



INFORME TÉCNICO DE RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

CASO NO. 4853

PLACAS: HJY222

SINIESTRO NO. 39219665

FEBRERO 2021

Nivel 1

TABLA DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL ACCIDENTE	3
2. CONDICIONES DEL ACCIDENTE	6
3. ESTUDIO DE LAS DEFORMACIONES	28
4. ANÁLISIS FÍSICO Y MATEMÁTICO DE LA MECÁNICA DE COLISIÓN	38
5. CONCLUSIONES	59
6. ANEXOS	65



1. INFORMACIÓN GENERAL DEL ACCIDENTE

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL ACCIDENTE

La siguiente información da a conocer el entorno general, bajo el cual se generó el accidente de tránsito, objeto de desarrollo del presente informe:

1.1 DATOS GENERALES

A continuación, se reportan los datos generales sobre la ocurrencia del siniestro objeto de estudio:

Día de ocurrencia	Sábado, 12 de septiembre de 2015
Área / Localidad / Ciudad	Urbana / Kennedy / Bogotá D. C.
Sitio de los hechos	Avenida Boyacá frente al predio de número 3A-04
Tipo de accidente	Choque Múltiple
Gravedad	Con muerto (1), con heridos (3)
Hora de Ocurrencia	17:10 h (05:10 pm)
No. Vehículos involucrados	2

Fuente: Informe Policial De Accidentes De Tránsito N° A000237691, diligenciado por el señor José Higuera Campos identificado con placa de número 089968.

1.2 VEHÍCULOS INVOLUCRADOS

A continuación, se relacionan los vehículos involucrados en el accidente:

No.	Tipo	Marca y Línea	Modelo	Placa
1	Automóvil	Chevrolet Sonic	2014	HJY222
2	Automóvil	Chevrolet Aveo	2009	CZG988

1.3 PERSONAS INVOLUCRADAS

A continuación, se relacionan las personas involucradas en el accidente:

No	Vínculo	Vehículo	Nombre	Estado
1	Conductor	1	Lelis Albeiro Vargas del Rio	--
2	Conductor	2	Juan David Gámez Romero	Herido
3	Pasajero	2	Ginna Constanza Espitia Ursula	Muerta
4	Pasajero	2	Ruth Marina Pérez Bustamante	Herida
5	Pasajero	2	Luis Antonio Páez Urrego	Herido



2. CONDICIONES DEL ACCIDENTE

2. CONDICIONES DEL ACCIDENTE

En el proceso que se siguió en la reconstrucción del accidente de tránsito, se contemplan aspectos relacionados con los diferentes factores que intervinieron en el mismo, teniendo como punto de partida la información externa e interna recopilada, el relevamiento de datos llevado a cabo en el lugar del accidente, fotografías, señales de tránsito presentes e información relacionada en el informe de la autoridad.

Información externa:

La siguiente información fue aportada por el personal solicitante y se adopta como material de consulta:

- Informe Policial De Accidentes De Tránsito n° A000237691, diligenciado por el SI José Higuera Campos identificado con placa de número 089968.
- FPJ-17 Formato de Dibujo Topográfico con número de caso 110016000028201502573, diligenciado por el SI José Higuera Campos identificado con placa de número 089968.
- Informe pericial de clínica forense No. UBSCL-DSSCR-01800-C-2019 diligenciado por la profesional Jisela María Jiménez
- Informe de inspección técnica a cadáver y a lugar de hechos con número de caso 110016000028201502573.
- Informe de investigador de campo con número de caso. 110016000028201502573.
- Experticia técnica de vehículos de No. 110016000028201502573, practicada al vehículo de placas HYJ222

- Experticia técnica de vehículos de No. 110016000028201502573, practicada al vehículo de placas CZG988

Información Interna:

- Relevamiento de datos en el lugar del accidente, el día 04 de diciembre de 2020, por funcionarios de CESVI COLOMBIA S.A.
- Reporte de prensa con imágenes del siniestro. Diario El Espectador. Fecha de consulta 01 de febrero 2021. Disponible en:
<https://www.elespectador.com/noticias/bogota/dos-muertos-en-impresionante-accidente-de-transito-en-bogota/>
- Ficha técnica de los vehículos.

2.1 CONSIDERACIONES A RESOLVER EN EL RAT

Estudiar documentación aportada, con base en la ubicación de la zona de hechos, hacer visita técnica para registrar diseño, sentidos viales, señalización y demás elementos de seguridad presentes en la vía. Describir trayectorias pre impacto de vehículos, estudiar forma de impacto, delimitar área de impacto en vía, estudiar posible mecánica de colisión (Contemplar la secuencia de hechos más lógica y acorde a la evidencia aportada) y analizar comportamientos viales.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR[†]

El accidente ocurre en un tramo de vía recto sobre la Avenida Boyacá a la altura del predio 3A-04, en la calzada rápida sentido Sur – Norte de la ciudad de Bogotá, D.C.

[†] Imagen tomada de Google Earth – Febrero 2021



Imagen 2.1 Zona del Accidente – Tomada de Google Earth

2.3 CONDICIONES DE LA AVENIDA BOYACA CON CARRERA 3.

Geometría:	Recta, plana y con andén
Número de calzadas:	4 (El evento ocurre en la calzada central sentido Sur – Norte)
Número de carriles:	2 (En la calzada donde ocurre el siniestro).
Sentido de circulación:	Único por calzada.
Ancho de la calzada:	Variable entre 9 m y 7 m.
Estado de la vía:	Asfalto, bueno, superficie seca al momento del accidente (<i>Según Informe de la autoridad</i>).
Iluminación:	Artificial buena (<i>Según Informe de la autoridad</i>).
Señalización Vertical:	<i>Según autoridad</i>
	Sentido vial
	SR-30 Velocidad máxima (30 km/h)

	SP-47 Zona escolar
	SI-24 Cruce peatonal
	<i>Según asistencia</i>
	SR-30 Velocidad máxima (30 km/h)
	SP-46 Peatones en la vía
Señalización Horizontal:	<i>Según autoridad</i>
	Línea de borde blanca
	Línea de borde amarilla
	Flechas indicadoras de sentido vial
	Línea de carril segmentada
	Línea de PARE
	Zona peatonal
	<i>Según asistencia</i>
	Demarcación de aproximación a obstrucciones
	Líneas antibloqueo
	Línea de Pare
	Línea de borde blanca
	Línea de borde amarilla
	Flechas indicadoras de sentido vial
Otros dispositivos:	Delineadores de obstáculos
	Semaforización operando (Según autoridad y asistencia)
	Señal elevada tipo Bandera



Imagen 2.2 Condiciones de la vía

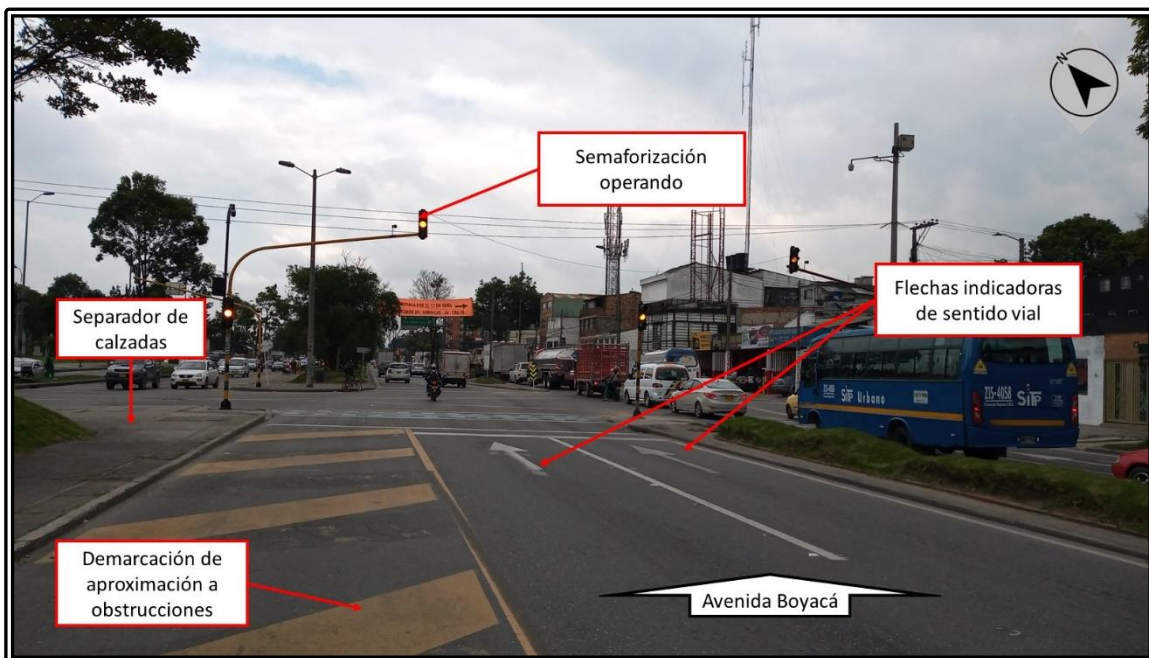


Imagen 2.3 Condiciones de la vía

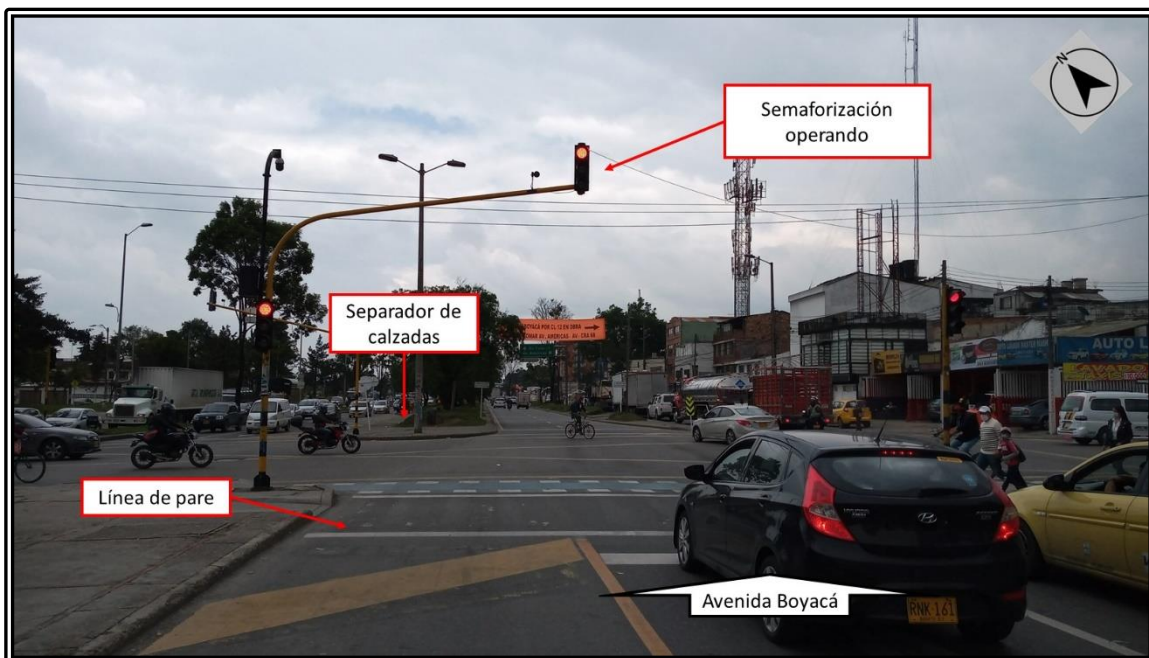


Imagen 2.4 Condiciones de la vía



Imagen 2.5 Condiciones de la vía

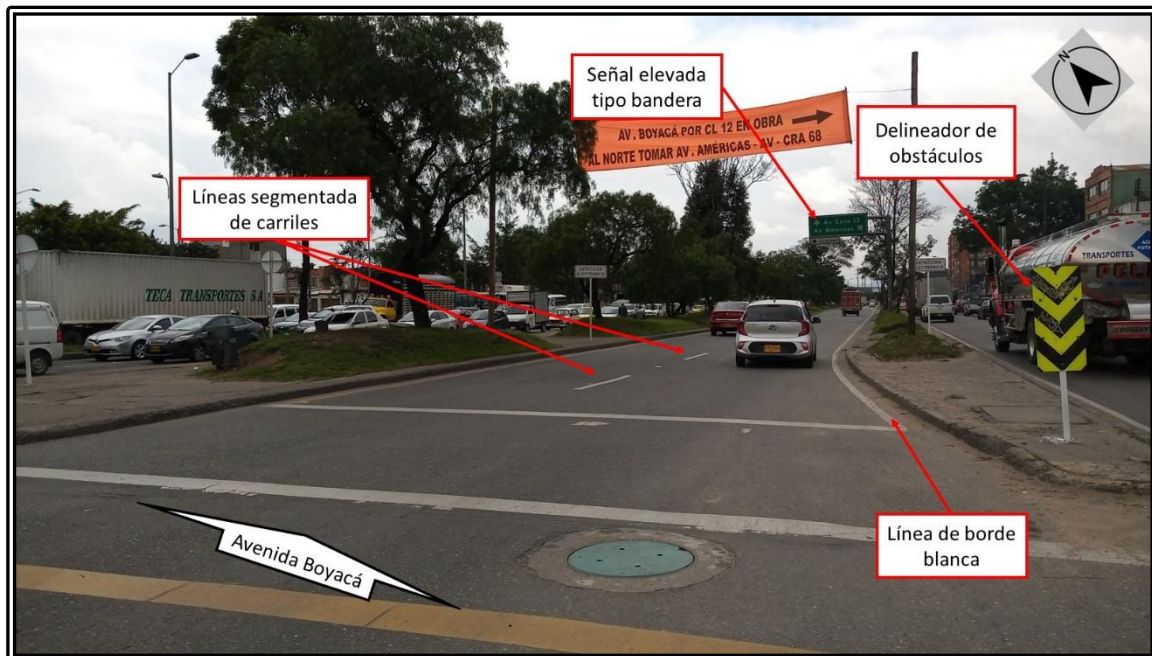


Imagen 2.6 Condiciones de la vía

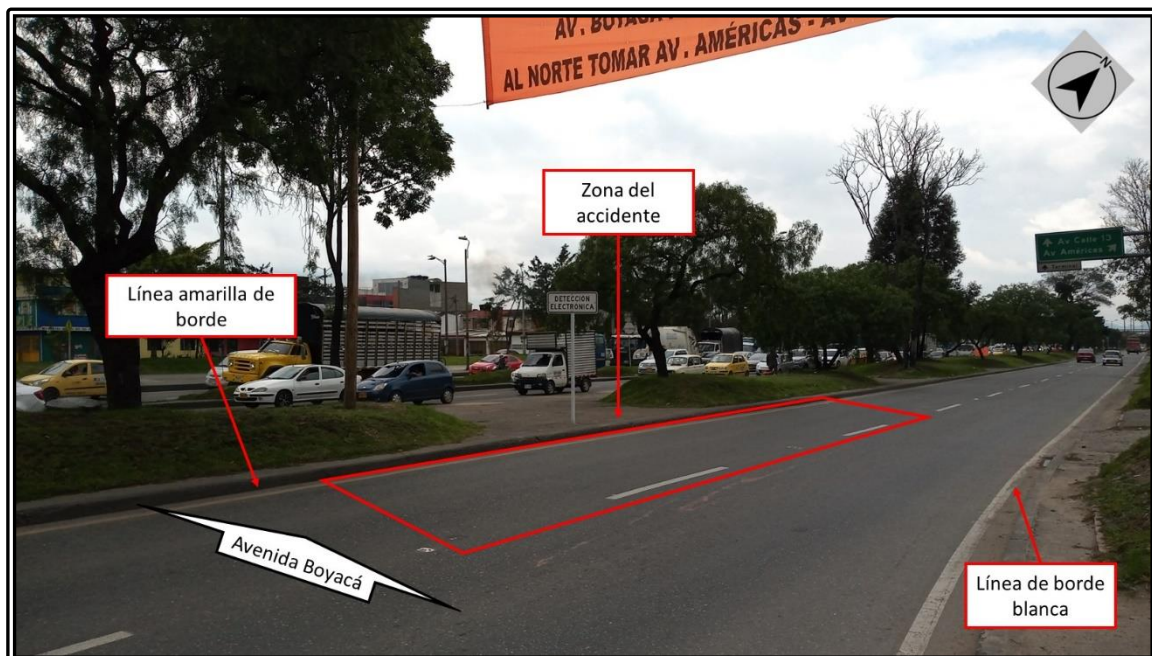


Imagen 2.7 Condiciones de la vía



Imagen 2.8 Condiciones de la vía

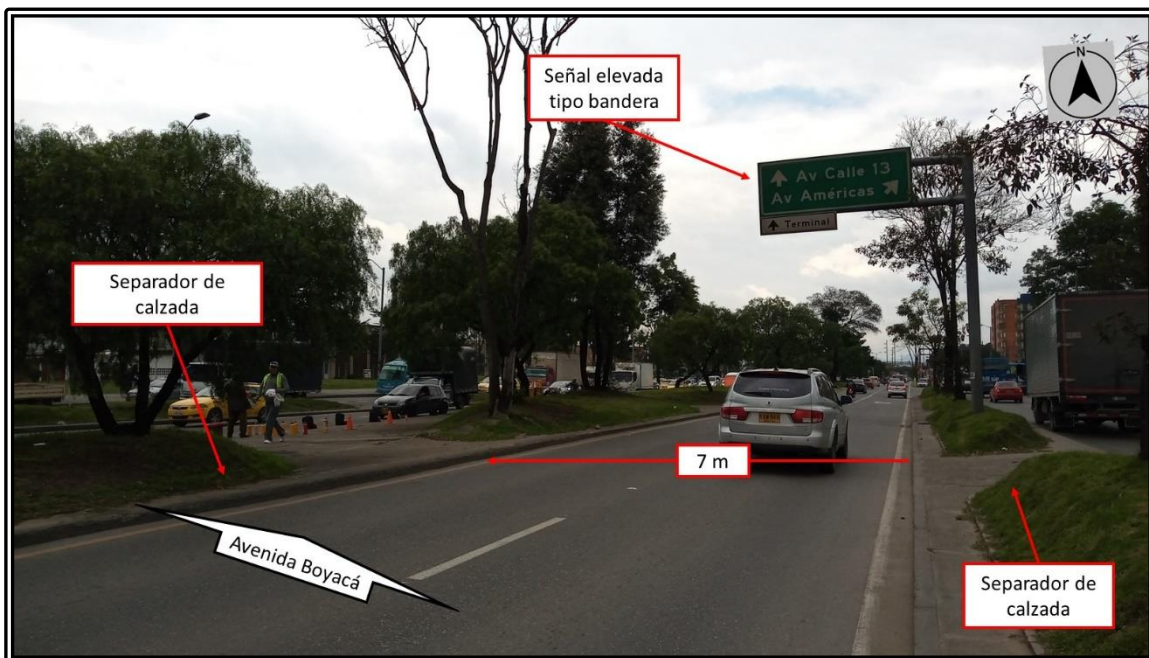


Imagen 2.9 Condiciones de la vía

2.4 SENTIDO DE CIRCULACIÓN DE LOS VEHÍCULOS INVOLUCRADOS

De acuerdo a la acotación de evidencia por parte de la autoridad, las posiciones finales registradas dentro del Informe Policial de Accidente de Tránsito y las imágenes obtenidas se establece:

- El vehículo 1 (Chevrolet Sonic) y el vehículo 2 (Chevrolet Aveo) circulaban en sentido sur norte sobre la Avenida Boyacá a la altura de predio identificado 3A-04 en la Ciudad de Bogotá.

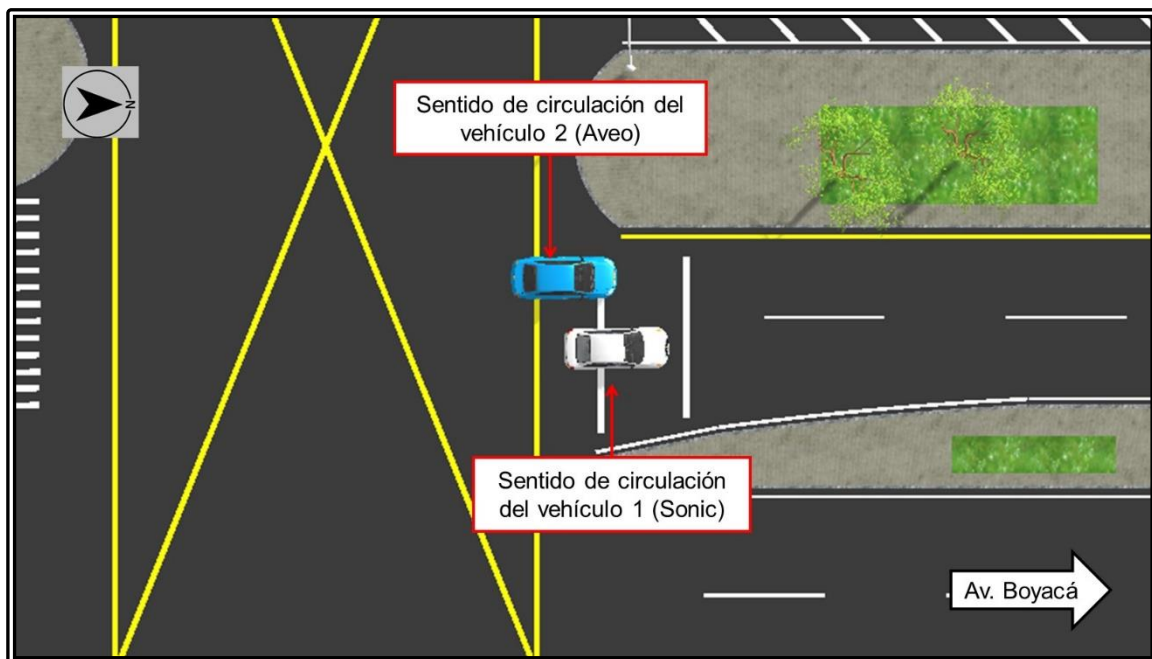


Imagen 2.10 Sentidos de Circulación

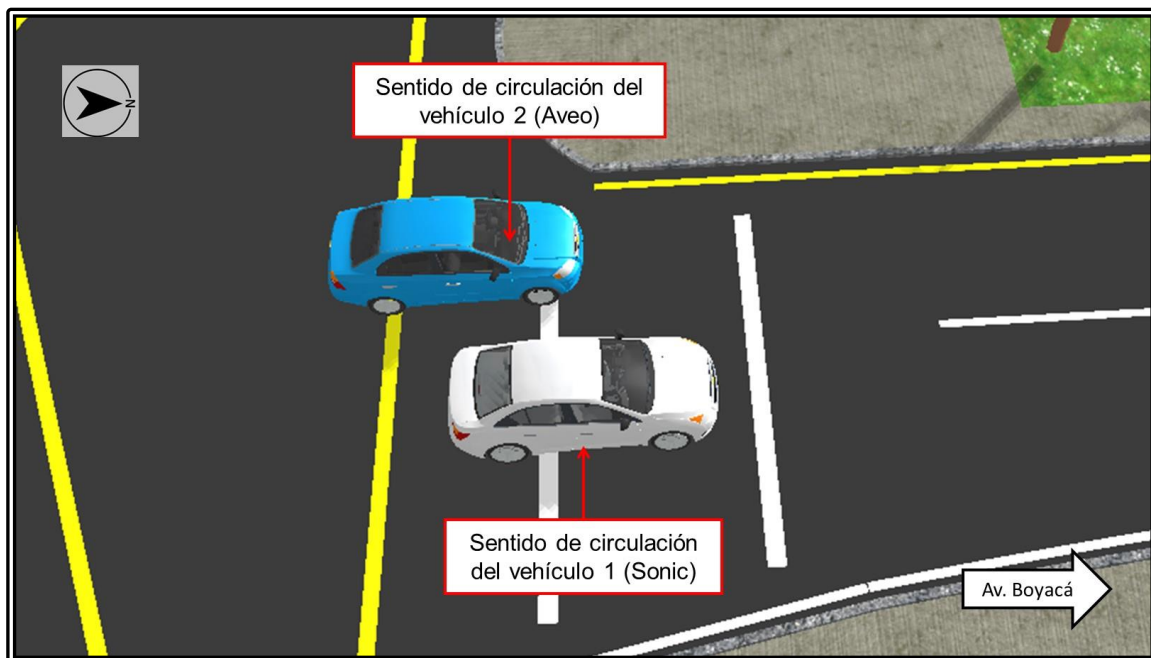


Imagen 2.11 Sentidos de Circulación

Nota: las posiciones mostradas son esquemáticas y muestran los posibles sentidos de circulación de los involucrados.

2.5 POSICIÓN FINAL DE LOS VEHÍCULOS INVOLUCRADOS

A continuación, se presenta el dibujo topográfico levantado por las autoridades de tránsito donde se indican las siguientes evidencias en la escena:

- Cuerpo sin vida
- Fragmentos de vidrio, pasta y césped
- Vehículo 1 (Automóvil) de placas HJY222
- Vehículo 2 (Automóvil) de placas CZG988
- Huellas de trayectorias de longitudes 8.4 m y 18.63 m
- Huella de frenado de longitud 23.23 m (Señalada como huella doble)
- Huella de frenado de longitud 25.85 m (Señalada como huella doble)
- Punto de impacto en elemento fijo (Árbol)

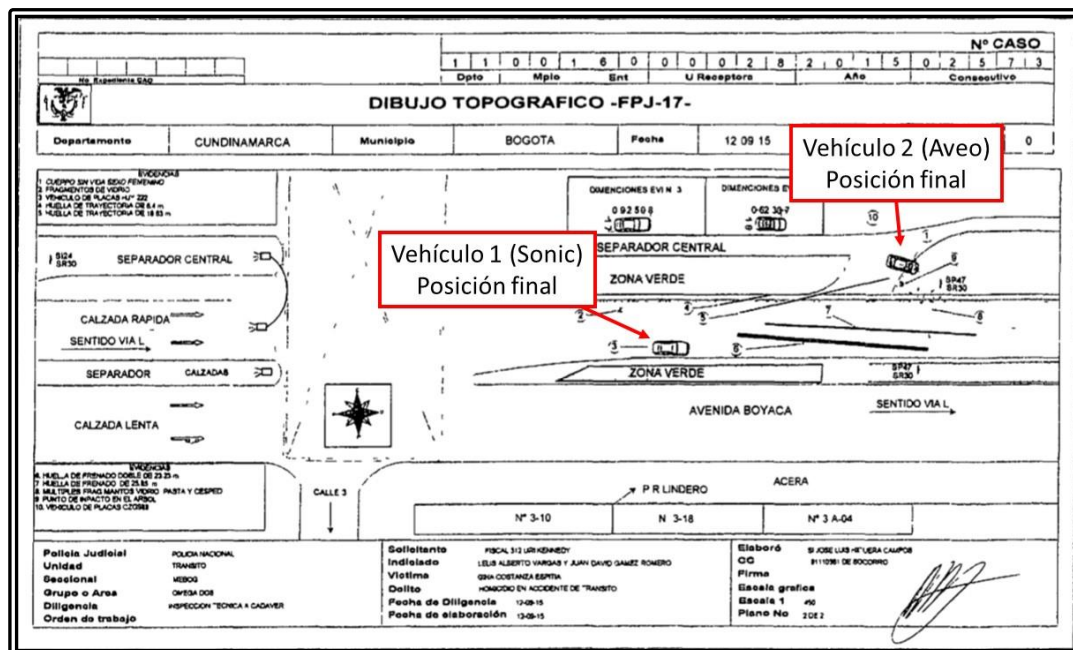


Imagen 2.12 FPJ-17 Dibujo Topográfico.

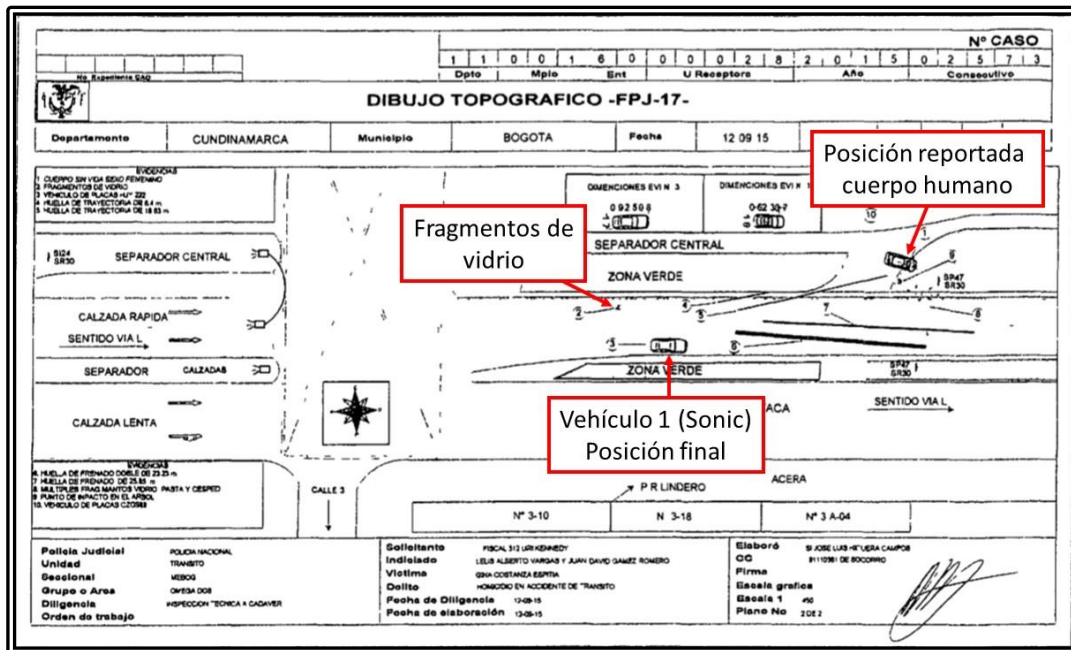


Imagen 2.13 Rastros y evidencia.

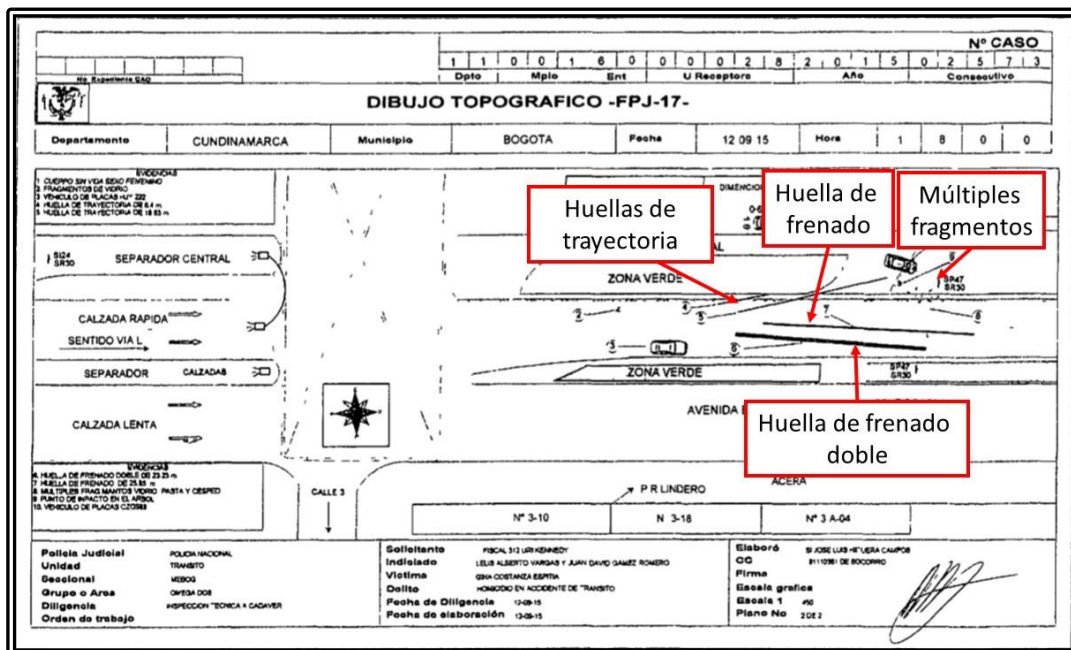


Imagen 2.14 Rastros y evidencia.

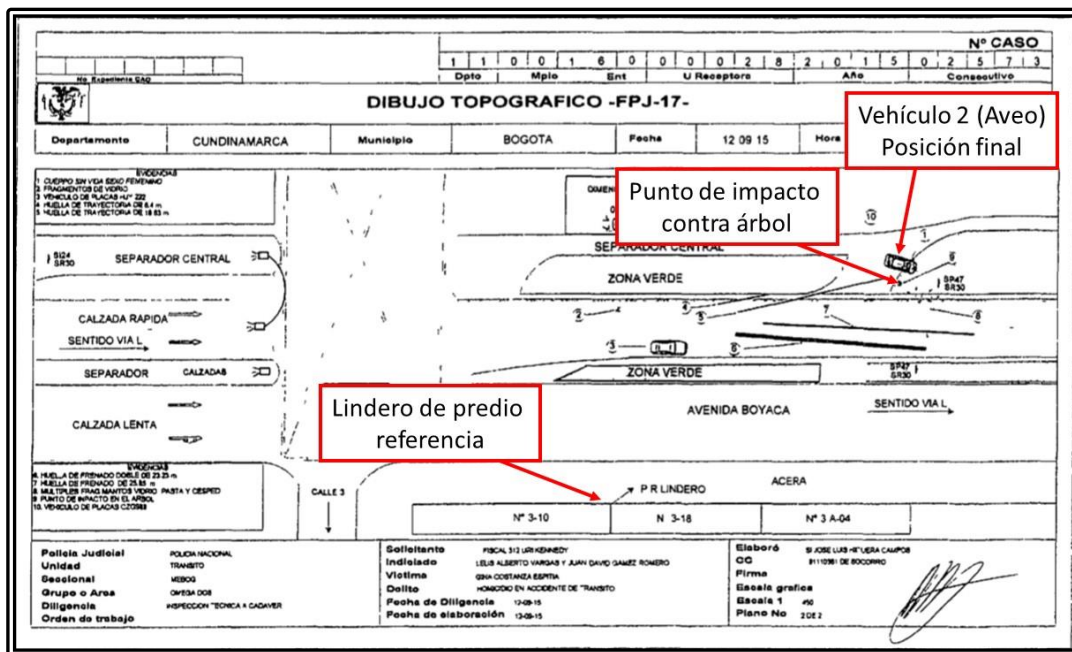


Imagen 2.15 Rastros y evidencia.

En la evidencia aportada se tiene registro fotográfico de la escena y los rastros reportados en esta:



Imagen 2.16 Rastros y evidencia.

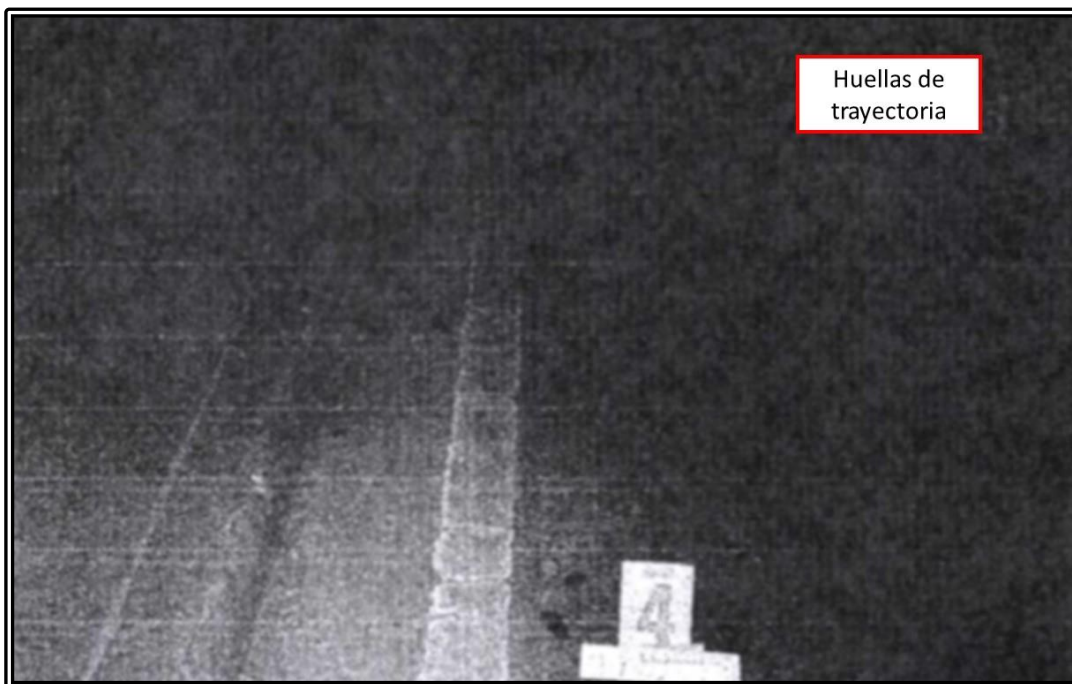


Imagen 2.17 Rastros y evidencia.



Imagen 2.18 Rastros y evidencia.

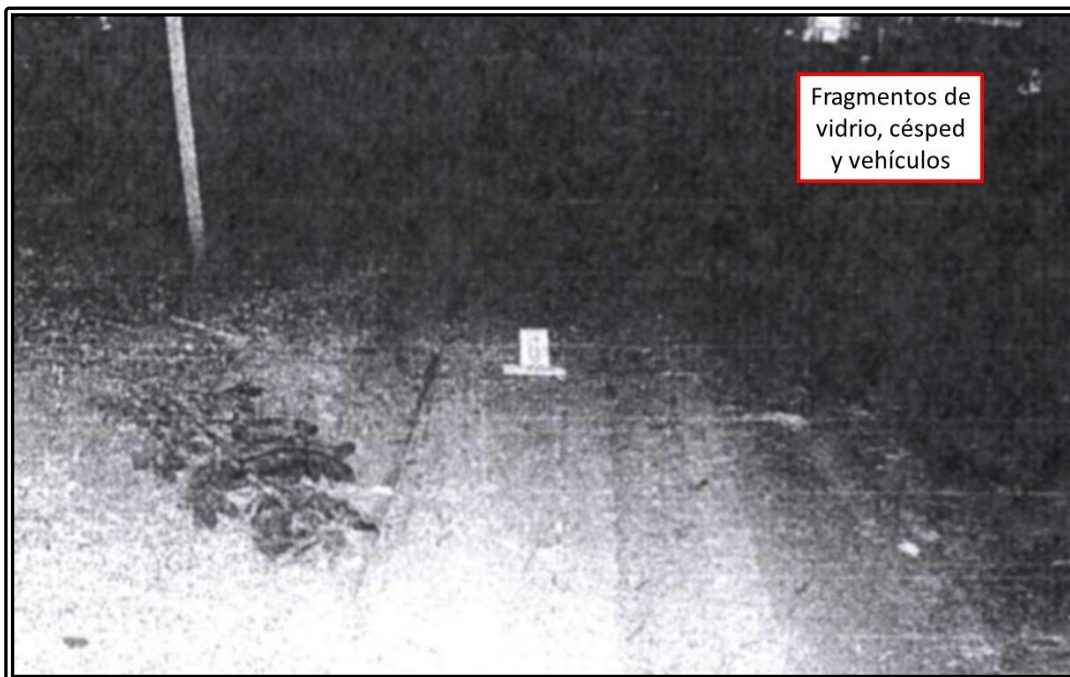
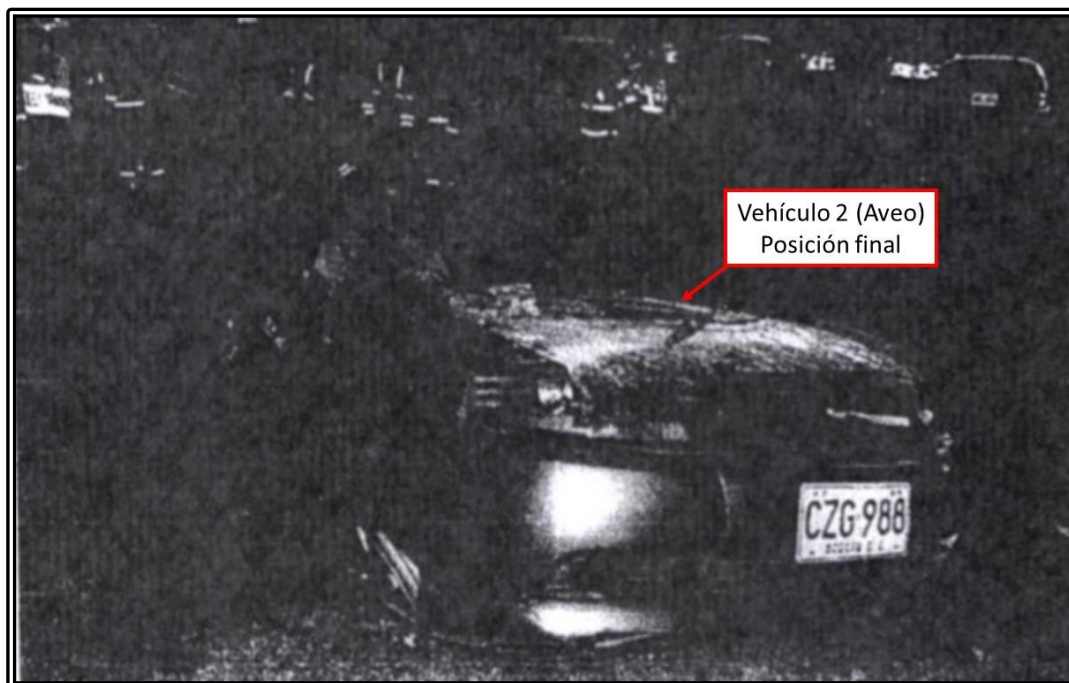
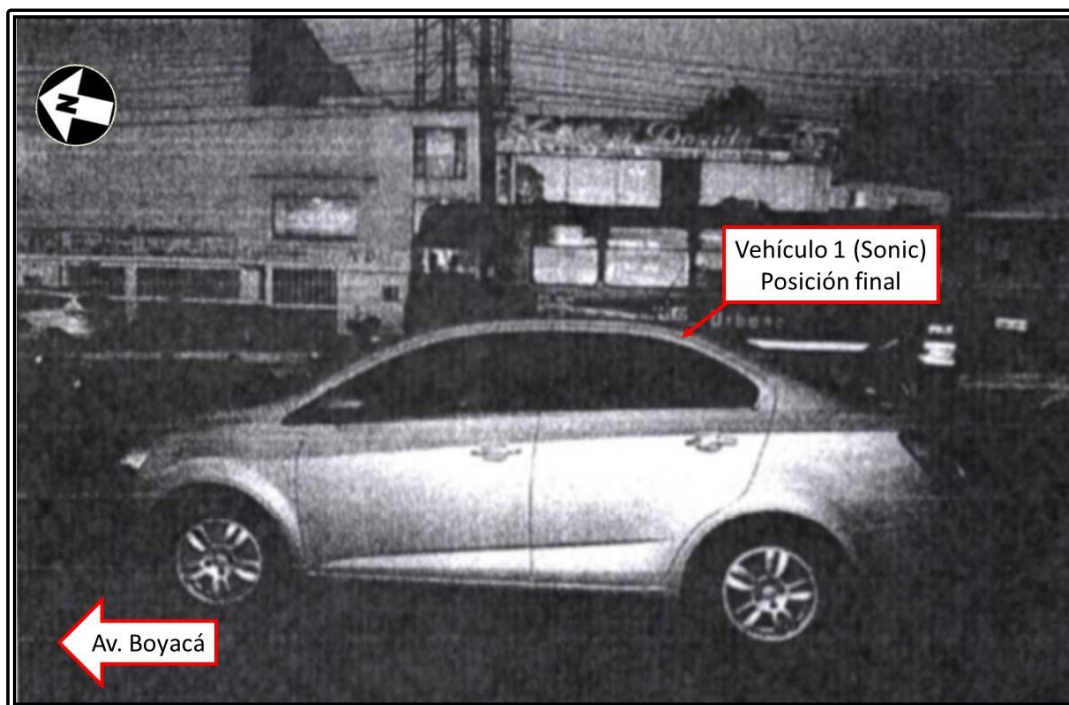


Imagen 2.19 Rastros y evidencia.



Vehículo 2 (Aveo)
Posición final

Imagen 2.20 posiciones finales.



Vehículo 1 (Sonic)
Posición final

Av. Boyacá

Imagen 2.21 posiciones finales.



Imagen 2.22 Rastros y evidencia.

Dadas las posiciones finales, la forma de impacto y características técnicas de los vehículos, se establece que las huellas de frenado dobles reportadas por la autoridad no son acordes con la mecánica del siniestro.

Dentro de la información suministrada se cuenta con registro fotográfico[‡] donde se evidencian las posiciones reportadas de los involucrados en el accidente:



Imagen 2.23 posiciones finales.



Imagen 2.24 posiciones finales.

[‡] Algunas imágenes fueron tomadas de:
<https://www.elespectador.com/noticias/bogota/impresionantes-imagenes-de-rave-accidente-el-occidente-video-585806>

2.6 PLANO A ESCALA DE LA ESCENA

A continuación, se muestra un plano a escala de la escena, de acuerdo al relevamiento de datos realizado en la vía, al croquis del informe de la autoridad y al registro fotográfico allegado.

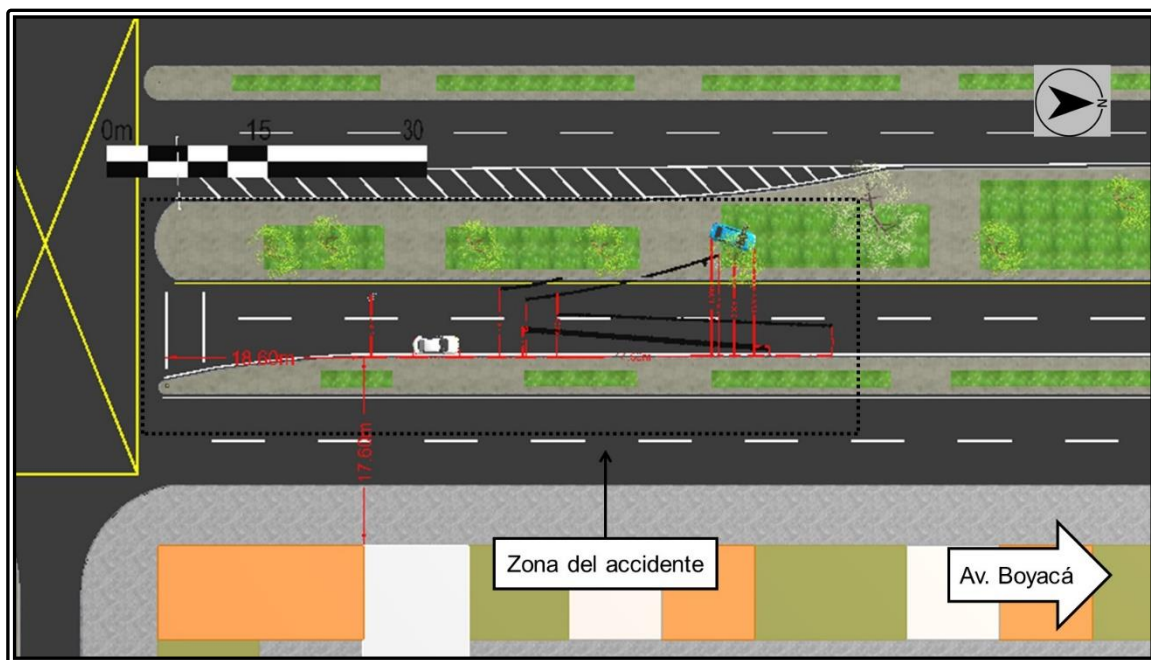


Imagen 2.25 Plano panorámico de la escena.

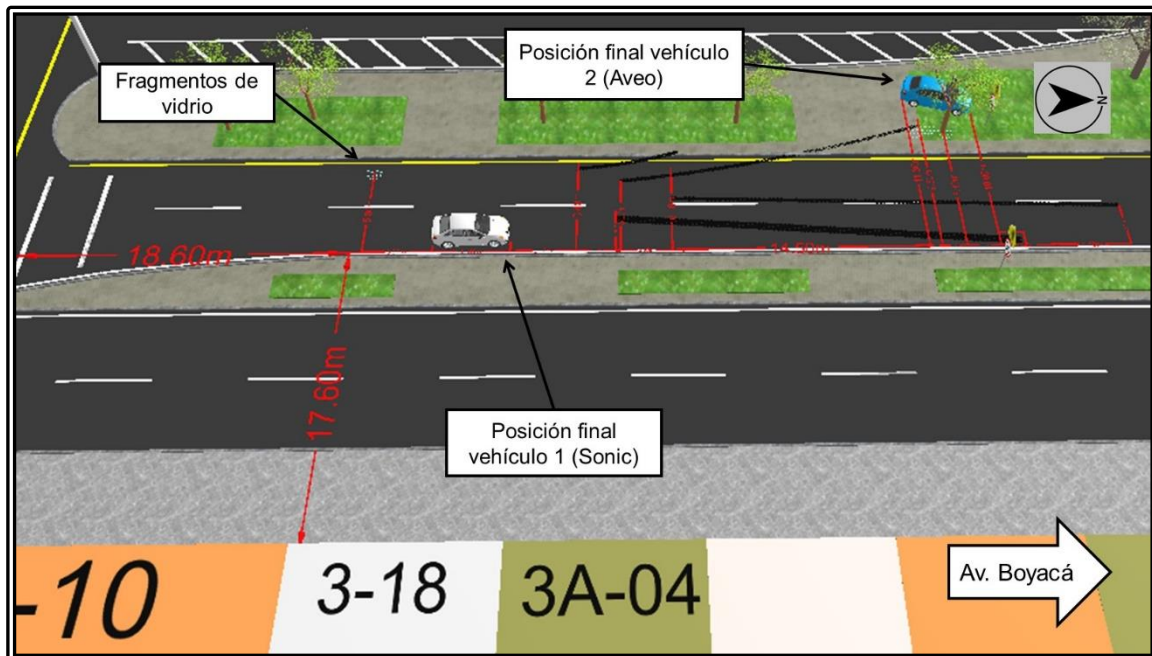


Imagen 2.26 Plano general de la escena.

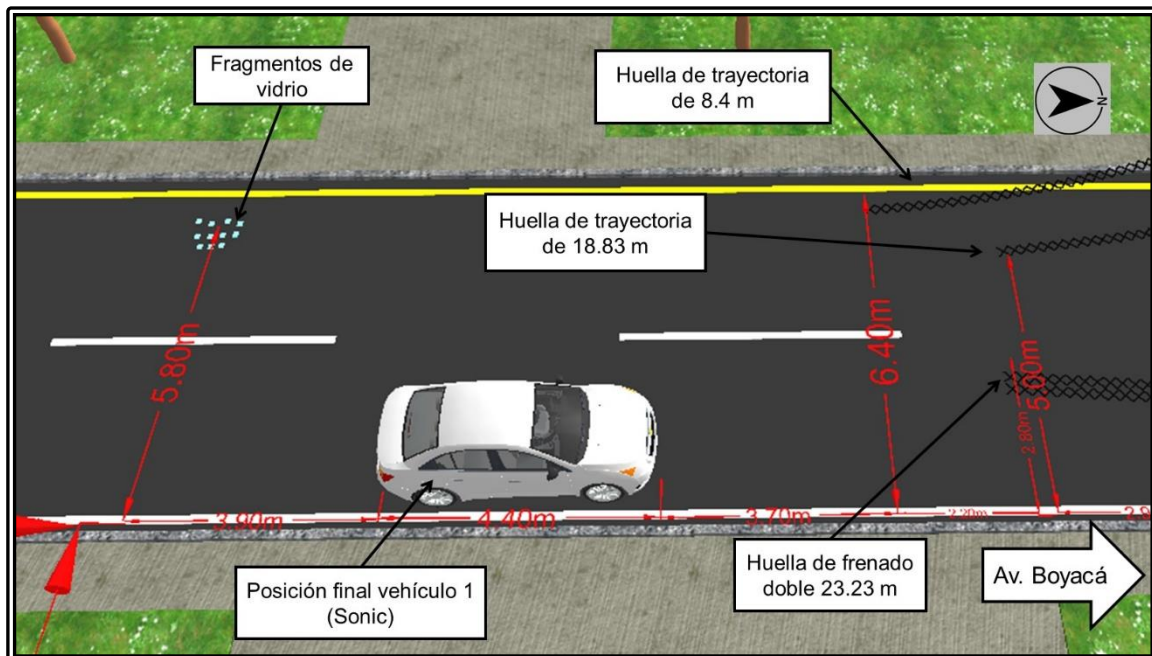


Imagen 2.27 Primer plano de la escena.

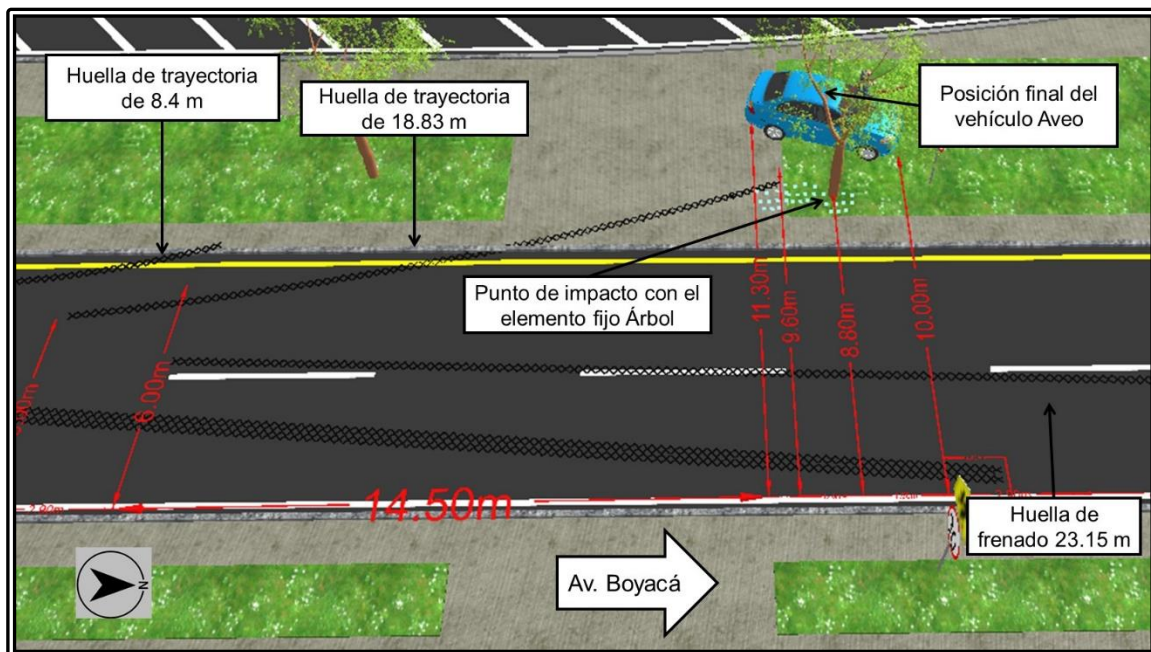


Imagen 2.28 Primer plano de la escena.



3. ESTUDIO DE LAS DEFORMACIONES

3. ESTUDIO DE LAS DEFORMACIONES

El objetivo del estudio es analizar cada una de las deformaciones presentes en los actores involucrados para así poder determinar la mecánica de colisión que rodeó el accidente a evaluar.

3.1 VEHÍCULO 1: AUTOMÓVIL CHEVROLET - SONIC DE MODELO 2014 PLACA HJY 222.

En el informe policial de accidentes de tránsito señala la zona de los daños en la parte lateral izquierda tercio anterior a medio del rodante:



Imagen 3.1 Daños en el Vehículo 1 (Sonic)

Dentro de la información suministrada se cuenta con el informe policial de accidentes de tránsito, el cual describe en su numeral 8.8 los daños materiales del vehículo 1 (Sonic) en el cual establece:

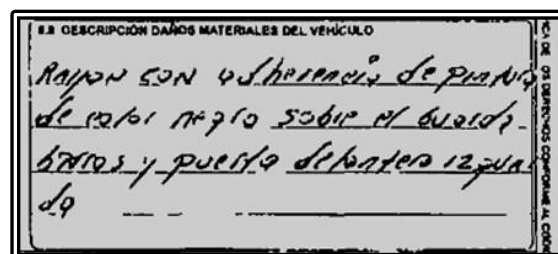


Imagen 3.2 Descripción de daños Vehículo 1 (Sonic).

"...Rayón con adherencia de pintura de color negro sobre el guardabarros y puerta delantera izquierda..."

Nota: La información anterior se transcribe estrictamente exacta del documento original.

Fuente: Informe Policial de accidente de tránsito.

De igual forma, se cuenta con el experticio técnico practicado al vehículo 1 (Sonic) donde se señala:

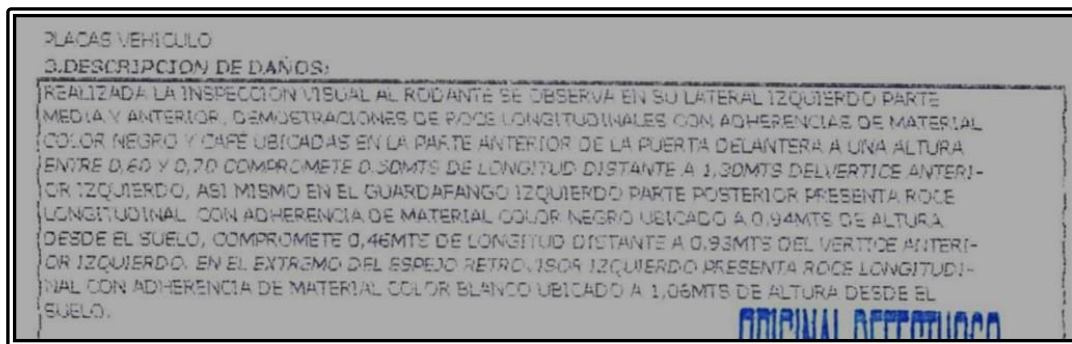


Imagen 3.3 Descripción de daños Vehículo 1 (Sonic).

"...3. DESCRIPCIÓN DE DAÑOS:

REALIZADA LA INSPECCIÓN VISUAL AL RODANTE SE OBSERVA EN SU LATERAL IZQUIERDO PARTE MEDIA Y ANTERIOR DEMOSTRACIONES DE ROCE LONGITUDINALES CON ADHERENCIAS DE MATERIAL COLOR NEGRO Y CAFÉ UBICADAS EN LA PARTE ANTERIOR DE LA PUERTA DELANTERA A UNA ALTURA ENTRE 0.60 Y 0.70 COMPROMETE 0.50MTS DE LONGITUD DISTANTE A 1.30MTS DEL VERTICE ANTERIOR IZQUIERDO, ASI MISMO EN EL GUARDAFANGO IZQUIERDO PARTE POSTERIOR PRESENTA ROCE LONGITUDINAL CON ADHERENCIA DE MATERIAL COLOR NEGRO UBICADO A 0.94MTS DE ALTURA DESDE EL SUELO, COMPROMETE 0.46MTS DE LONGITUD DISTANTE A 0.93MTS DEL VERTICE ANTERIOR IZQUIERDO, EN EL EXTREMO DEL ESPEJO RETROVISOR IZQUIERDO PRESENTA ROCE LONGITUDINAL CON ADHERENCIA DE MATERIAL COLOR BLANCO UBICADO A 1.06MTS DE ALTURA DESDE EL SUELO..."

Nota: La información anterior se transcribe estrictamente exacta del documento original.

Fuente: Experticia técnica de vehículos de No. 110016000028201502573, practicada al vehículo de placas HYJ222



Imagen 3.4 Daños en el Vehículo 1 (Sonic)

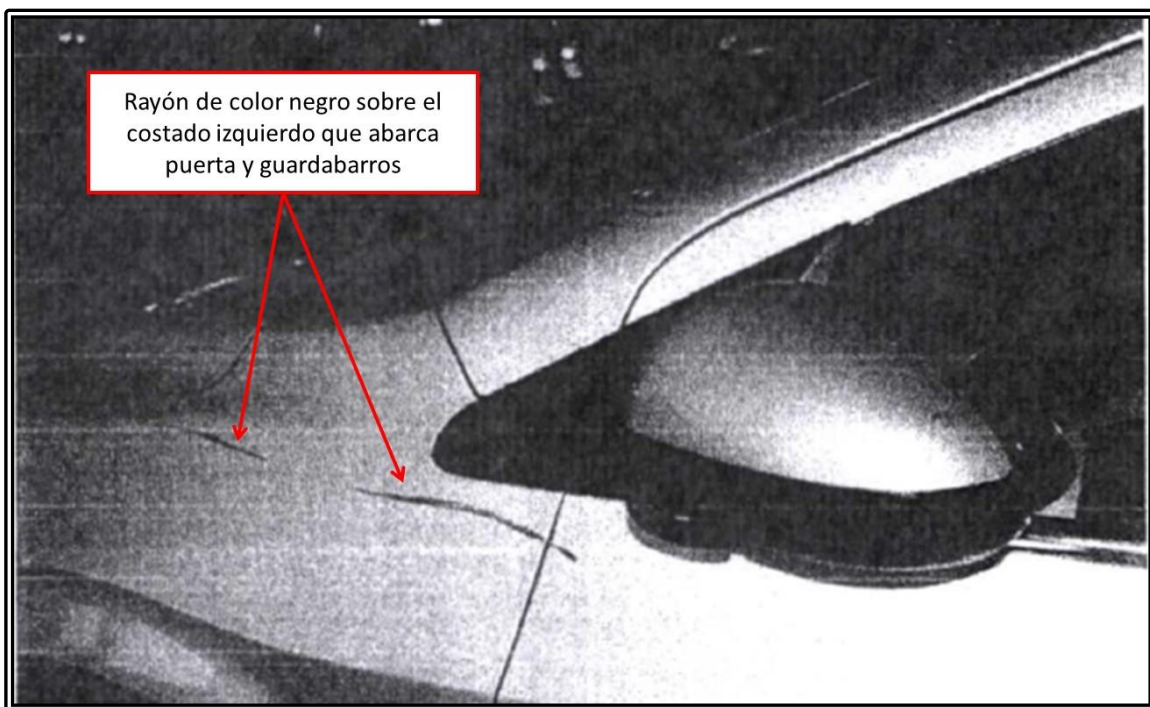


Imagen 3.5 Daños en el Vehículo 1 (Sonic)

3.2 VEHÍCULO 2: AUTOMÓVIL, CHEVROLET - AVEO MODELO 2009 DE PLACAS CZG 988.

En el informe policial de accidentes de tránsito se diagraman los daños en la zona lateral derecha – tercios anterior y medio del automotor:



Imagen 3.6 Daños en el Vehículo 2 (Aveo).

Dentro de la información suministrada se cuenta con el informe policial de accidentes de tránsito, el cual describe en su numeral 8.8 los daños materiales del vehículo 2 (Aveo) donde se establece:

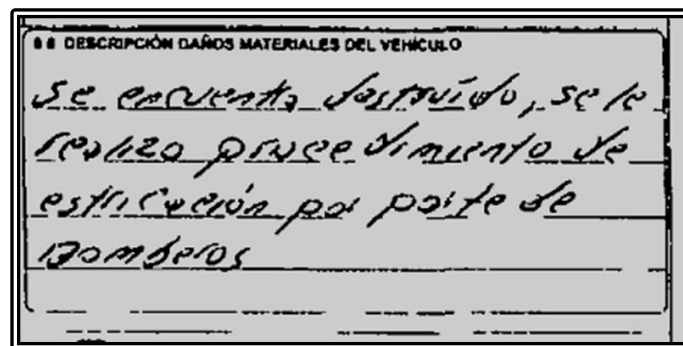


Imagen 3.7 Descripción de daños Vehículo 2 (Aveo).

"...Se encuentra destruido, se le realizó procedimiento de extracción por parte de bomberos..."

Nota: La información anterior se transcribe estrictamente exacta del documento original.
Fuente: Informe Policial de accidente de tránsito.

De otro lado se cuenta con el experticio técnico practicado al vehículo 2 (Aveo) donde se señalan los siguientes hallazgos:

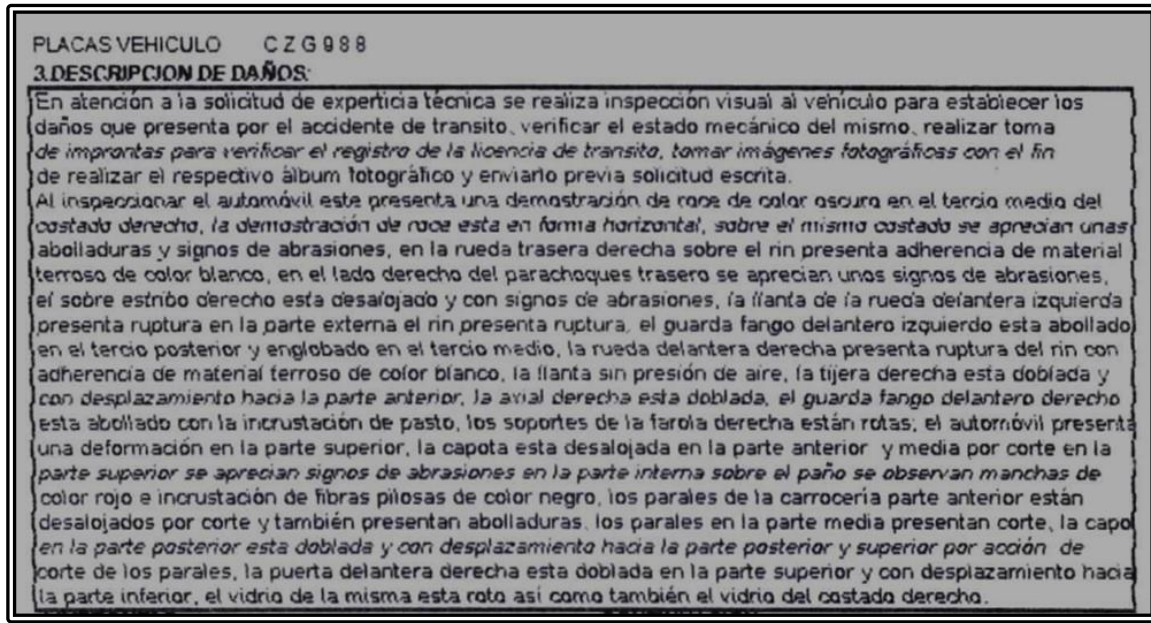


Imagen 3.8 Descripción de daños Vehículo 2 (Aveo).

"...3. DESCRIPCIÓN DE DAÑOS:

En atención a la solicitud de experticia técnica se realiza inspección visual al vehículo para establecer los daños que presenta por el accidente de tránsito, verificar el estado mecánico del mismo, realizar toma de improntas para verificar el registro de la licencia de tránsito, tomar imágenes fotográficas con el fin de realizar el respectivo álbum fotográfico y enviarlo previa solicitud escrita.

Al inspeccionar el automóvil este presenta una demostración de roce de color oscura en el tercio medio del costado derecho, la demostración de roce está en forma horizontal, sobre el mismo costado se aprecian unas abolladuras y signos de abrasiones, en la rueda trasera derecha sobre el rin presenta adherencia de material terroso de color blanco, en el lado derecho del parachoques trasero se aprecian unos signos de abrasiones, el sobre estribo derecho está desalojado y con signos de abrasiones, la llanta de la rueda delantera izquierda presenta ruptura en la parte externa el rin presenta ruptura, el guarda fango delantero izquierdo está abollado en el tercio posterior y englobado en el tercio medio, la rueda delantera presenta ruptura del rin con adherencia de material terroso de color blanco, la llanta sin presión de aire, la tijera derecha está doblada y con desplazamiento hacia

la parte a anterior la axial derecha esta doblada, en guardafango delantero derecho esta abollado con la incrustación de pasto, los soportes de la farola derecha están rotas, el automóvil presenta una deformación en la parte superior, la capota esta desalojada en la parte anterior y media por corte en la parte superior se aprecian signos de abrasiones en la parte interna sobre el paño se observan manchas de color rojo e incrustación de fibras pilosas de color negro, los parales de la carrocería parte anterior están desalojados por corte, y también presentan abolladuras, los parales en la parte media presentan corte, la capo en la parte posterior esta doblada y con desplazamiento hacia la parte posterior y superior por acción de corte de los parales, la puerta delantera derecha esta doblada en la parte superior y con desplazamiento hacia la parte inferior el vidrio de la misma está roto así como también el vidrio del costado derecho...”

Nota: La información anterior se transcribe estrictamente exacta del documento original.
Fuente: Experticia técnica de vehículos de No. 110016000028201502573, practicada al vehículo de placas HYJ222

Dentro de la información recopilada por parte de Cesvi Colombia S.A. se obtuvieron imágenes del día de los hechos en los cuales se evidencia en posición final el vehículo 2 (Aveo) en el cual se señalan los siguientes daños:



Imagen 3.9 Daños Vehículo 2 (Aveo).

3.3 COMPARACIÓN DE ALTURAS DE RASTROS

Considerando los rastros en el vehículo 1 (Sonic) y cotejándolos con las formas de tránsito de los rodados, se evalúa con que elemento del vehículo 2 (Aveo) se generan los daños en la estructura del vehículo Chevrolet Sonic de lo cual se establece que:

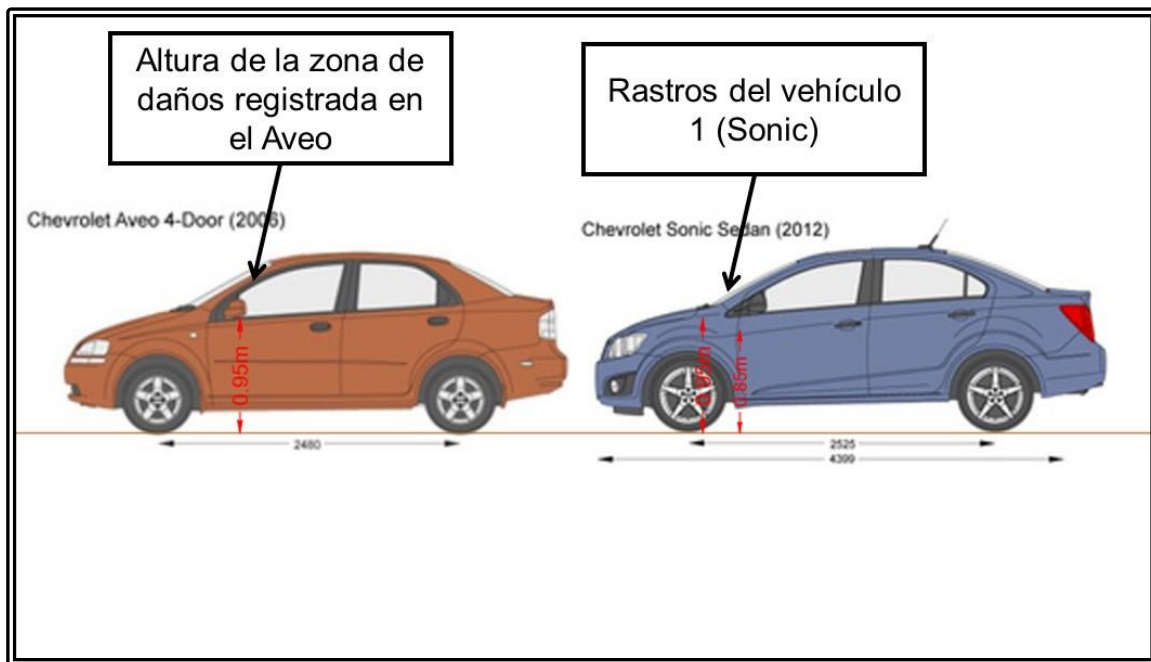


Imagen 3.10 Comparación en alturas de daños

3.4 CONFIGURACIÓN DE IMPACTO

Indicando la forma de tránsito de los involucrados, dada la evidencia aportada en la cual la autoridad indica que a la altura del espejo lateral derecho del automóvil Aveo se presentan rayones, dadas las marcas de tonalidad negra sobre el costado lateral izquierdo del automóvil Sonic y atendiendo al cotejo de alturas realizado, se determina la configuración de impacto entre involucrados:

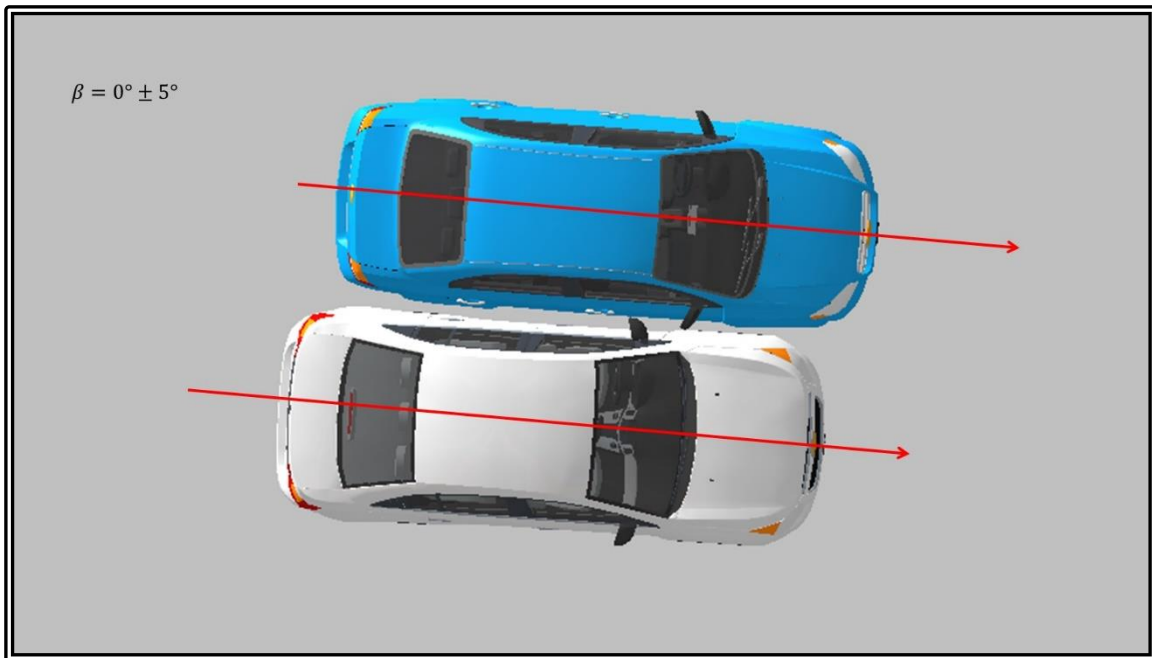


Imagen 3.11 Configuración de impacto

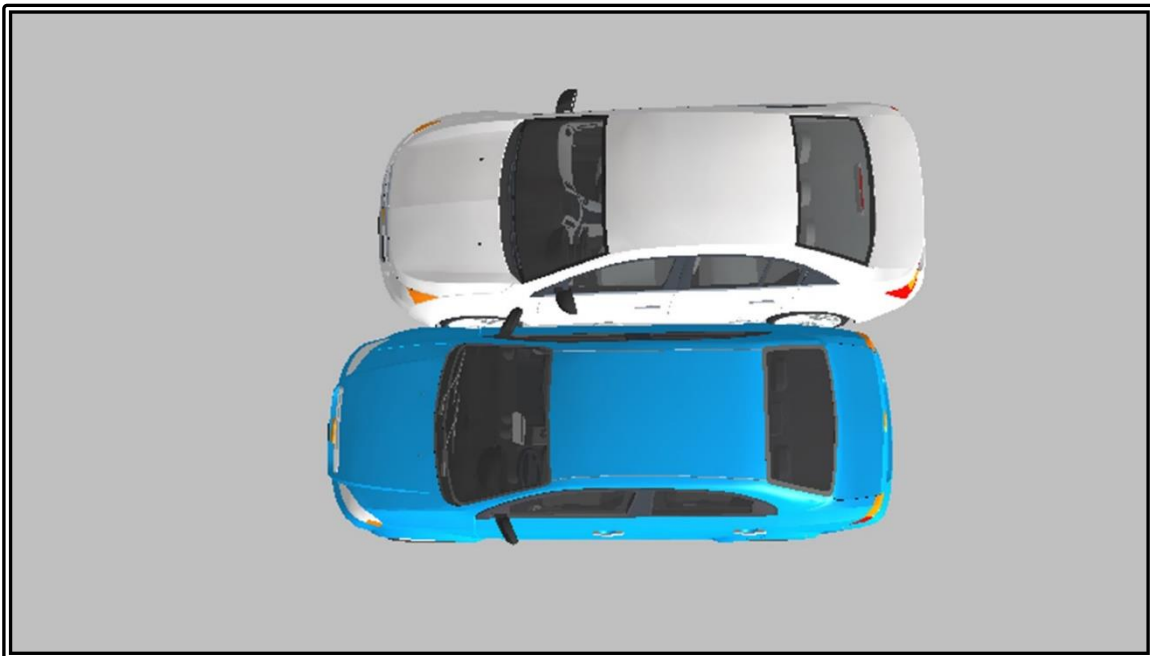


Imagen 3.12 Configuración de impacto



**4. ANÁLISIS FÍSICO Y
MATEMÁTICO DE LA MECÁNICA
DE COLISIÓN**

4. ANÁLISIS FÍSICO Y MATEMÁTICO DE LA MECANICA DE COLISIÓN

4.1 MECÁNICA DE COLISIÓN

De acuerdo con el informe policial de accidentes de tránsito, con base en la forma de interacción señalada entre rodantes y a partir del análisis efectuado a la evidencia acotada por tránsito, se determina sobre la secuencia del accidente:

4.1.1 Pre - impacto

- Los vehículos 1 (Chevrolet Sonic) y 2 (Chevrolet Aveo) circulaban en sentido sur norte sobre la Avenida Boyacá a la altura de predio No. 3A-04.

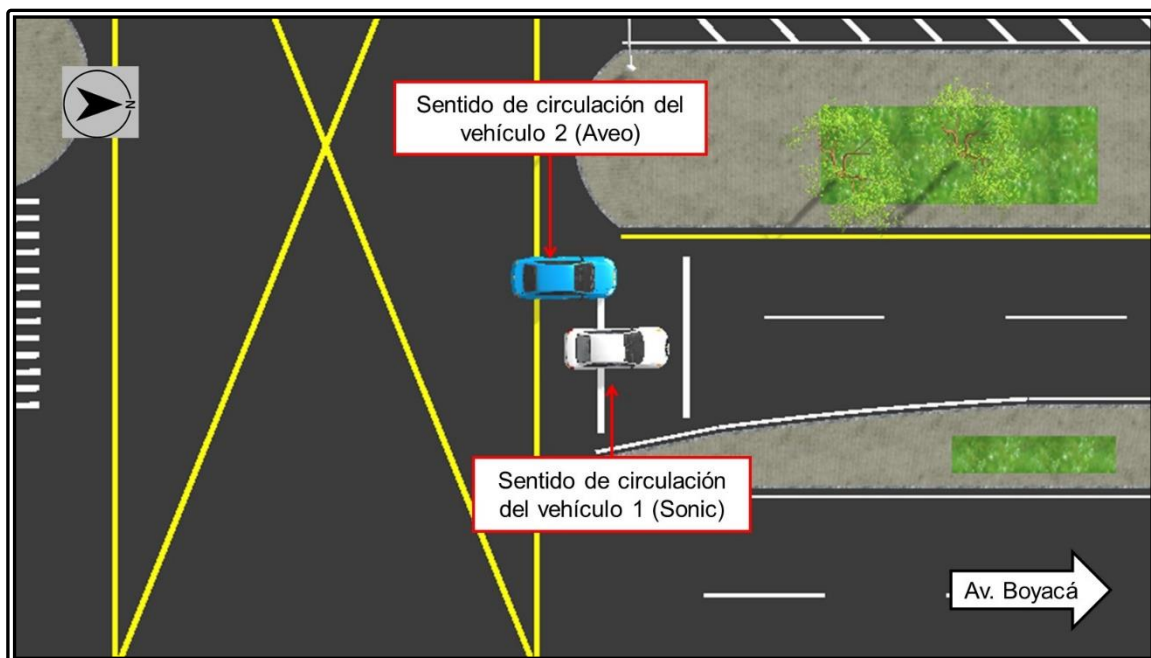


Imagen 4.1 Sentido de circulación

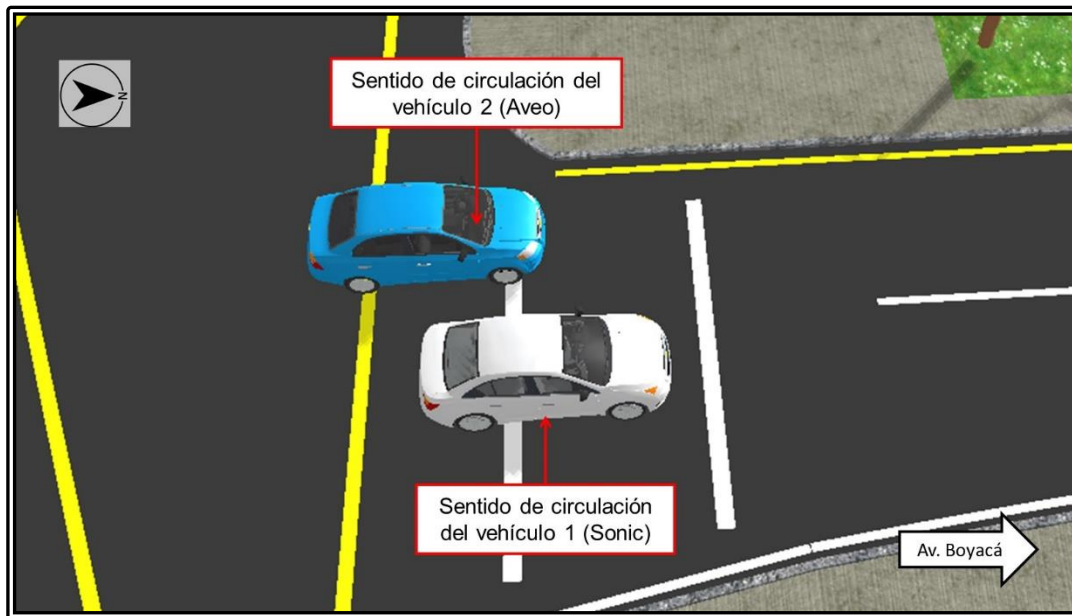


Imagen 4.2 Sentido de circulación

Nota: Las posiciones mostradas son esquemáticas y muestran una posible ubicación de los involucrados momentos previos al hecho.

4.1.2 Impacto y post impacto.

Al analizar la comparación de rastros en la estructura del vehículo Sonic con las dimensiones del vehículo Aveo y atendiendo a la forma de tránsito de los involucrados, se establece que entre los rodantes se presentó un roce negativo entre el espejo lateral del vehículo 2 (Aveo) y el guardabarros de vehículo 1 (Sonic) previo a la zona de rastros acotada por la autoridad dentro del croquis.

A continuación se delimita la forma y lugar de interacción entre automotores:

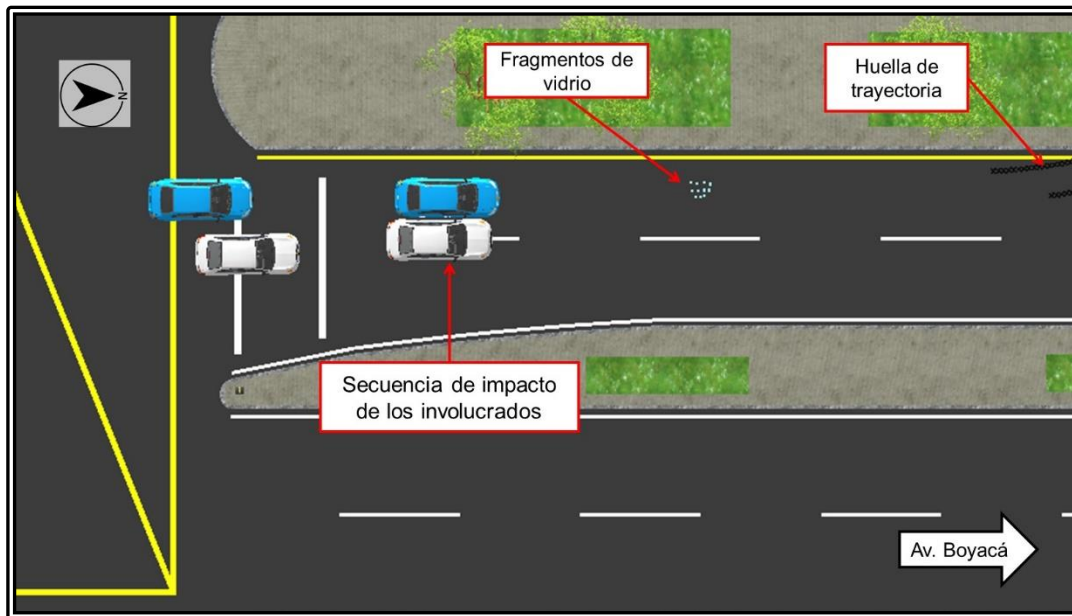


Imagen 4.3 Aproximación a la forma de impacto

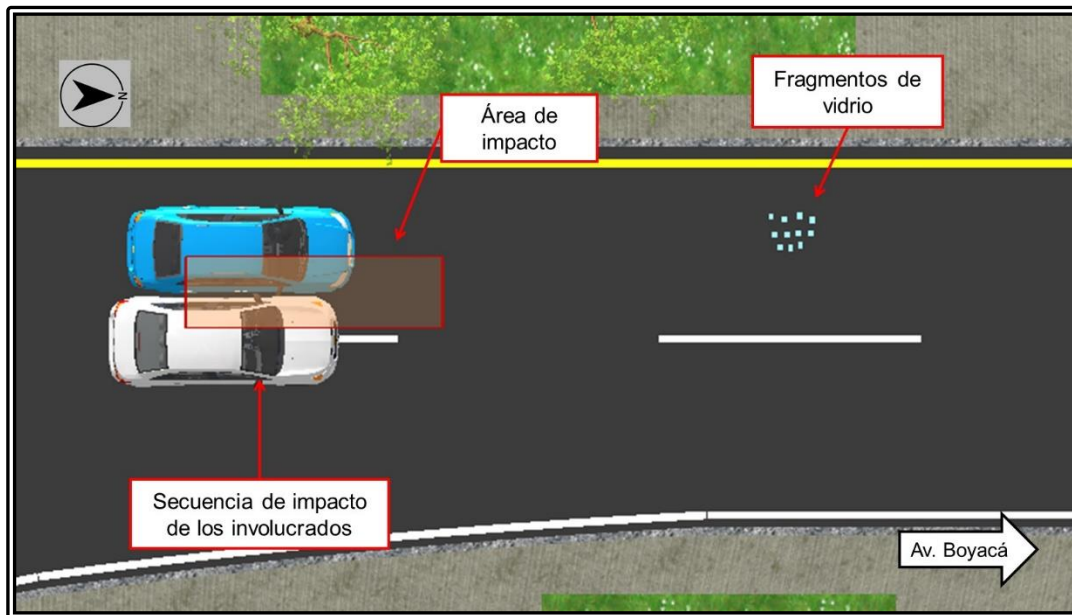


Imagen 4.4 Secuencia de impacto

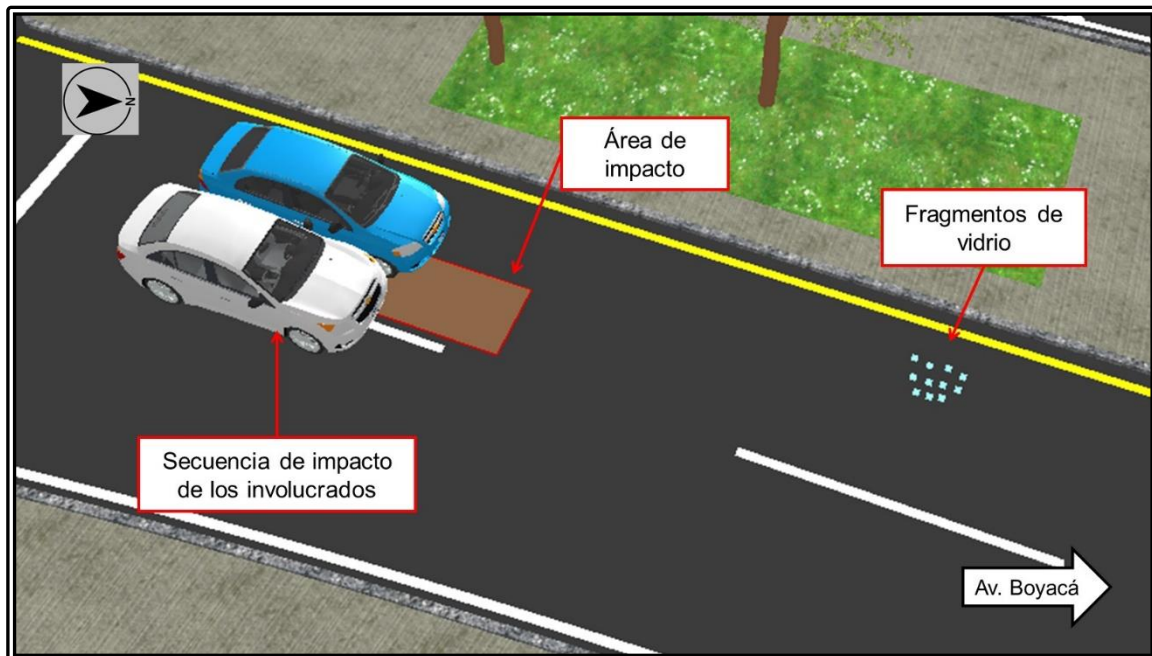


Imagen 4.5 Secuencia de impacto

Posterior a la interacción el vehículo 1 (Sonic) realiza una maniobra evasiva hacia el carril de circulación derecho mientras que por la forma de tránsito, el vehículo 2 (Aveo) realiza una maniobra de giro y contragiro en el cual se pierde la estabilidad del rodante.

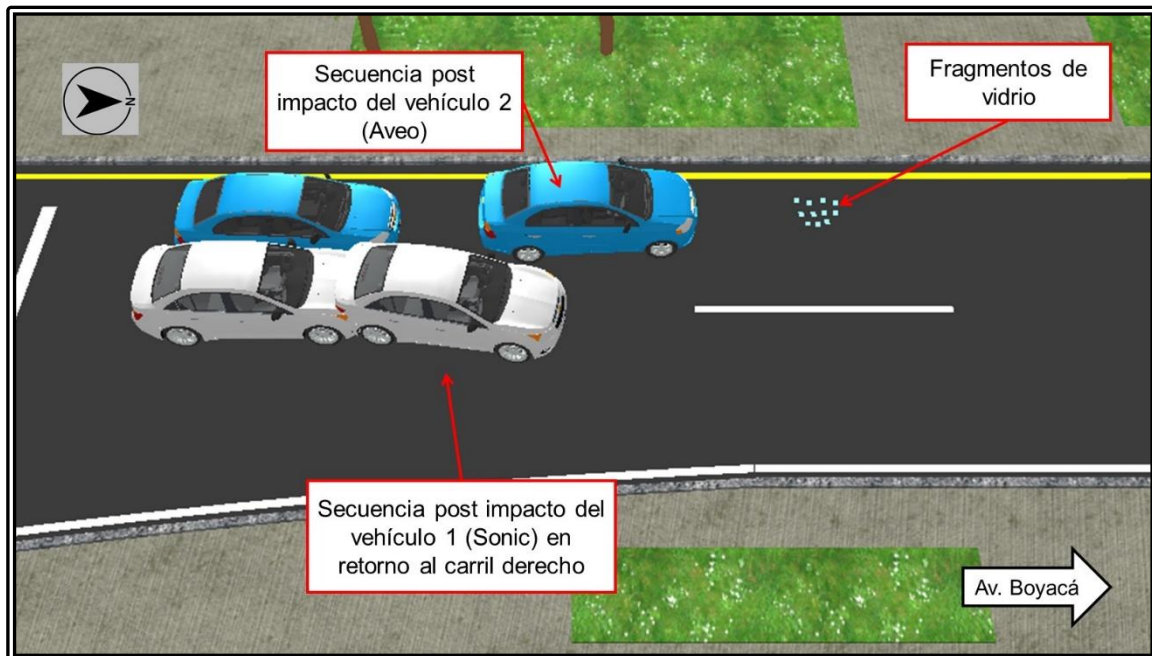


Imagen 4.6 Forma y lugar de impacto

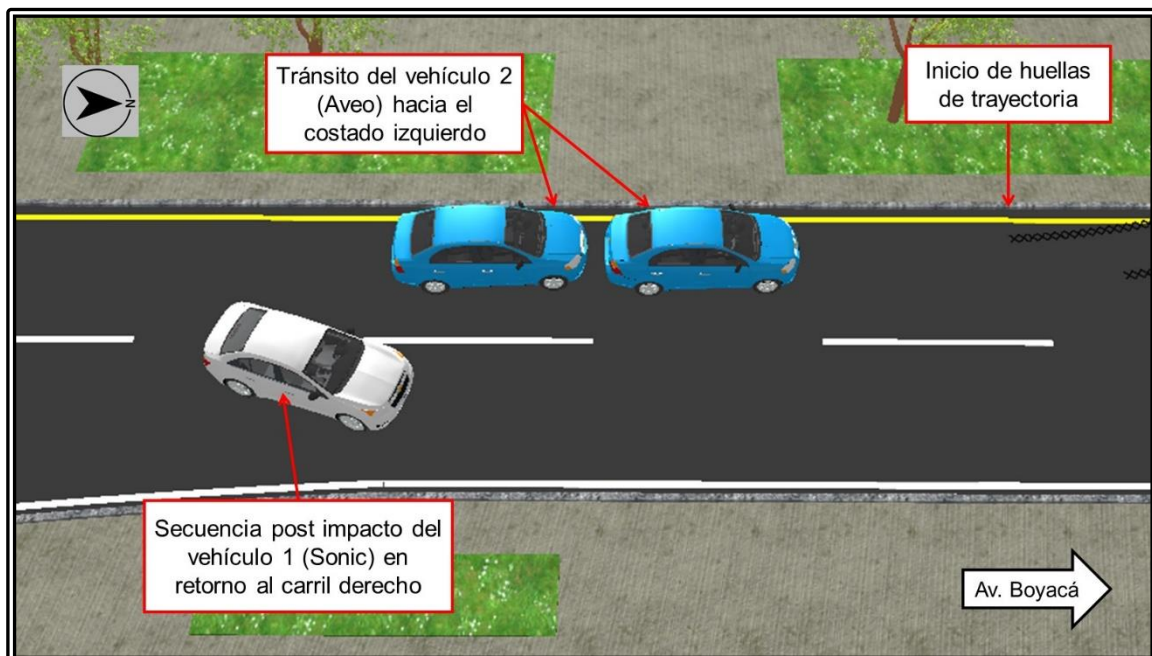


Imagen 4.7 Secuencia post impacto

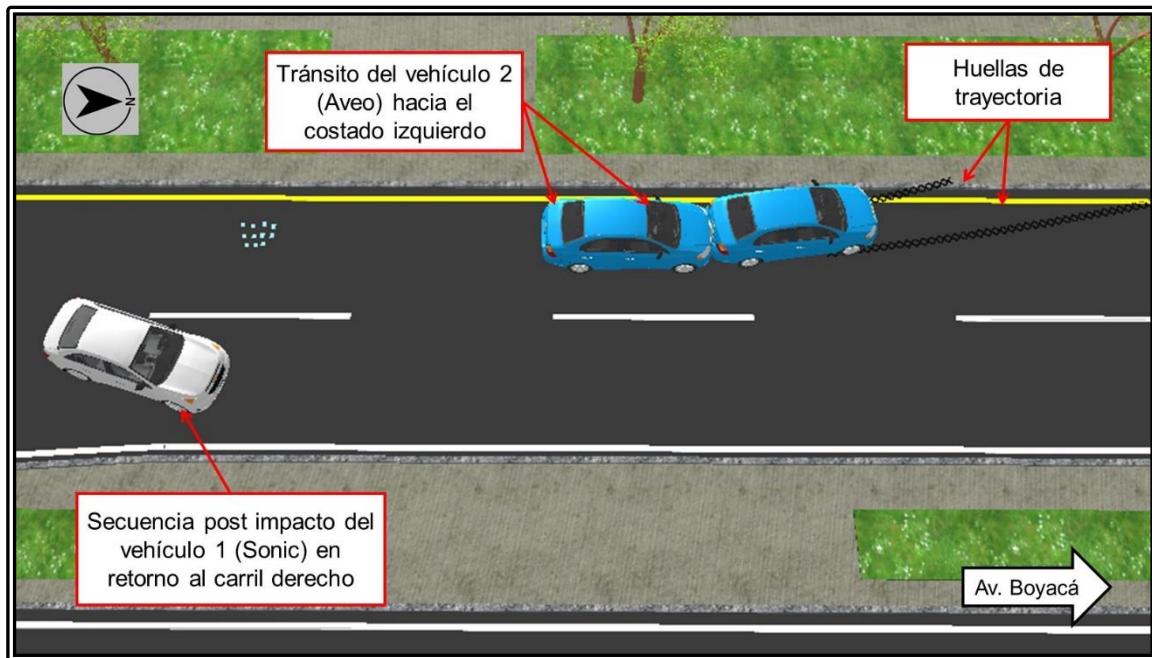


Imagen 4.8 Secuencia post impacto

Dada la dinámica de giro y contra giro que efectúa el vehículo 2 (Aveo), la velocidad de tránsito y la ubicación de la acera el vehículo 2 (Aveo) impacta contra el sardinel presentando los daños sobre los neumáticos y rines anteriores y posteriormente se presenta una mecánica de vuelo sobre el costado derecho, en la cual impacta con el elemento fijo (Árbol) y presenta las afectaciones sobre el techo del vehículo.

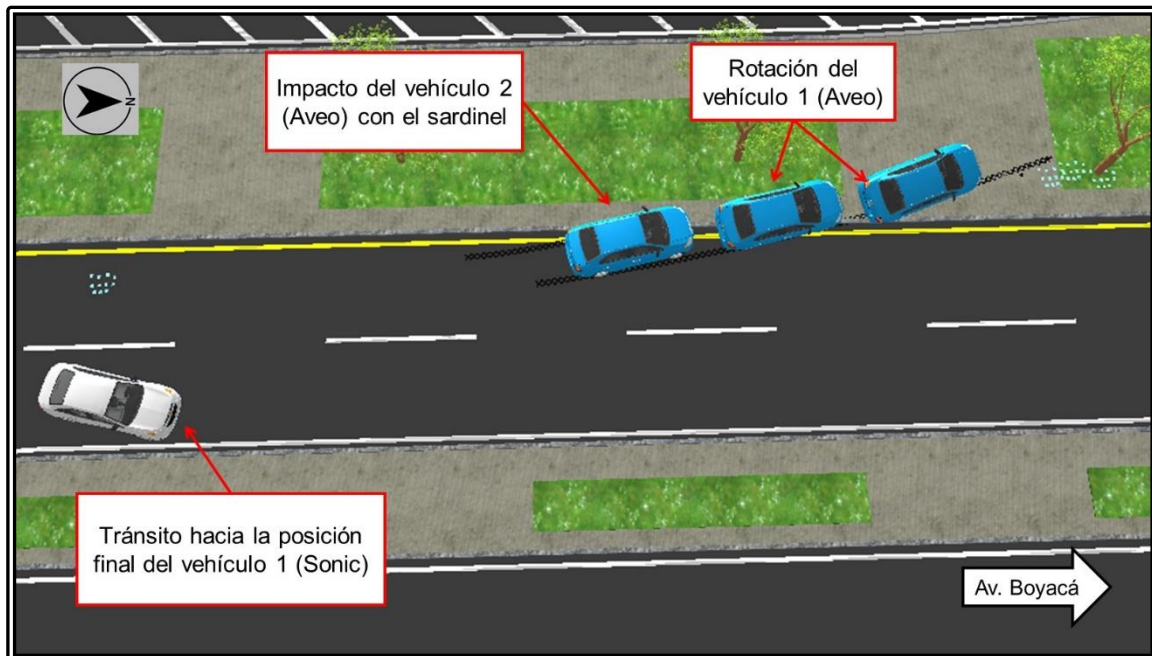


Imagen 4.9 Secuencia de hechos

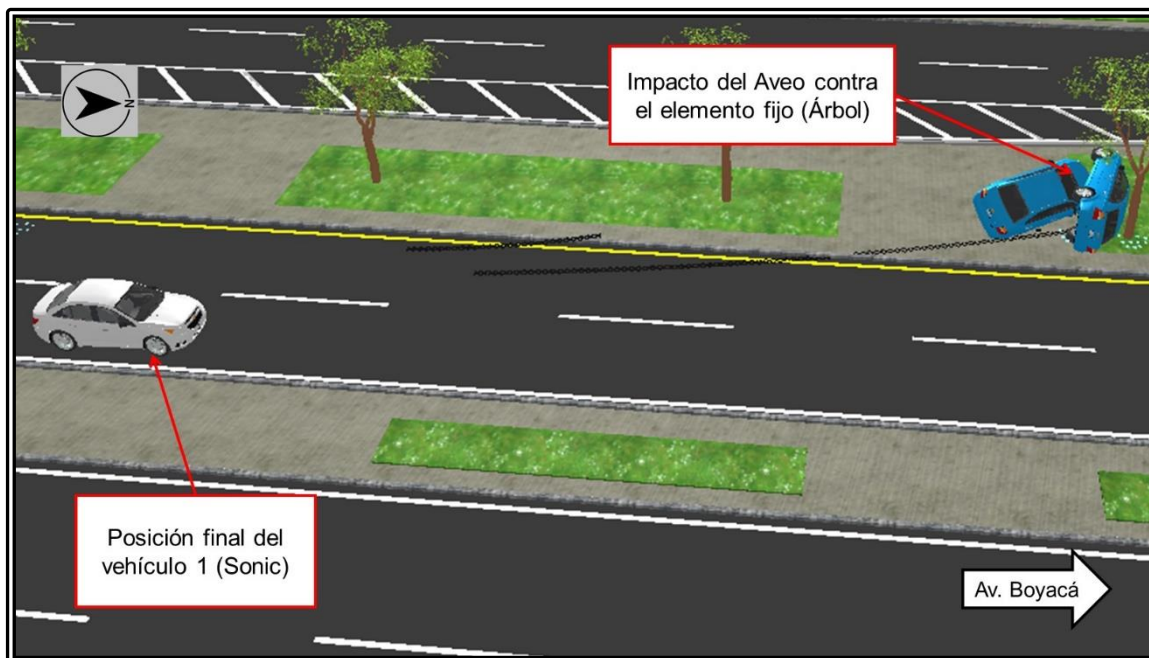


Imagen 4.10 Secuencia post impacto

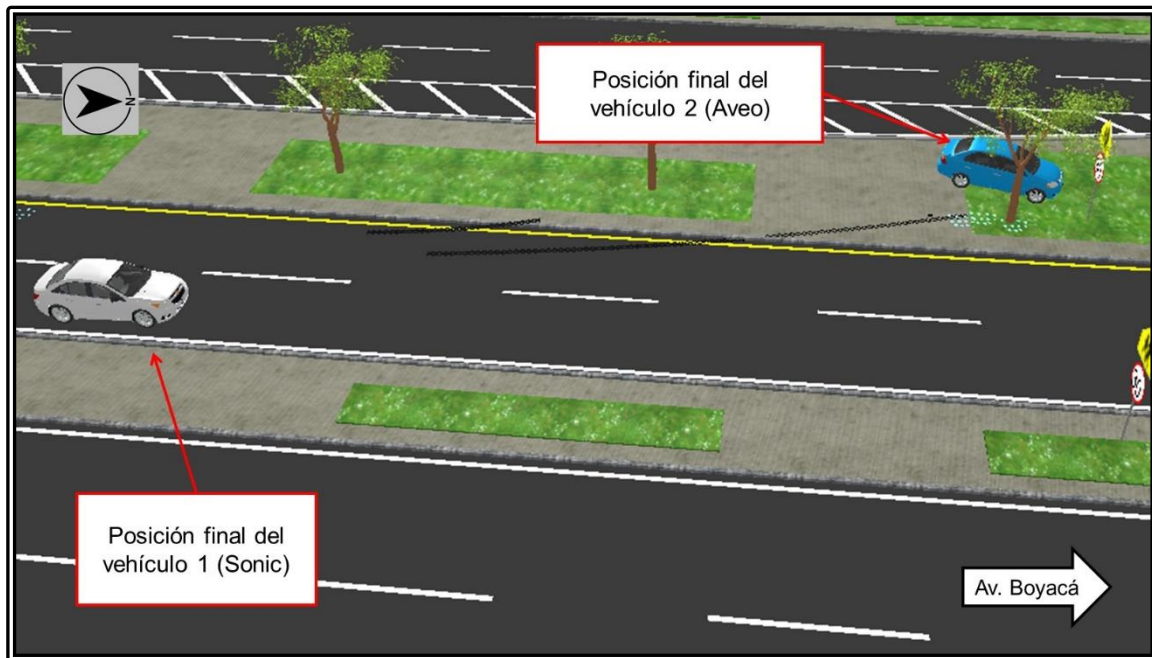


Imagen 4.11 Posiciones finales

4.2 ANÁLISIS RELEVANTES

4.2.1 Cálculo de velocidad vehículo 1 (Sonic)

Considerando la distancia recorrida desde la zona en la que se presenta el impacto hasta la posición final, en la cual el vehículo 1 (Sonic) se desplaza 17.1 m, en los cuales no se denota huellas de frenado de emergencia y considerando que la vía no señala ningún tipo de inclinación se calcula la velocidad de circulación del rodante, según la ecuación:

$$v = 3.6 \cdot \sqrt{2\mu gl}$$

Dónde:

V: Velocidad de tránsito del vehículo 1 (Sonic)

g: Aceleración de la gravedad (Tomada como 9.8 m/s^2)

μ : Coeficiente de rozamiento por frenado sin generación de huella para automóvil (Reportado entre 0,16 y 0,32)

l: Longitud de la huella de frenado (Medida señalada como 17.1 m)

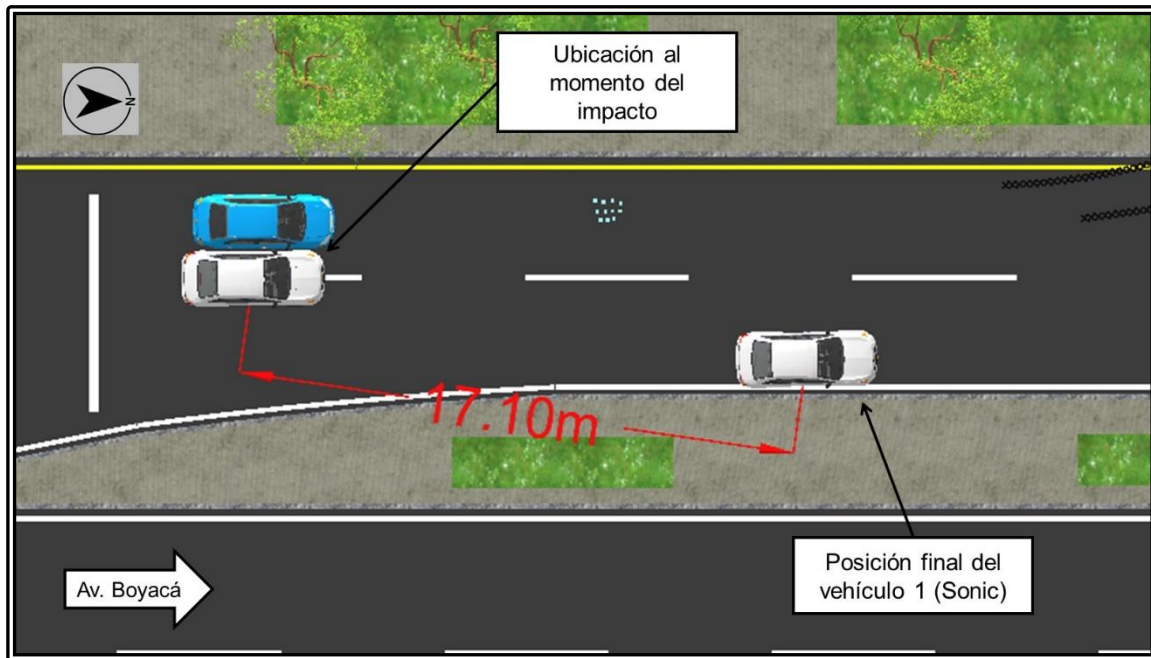


Imagen 4.12 Velocidad del vehículo 1 (Sonic)

Con base en los argumentos previamente expuestos, se delimita la mínima velocidad del vehículo 1 (Sonic) durante el proceso de detención era entre 26 km/h a 37 km/h.

4.2.2 Velocidad del vehículo 2 (Aveo)

Atendiendo a la dinámica post impacto del vehículo 2 (Aveo) en la cual desde el punto de impacto hasta el inicio de la huella de frenado el automotor recorre una distancia de 22.6 metros y según las acotaciones de la autoridad el automotor recorre una distancia de 18.6 metros en una secuencia de frenado y atendiendo a

las características de la vía se calcula la mínima velocidad de circulación del rodante al momento de la interacción, según la ecuación:

$$v = 3.6 \cdot \left(\sqrt{2g(u_1 * l_1) + (u_2 * l_2)} \right)$$

V: Velocidad de tránsito del vehículo 2 (Aveo)

g: Aceleración de la gravedad (Tomada como 9.8 m/s²)

μ₁: Coeficiente de rozamiento por frenado sin generación de huella para automóvil (Reportado entre 0,16 y 0,32)

l₁: Longitud de la huella de frenado (Medida señalada como 22.6 m)

μ₂: Coeficiente de rozamiento por frenado con generación de huella para automóvil (Reportado entre 0,55 y 0,6)

l₂: Longitud de la huella de frenado (Medida señalada como 18.6 m)

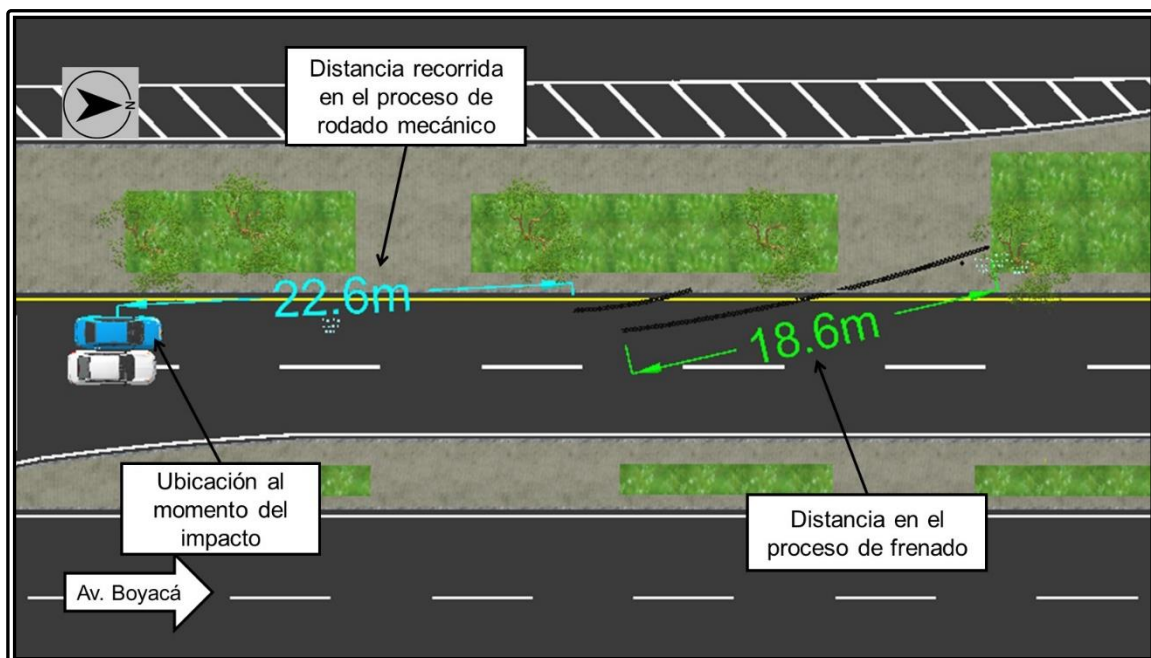


Imagen 4.13 Velocidad del vehículo 2 (Aveo)

Con base en los argumentos previamente expuestos, se delimita la mínima velocidad del vehículo 2 (Aveo) durante el proceso de detención era entre 59 km/h a 68 km/h.

Adicionalmente para comprobar la velocidad de circulación y toda vez que el vehículo 2 (Aveo) desarrolla un proceso de volcamiento sobre el costado izquierdo, dado que no se puede cuantificar la energía disipada en el proceso de choque con el árbol e indicando que el vehículo describe una huella de trayectoria de 29 m, se determina la mínima velocidad de tránsito de acuerdo con la huella de trayectoria que describe según las acotaciones de la autoridad de lo cual se indica que:

$$v_c = 11,27 \sqrt{\frac{R(d + \tan(\alpha))}{h}}$$

v_c: Velocidad crítica del vehículo

R: Radio de curvatura de la vía descrito en la huella de trayectoria

d: Ubicación horizontal del centro de gravedad

α: Peralte de la vía 0°

h: Ubicación vertical del centro de gravedad

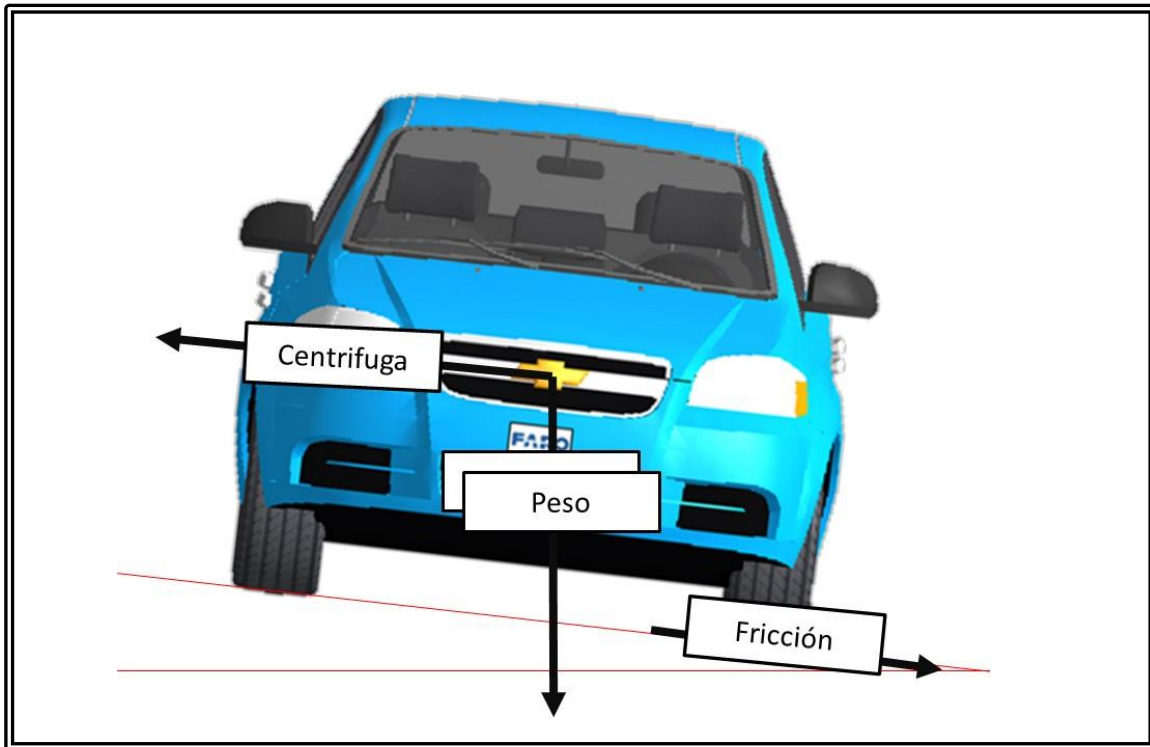


Imagen 4.14 Diagrama de fuerzas para vuelco

Radio (m)	Vel Vuelco (km/h)	Vel Derrape (km/h)
28,0	59,6	47,0
28,2	59,8	47,1
28,4	60,0	47,3
28,6	60,2	47,5
28,8	60,4	47,6
29,0	60,6	47,8
29,2	60,8	48,0
29,4	61,1	48,1
29,6	61,3	48,3
29,8	61,5	48,4
30,0	61,7	48,6

Imagen 4.15 Velocidad del vehículo 2 (Aveo)

Con base en los argumentos previamente expuestos, se delimita que para que se efectúe la maniobra de vuelco el rodante debía transitar a una velocidad superior a los 61 km/h.

4.2.3 Análisis de velocidad

En atención a los señalamientos hechos sobre las velocidades de tránsito de los vehículos, dado el tipo de sector y la señalización SR-30 (Velocidad máxima 30 km/h) en el sentido de circulación de los involucrados establece que:

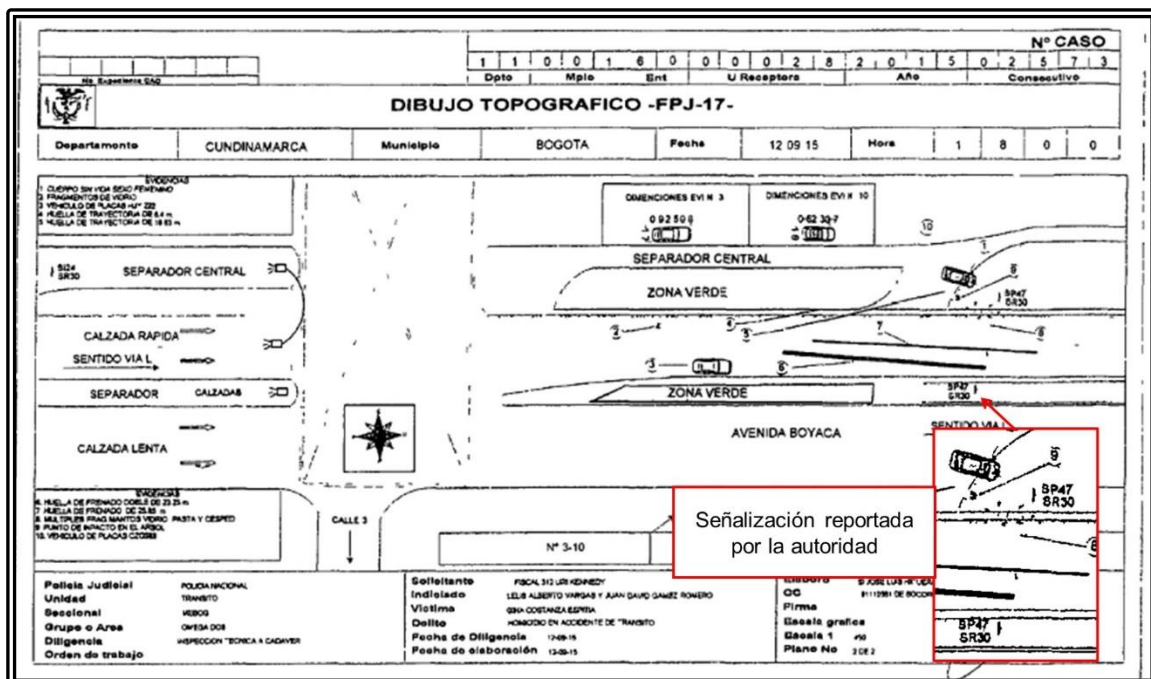


Imagen 4.16 Señalización de la vía



Imagen 4.17 Imagen de Google Maps – fecha enero 2016

- a. El vehículo 1 (Sonic) no se puede establecer si circulaba sobre el límite de velocidad para la zona del accidente.
- b. El vehículo 2 (Aveo) se encontraba superando el límite de velocidad para la zona del accidente.

4.2.4 Análisis de tránsito.

Con el fin de establecer la secuencia de tránsito de los involucrados se procede a realizar el análisis de maniobras de los involucrados en el cual se expresa:

a. Análisis de tránsito del vehículo 1 (Sonic)

Con base en las acotaciones de la autoridad y la zona de rastros se establece que el Chevrolet Sonic no ocupaba de manera eficiente el carril izquierdo de la calzada; durante la fase pre impacto el análisis señala que el rodado Sonic estaba ocupando el cetro de la calzada.[§]

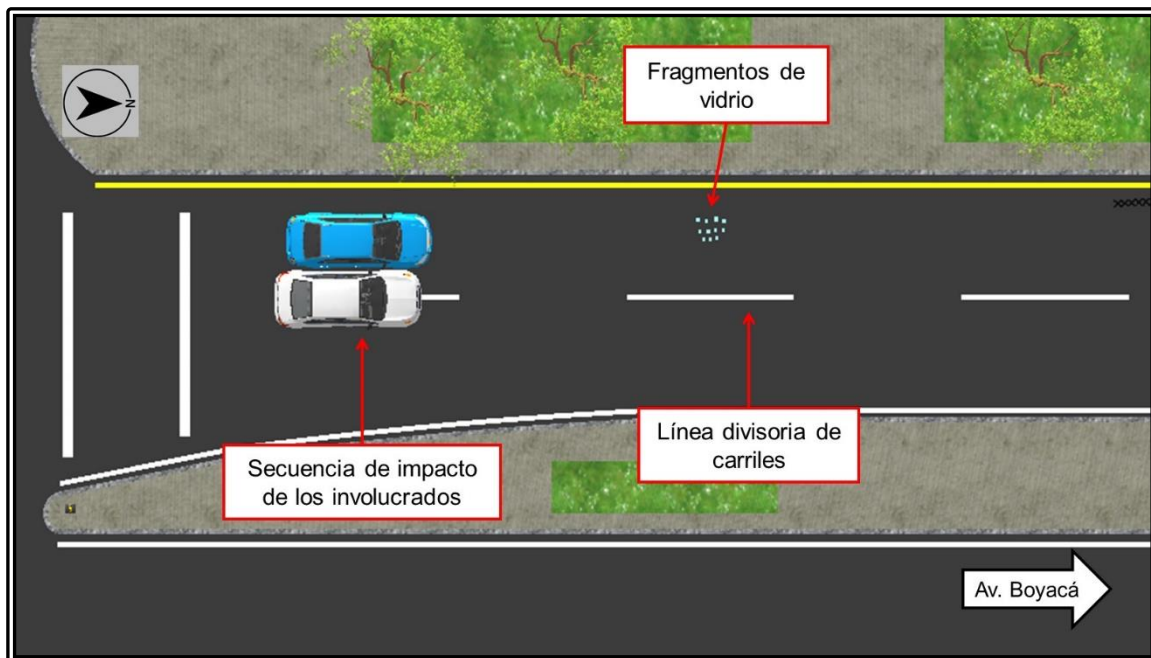


Imagen 4.18 Análisis de maniobras del vehículo 1 (Sonic)

[§] Código Nacional de tránsito – Artículo 60 Obligatoriedad de transitar por los carriles demarcados.

b. Análisis de tránsito del vehículo 2 (Aveo)

Considerando la zona en la que se presenta el accidente y la forma de tránsito entre involucrados, se establece que el Aveo circulaba sobre el carril izquierdo de la Avenida Boyacá. El análisis de velocidad establece que el rodante rebasaba al vehículo contrario superando el límite de velocidad para la zona del accidente.**

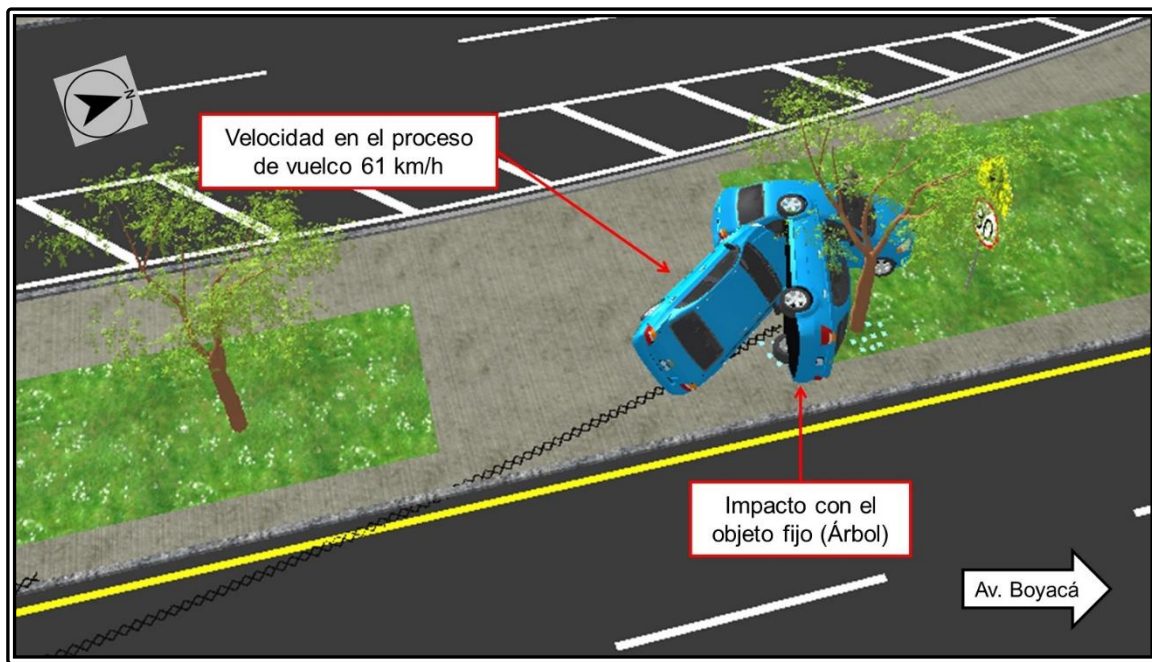


Imagen 4.19 Análisis de maniobras del vehículo 2 (Aveo)

De otro lado, el análisis de energías y velocidad señaló que el vuelco del vehículo 2 (Aveo) se genera por una sucesión de maniobras de giro y contragiro y posterior impacto con el sardinel durante su tránsito.

** Código Nacional de tránsito – Artículo 74 – Reducción de velocidad

4.2.5 Ubicación pre impacto

Considerando la velocidad del vehículo 1 (Sonic) del orden de 26 km/h, la velocidad del vehículo 2 (Aveo) del orden de 61 km/h y atendiendo a la forma y lugar de interacción entre los vehículos, se analiza la ubicación pre impacto para los vehículos para un tiempo de 2 s antes del impacto, utilizando el planteamiento:

$$x = vt$$

Dónde:

x: Distancia recorrida por cada uno de los vehículos

V: Velocidad de tránsito de cada uno de los rodantes 32 km/h para el vehículo 1 y 61 km/h para el vehículo 2.

t: tiempo de referencia evaluado 1.5 s - 3 s

Vehículo	V (km/h)	t	Ubicación	t	Ubicación
Sonic	32	1.5 s	13 m	3 s	27 m
Aveo	61	1.5 s	25 m	3 s	51 m

Imagen 4.20 Tabla de valores de referencia

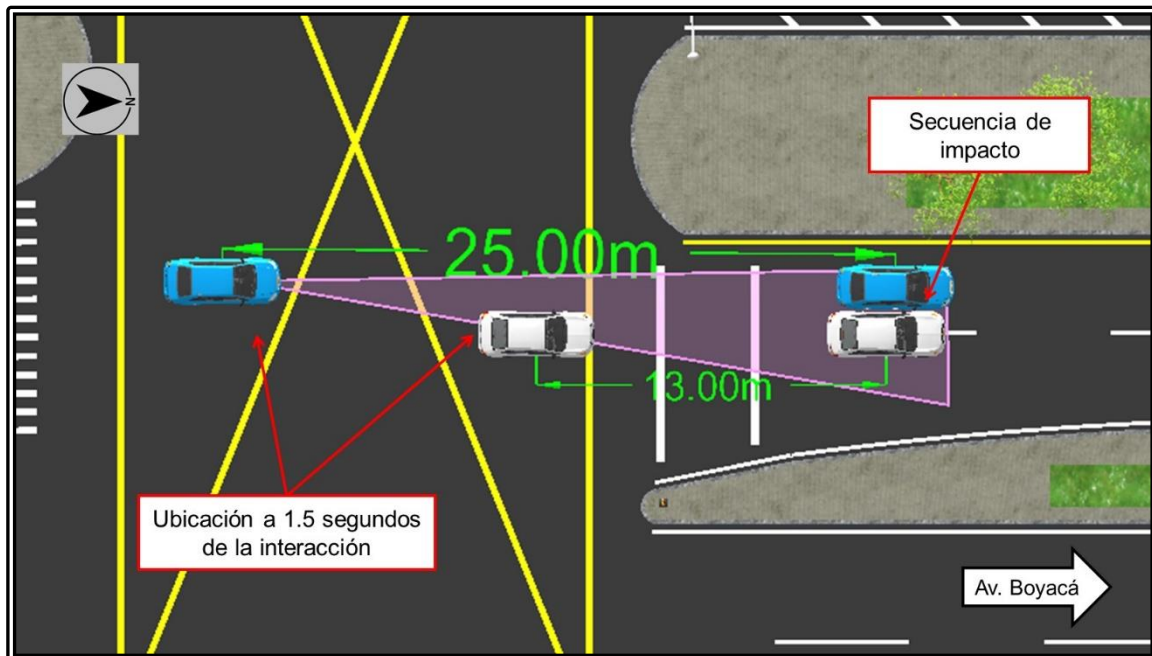


Imagen 4.21 Ubicación a 1 segundo de la interacción

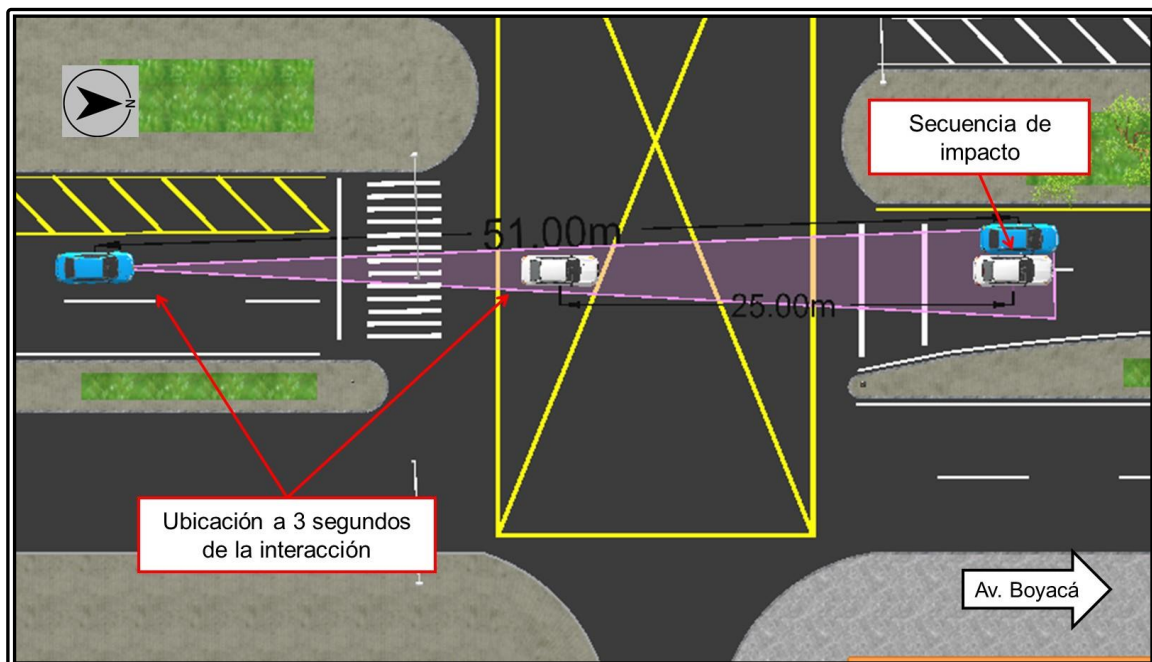


Imagen 4.22 Ubicación a 2 segundo de la interacción

A partir del análisis se establece que el conductor del vehículo 2 (Aveo) tenía en su visual directa al vehículo 1 (Sonic) y el conductor del vehículo 1 (Sonic) dependería de su espejo retrovisor para avistar al contrario y que las condiciones de la escena permitían el tránsito normal de los involucrados dentro de su respectivo carril.



Imagen 4.23 Condiciones de visual día del accidente

4.2.6 Codificación

Considerando la acotación de la autoridad dentro del numeral 11 del Informe Policial de Accidente de Tránsito (hipotesis del accidente) se indica que no se describe a cuál de los vehículos se les realiza la acotación:

10 TOTAL VICTIMAS		PEATON	ACORRUPCIONADO	PROPIETARIO	CONDUCTOR	TOTAL HERIDOS	IDENTIFICADOS
11 HIPÓTESIS DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO							
DEL CONDUCTOR		DEL VEHÍCULO		DEL PEATÓN		DEL PASAJERO	
DE LA VÍA		DE LA VÍA		DE LA VÍA		DE LA VÍA	
OTRA		ESPECIFICAR ¿CUAL?					
12 TESTIGOS							

Imagen 4.24 Codificación

Causal 116 (Exceso de velocidad) ante la hipótesis de la autoridad y la forma de tránsito, rastros y los cálculos realizados dentro del presente informe se indica que la acotación sería acorde para el vehículo 2 (Aveo) el cual circulaba superando el límite de la zona del accidente al encontrarse señalización vertical SR-30 (Velocidad máxima 30 km/h).



5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES.

Las conclusiones de este informe se basan completamente en el análisis realizado por Cesvi Colombia y la información objetiva con que se contó para la realización del caso.

1. Consideraciones de tipo dinámico sobre el movimiento post impacto de los rodantes, el análisis del tipo y ubicación de vestigios en la vía señalan como velocidades de los involucrados:
 - El vehículo 1 (Sonic) circulaba a una velocidad entre 26 km/h a 37 km/h
 - El vehículo 2 (Aveo) circulaba a una velocidad entre 59 km/h a 68 km/h al momento del impacto.
2. Con base en la señalización que se presentaba el día del accidente, reportada por la autoridad en el bosquejo topográfico se indica que el vehículo 2 (Aveo) circulaba superando el límite de velocidad, sin embargo para la fecha de la asistencia no se ubican las señales reglamentarias.
3. La forma de interacción entre rodantes, la ubicación de rastros en vehículos y la acotación de huellas en la vía señala que durante el tránsito del vehículo Aveo por el carril izquierdo cuando buscaba adelantar al vehículo Sonic, éste último se hallaría ocupando los dos carriles de la escena.
4. Las condiciones de la escena señalan que:
 - a. La vía contaba con demarcación, reportaba buen estado y visibilidad para que los involucrados circularan por su respectivo carril.

- b. El vehículo 2 (Aveo) encontraba en su campo visual contrario al vehículo 1 (Sonic) y el conductor del vehículo 1 (Sonic) dependería de su espejo retrovisor para avistar al contrario.
- 5. Con base en la acotación de la autoridad y atendiendo a que no se describe a cuál de los vehículos se les realiza la acotación de exceso de velocidad, se establece que tal codificación concuerda para el vehículo 2 (Aveo)

Los resultados del análisis que se realizaron en el presente informe dependen en su totalidad de la información recibida.

Ing. David Jiménez Vidales
Reconstructor RAT

Lic. Daniel Labrador Gutiérrez
Coord. RAT

NOTA: Antes de incorporar este Informe en un proceso Penal o Civil, comunicarse con Cesvi Colombia. Bogotá (1) 7420666 Ext. 0149 / 0159; Cali (2) 6605309; Medellín (4) 2324635

BIBLIOGRAFÍA

- 1. CESVIMAP, Manual de reconstrucción de accidentes de tráfico. Editorial CESVIMAP. España, 2007. ISBN 13: 978-84-9701193-8**
- 2. J. Stannard Baker, Lynn Fricke, Manual de investigación de accidentes de tráfico, Northwestern University, edición Sictra Ibérica 2002.**
- 3. Víctor A. Irureta, Accidentología Vial y Pericia, Ediciones La Roca, Buenos Aires 2003.**
- 4. E. Martínez, G Brambati, Investigación y peritaje de accidentes viales, Itsemap Industrial, Buenos Aires, 1997.**
- 5. PAUL A. Tipler, Física, Volumen 1, Editorial Reverté.**
- 6. R.A Serway, Física, Tomo 1, Editorial McGraw-Hill.**
- 7. Investigación de accidentes de tráfico, Academia de tráfico de la guardia civil, CESVI Argentina.**
- 8. Software VISTA FX 2, Escena de crimen y colisión.**
- 9. Esperanza del Pilar Infante, Estudio de la dinámica de vehículos para la determinación de parámetros a emplear en la reconstrucción de accidentes de tránsito, Revista del INML y CF. Vol. 18 No 3, 2005 3-7.**

Curriculum ING. DAVID JIMÉNEZ VIDALES

Profesión: Ingeniero Mecánico de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Cargo: Reconstructor de accidentes de tránsito, Centro de experimentación y Seguridad Vial de Colombia "CESVI COLOMBIA S.A.

- Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Escuela Colombiana de Carreras Industriales 2013
- Capacitación en Homogenización de Peritos 1. CESVI COLOMBIA S.A. 2014.
- Inspección y Valoración de Motos CESVI COLOMBIA S.A. 2015
- Capacitación en Seguridad Vial recibida en Bogotá en el Centro de Experimentación y Seguridad Vial, CESVI COLOMBIA S.A., en temas de reconstrucción de accidentes de tránsito, manejo preventivo, campañas en prevención vial y relevamiento de datos en accidentes de tránsito. 200 Horas. Mayo 2016.
- Capacitación en el manejo de Vista FX, software especializado para la Reconstrucción de Accidentes de Tránsito y fotogrametría. 2016
- Capacitación en estudio de mecánica de colisión como herramienta para el estudio de accidentes de tránsito 20 horas. 2016.
- Experiencia de 2 años en Reconstrucción de Accidentes de Tránsito, donde ha realizado más de 100 casos de Reconstrucción a nivel Nacional. 2016 – 2018.
- Prestación de Servicio Cesvi Pruebas (Asistencia inmediata al lugar del Accidente).

Currículum Lic. Daniel Ferney Labrador Gutiérrez

Profesión: Licenciado en Física – Universidad Francisco José de Caldas.

Especialista en Matemática Aplicada – Universidad Sergio Arboleda

Cargo: Coordinador de Reconstrucción de Accidentes de Tránsito, Centro de experimentación y Seguridad Vial de Colombia “CESVI COLOMBIA S.A.”

- Físico reconstructor de accidentes de tránsito y antiguo colaborador en este ramo para el Centro Internacional de Investigaciones Forenses y Criminalísticas, 2009 – 2013.
- Capacitación en Bloque Modular en Topografía, manejo básico de la Estación Total NPL 332 y Software VISTA FX, Agosto de 2009.
- Asistente a IV Seminario de Actualización del Sistema Penal Acusatorio. Club La Fortaleza, Octubre de 2009.
- Asistente al I Seminario de Accidentología. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Noviembre de 2011.
- Curso de Formación como Instructor en Seguridad Vial. Centro de Experimentación y Seguridad Vial (CESVI S.A.), Aguachica (Cesar), Marzo de 2013.
- Curso de Formación en Investigación de Accidentes de Tránsito Fase I. Centro de Experimentación y Seguridad Vial (CESVI S.A.), Bogotá D.C., Agosto de 2013.
- Curso de Formación en Normatividad en Tránsito y Seguridad Vial para el Transporte de Cargas Indivisibles, Extra pesadas y Extra dimensionadas. SENA - Centro de Experimentación y Seguridad Vial (CESVI S.A.), Bogotá D.C., Diciembre de 2013.
- Curso de Formación en Manejo Comentado para Vehículos Livianos. Centro de Experimentación y Seguridad Vial (CESVI S.A.), Bogotá D.C., Diciembre de 2013.
- Diplomado en Gerencia de Sistemas Integrados de Gestión HSEQ. Fundación de Egresados de la Universidad Distrital. Bogotá. 26-jun-14 - 09-sep-14
- Prestación de Servicio Cesvi Pruebas (Asistencia inmediata al lugar del Accidente).
- Más de 1200 Reconstrucciones de Accidentes de Tránsito Realizadas a nivel nacional



6. ANEXOS

ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Vehículo 1: Automóvil Chevrolet Sonic

Largo	4418	mm
Ancho con espejos	1735	mm
Alto	1516	mm
Distancia entre ejes	2525	mm
Peso vacío	1226	kg

Fuentes: <https://automovilescolombia.com/vehiculos/chevrolet/sonic/fichatecnica/medidas-capacidades> - Sitios web consultados en febrero de 2021

Vehículo 2: Automóvil Chevrolet Aveo

Largo	4310	mm
Ancho sin espejos	1710	mm
Alto	1505	mm
Distancia entre ejes	2480	mm
Peso vacío	1122	kg

Fuentes: <https://www.km77.com/coches/chevrolet/aveo/2006/sedan/ls/aveo-4p-14-16v-ls/datos> - Sitios web consultados en febrero de 2021

ANEXO 2: CALCULOS NUMÉRICOS

Velocidad del vehículo 1 (Sonic)

$$v = 3.6 \cdot \sqrt{2\mu gl}$$

Dónde:

V: Velocidad de tránsito del vehículo 1 (Sonic)

g: Aceleración de la gravedad (Tomada como 9.8 m/s²)

*μ: Coeficiente de rozamiento por frenado sin generación de huella para automóvil
(Reportado entre 0,16 y 0,32)*

l: Longitud de la huella de frenado (Medida señalada como 17.1 m)

Velocidad del vehículo 2 (Aveo)

$$v = 3.6 \cdot \left(\sqrt{2g(u_1 * l_1) + (u_2 * l_2)} \right)$$

V: Velocidad de tránsito del vehículo 2 (Aveo)

g: Aceleración de la gravedad (Tomada como 9.8 m/s²)

*μ₁: Coeficiente de rozamiento por frenado sin generación de huella para automóvil
(Reportado entre 0,16 y 0,32)*

l₁: Longitud de la huella de frenado (Medida señalada como 22.6 m)

*μ₂: Coeficiente de rozamiento por frenado con generación de huella para automóvil
(Reportado entre 0,55 y 0,6)*

l₂: Longitud de la huella de frenado (Medida señalada como 18.6 m)

$$v_c = 11,27 \sqrt{\frac{R(d + \tan(\alpha))}{h}}$$

vc: Velocidad crítica del vehículo

R: Radio de curvatura de la vía descrito en la huella de trayectoria

d: Ubicación horizontal del centro de gravedad

α: Peralte de la vía 0°

h: Ubicación vertical del centro de gravedad

Radio (m)	Vel Vuelco (km/h)	Vel Derrape (km/h)
28,0	59,6	47,0
28,2	59,8	47,1
28,4	60,0	47,3
28,6	60,2	47,5
28,8	60,4	47,6
29,0	60,6	47,8
29,2	60,8	48,0
29,4	61,1	48,1
29,6	61,3	48,3
29,8	61,5	48,4
30,0	61,7	48,6

Imagen 46.1 Velocidad del vehículo 2 (Aveo)

UBICACIÓN PRE IMPACTO

$$x = vt$$

Dónde:

x: Distancia recorrida por cada uno de los vehículos



V: Velocidad de transito de cada uno de los rodantes 32 km/h para el vehículo 1 y 61 km/h para el vehículo 2.

t: tiempo de referencia evaluado 1.5 s - 3 s