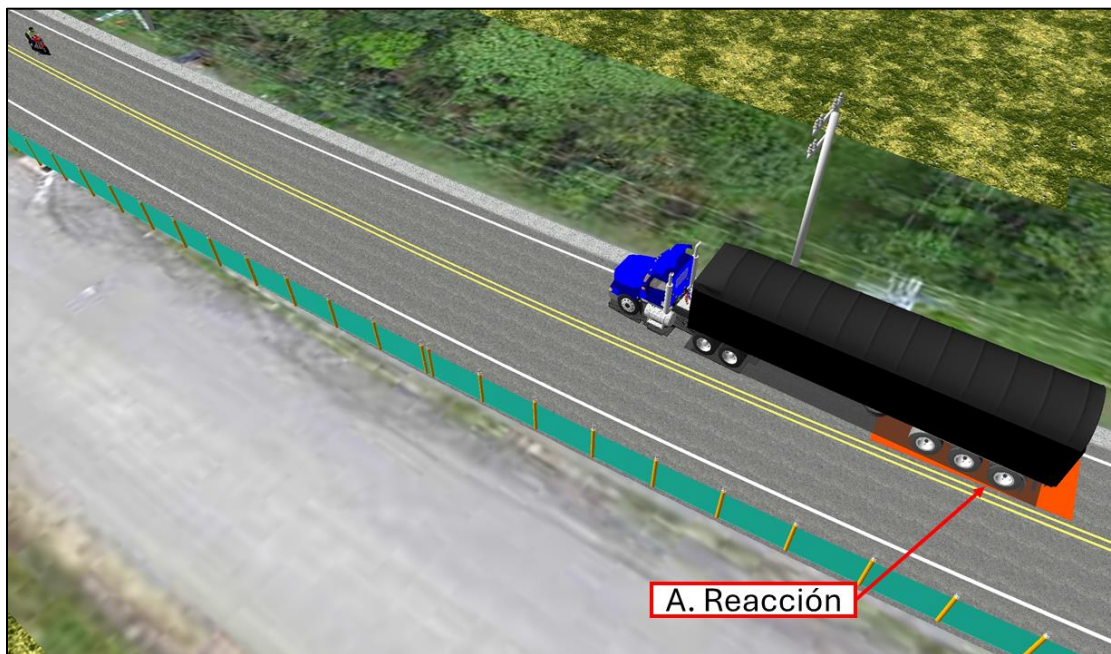
<sup>3</sup> Tiempo de reacción normal para un conductor atento en condiciones ambientales diurnas, vía seca, y con iluminación natural.

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.

| VELOCIDAD                                        | Distancia de Reacción<br><i>dR</i> | Distancia de Frenado<br><i>dF</i> | Distancia Total de<br>frenado <i>dT</i> |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>TRACTOCAMIÓN</b><br><i>Entre 48 y 57 km/h</i> | <i>Entre 15,6 y 23,2 m</i>         | <i>Entre 12,7 y 21,0 m</i>        | <i>Entre 28,3 y 44,2 m</i>              |
| <b>MOTOCICLETA</b><br><i>Entre 44 y 73 km/h</i>  | <i>Entre 15,0 y 31,0 m</i>         | <i>Entre 15,4 y 65,1 m</i>        | <i>Entre 30,4 y 96,1 m</i>              |

**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. 24:** En estas imágenes se aprecia la ubicación de los vehículos 1,5 segundos antes de la colisión; el área de color naranja representa el lugar donde se encontraba el tractocamión al momento en que su conductor percibe el riesgo e inicia el proceso de frenado, y está ubicada a una distancia de entre 15,6 y 23,2 m atrás del inicio de la huella de frenada.



**Imagen No. 25:** En estas imágenes se aprecia la posible visual de los conductores 1,5 segundos antes del impacto.

## 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 a la vía, y las fotografías del día del accidente.
- c. Cabe resaltar que la medida (cota) 2A registrada en el croquis del IPAT fue cuantificada con 23,3 m, sin embargo, la medida real según las dimensiones de la vía y la posición final de los vehículos es de 13,3 m; las demás medidas (cotas) registradas en el IPAT son compatibles con las posiciones finales que se observan en las fotografías del día del accidente.
- d. El área verde de 3,0 x 0,5 m en las imágenes, indica que el impacto entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta, con los ángulos que se observan, ubicada en el carril que conduce de Cajamarca a Ibagué, es decir, en el carril de desplazamiento del tractocamión.
- e. En el tramo de vía la velocidad máxima permitida es de 30 km/h en ambos sentidos según señalización vertical.
- f. En el IPAT se registró que la vía donde ocurrió el accidente es recta; sin embargo, durante la inspección a la vía realizada por el equipo investigativo de IRS VIAL se constató que corresponde a un tramo curvo con un radio de entre 356 – 357 m.
- g. El tramo de vía donde se presentó el accidente es una curva, pendiente 3° (subiendo para el tractocamión) de material asfalto, en buen estado, se encontraba seca, y con iluminación natural.
- h. Según el IPAT el conductor de la moto portaba casco al momento del accidente.
- i. Según el IPAT, el examen de embriaguez del conductor del tractocamión resultó negativo.
- j. No se cuenta con información que permita identificar el estado anímico fisiológico y de embriaguez en el que se encontraba el conductor de la motocicleta al momento de los hechos.
- k. Técnicamente no es posible determinar en el presente caso, la participación de un tercer vehículo en la ocurrencia del accidente de tránsito.

- l.** En el croquis del IPAT fueron diagramadas dos huellas de frenado, marcadas por el vehículo tractocamión; sin embargo, es importante anotar que en las fotografías del día del accidente solo se aprecia la huella marcada por la rueda posterior izquierda del semirremolque, más no se aprecian huellas marcadas con las ruedas derechas.
- m.** La huella marcada por la rueda izquierda del semirremolque mide entre 15 y 16 m, la cual se estableció basados en el relevamiento topográfico de la vía, y las fotografías del día de los hechos.
- n.** 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, ante las falencias que se pueden llegar a presentar en cuanto a la fijación de la evidencia en el lugar.
- o.** En el IPAT se registró como Hipótesis del accidente para el vehículo No. 2 motocicleta el código **104** (*ADELANTAR INVADIENDO CARRIL DE SENTIDO CONTRARIO.*) “Sobrepasar invadiendo el carril de otro que viene en sentido contrario.”
- p.** En el IPAT no se registraron testigos de los hechos.
- q.** Es probable que con información acerca del informe pericial de necropsia del occiso, video que haya captado el momento del accidente se pueda complementar el presente informe.
- r.** No fue posible en el presente caso identificar si el tractocamión se encontraba vacío o con algún tipo de carga ni el peso de esta al momento de los hechos, por lo cual para realizar los cálculos de velocidad se utilizó un peso de entre 20.000 kg (vacío) – 50.000 kg (con carga máxima).
- s.** En la información entregada se encuentra un informe de accidente elaborado por PERITRANS, el cual carece del rigor científico, del uso adecuado de un modelamiento físico del evento, que permita establecer las circunstancias que lo rodearon una vez que se han obtenido valores de variables desconocidas dentro de un margen lógico, objetivo y completo. Se reconoce también que las conclusiones llegan a ser opiniones personales sin el debido sustento científico, utiliza un lenguaje no adecuado a informes forenses, elabora un replanteo topográfico equivocado y realiza afirmaciones sin haber desarrollado tareas tales como gráficas de secuencias, modelamiento físico de movimiento de los involucrados previo y posterior al accidente, etc. no está certificada la idoneidad profesional como experto forense reconstructor de accidentes de la persona que lo realiza.

## 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>4</sup> para el accidente en donde: Antes del accidente de tránsito, el vehículo No. 1 TRACTOCAMIÓN se desplazaba en sentido Cajamarca – Ibagué a una velocidad al momento del inicio del proceso de frenada comprendida entre cuarenta y ocho (48 km/h) y cincuenta y siete (57 km/h) kilómetros por hora, y el vehículo No. 2 MOTOCICLETA se desplazaba en sentido Ibagué – Cajamarca a una velocidad al momento del impacto comprendida entre cuarenta y cuatro (44 km/h) y setenta y tres (73 km/h) kilómetros por hora.
2. La velocidad del tractocamión al momento del inicio de la huella de frenada y al momento del impacto se calculó entre 46 y 52 km/h.
3. La velocidad calculada para la motocicleta es al momento del impacto, antes pudo haberse desplazado a mayor velocidad (sin poderse cuantificar analíticamente su valor) y realizar maniobras de frenado sin dejar evidencias.

---

<sup>4</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.

4. La motocicleta ocupa el carril de sentido contrario (contra vía) (sin poder identificar técnicamente por cuál razón), el conductor del tractocamión percibe el riesgo e inicia una maniobra de frenado con bloqueo de ruedas marcando una huella de entre 15 y 16 metros sobre el asfalto, la motocicleta con su zona frontal impacta con la zona lateral izquierda entre el tercio anterior y tercio medio del cabezote del tractocamión el cual sigue hacia adelante para detenerse y alcanzar su posición final; después de la colisión la motocicleta y su conductor se deslizan por el asfalto hasta detenerse y alcanzar su posición final.

#### 7.2 Factor vía:

1. Las características de la vía, diseño, estado, iluminación, señalización, y demarcación no fueron factores influyentes en la generación de la causa del accidente.
2. La demarcación de línea amarilla doble continua restringe las maniobras de cambio de carril, giros y adelantamientos para los vehículos que se desplazan por el sector.

#### 7.3 Factor vehículo:

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

#### 7.4 Factor humano:

1. La velocidad del vehículo No. 1 TRACTOCAMIÓN (48 – 57 km/h) al momento del impacto era superior a 30 km/h, velocidad máxima permitida.
2. La velocidad del vehículo No. 2 MOTOCICLETA (entre 44 y 73 km/h) al momento del impacto era superior a 30 km/h, velocidad máxima permitida.

3. Si el vehículo No. 2 motocicleta se hubiese desplazado posicionado sobre la mitad de su carril de circulación (Ibagué – Cajamarca), el accidente no se hubiera presentado.
4. No se cuenta con información técnica y objetiva que permita identificar la razón por la cual se presentó la ocupación del carril de sentido contrario (contra vía) por parte del vehículo No. 2 motocicleta.
5. Basados en el análisis FORENSE realizado, se establece que la causa<sup>5</sup> fundamental (DETERMINANTE) del accidente de tránsito obedece a la ocupación del carril de sentido contrario (contra vía) por parte del vehículo No. 2 MOTOCICLETA.

**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.

---

<sup>5</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.

## 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. 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. SAE 830612.
5. "Vehicular Deceleration and Its Relationship to Friction" Walter S. Reed. University of Texas at Austin. A. Taner Keskin. ALFA Engineering, Inc. 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 J<sub>2</sub> 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.
10. "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.
11. "Motorcycle Slide to Stops Tests" by Christopher J. Medwell, Joseph R. McCarthy, Michael T. Shanahan, SAE document number 970963.42
12. Motorcycle Accident Reconstruction". Nathan Rose, William Neale. SAE International R-483, 2019, P: 38, 47 "Summary of braking decelerations".
13. Stopping characteristics for Motorcycles in Accident Situations Thomas R. Fries, Jay R. Smith, and Keith M. Cronrath". SAE 890734.

14. 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 2002-01-0551.
15. "Motorcycle Accident Reconstruction". Kenneth S Obenski, Paul F Hill, Eric S Shapiro and Jack C Debes. Lawyers & Judges Publishing Company, Inc, 2007.
16. Estimación de la velocidad de impacto en motocicletas a partir de la deformación permanente Modelo de Wood (1) Ingeniero Daniel François. Año 2009.
17. Análisis de la velocidad de impacto de motocicletas. Viangi – Cialdai. Año 2013.
- 18 John Searle. The Trajectories of pedestrians, motorcycles, motorcyclists, etc. Following a Road Accident.
20. "Drivers response in emergency situations a quick reference". Jeffrey W. M, 2019. CSS Ilc.
21. Accident Investigation Services Pty Ltd. Mark George, Am SAE-A. Director, Sydney, Australia. Raymond M. Brach e R. Matthew Brach no libro "Vehicle Accident Analysis and Reconstructions Methods".



---

**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 - 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 - 2023.
- 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.