

**Acciones a implementar para reducir la accidentalidad en la vía Piedecuesta - Curos**

Edgar Andrés Manrique Villamizar

Universidad Pontificia Bolivariana

Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Comité de Trabajos de Grado

2019

**Acciones a implementar para reducir la accidentalidad en la vía Piedecuesta - Curos**

Edgar Andrés Manrique Villamizar

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:  
**INGENIERO CIVIL**

Director

Ph.D Miller Humberto Salas Rondón

Universidad Pontificia Bolivariana

Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Civil

Comité de Trabajos de Grado

2019

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del director**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Dedicatoria**

*A Dios, que siempre me concede la fortaleza, la sabiduría y la valentía para afrontar cada uno de los retos de la vida. A mis padres, Edgar Manrique Méndez y Ana Villamizar Casanova por su constante e incondicional apoyo durante mi proceso de formación como profesional y a lo largo de toda mi etapa académica. A todas las personas que me han acompañado y me han brindado su apoyo en este camino.*

***Edgar Andrés Manrique Villamizar***

## **Agradecimientos**

En la elaboración propia de este proyecto de grado, le agradezco al Ph.D Miller Humberto Salas Rondón por brindarme su apoyo, credibilidad y conocimiento en ingeniería de tránsito, por su acompañamiento y paciencia durante todo este proceso académico, fue vital para el logro de los objetivos.

Agradezco a todos los docentes que trabajaron conmigo en mi proceso de formación como Ingeniero Industrial e Ingeniero Civil. Cada uno de ellos aportaron su granito de arena para forjar el profesional que soy actualmente.

Agradezco a la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, mi alma mater e institución a la que es un orgullo pertenecer.

Edgar Andrés Manrique Villamizar

## Contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>14</b>
<b>1. Objetivos .....</b>	<b>17</b>
<b>2. Situación problema .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Antecedentes .....</b>	<b>21</b>
<b>4. Alcance .....</b>	<b>23</b>
<b>5. Justificación .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Marcos de referencia de la seguridad vial .....</b>	<b>26</b>
6.1 Marco teórico .....	26
6.1.1 Antecedentes de la seguridad vial en el mundo.....	26
6.1.2 Tendencias para fortalecer la seguridad vial en el mundo .....	27
6.1.3 Accidentabilidad vial como problema mundial.....	29
6.1.4 Contexto nacional de la seguridad vial.....	30
6.1.5 Salvemos vidas, el transporte en Colombia es generador de progreso, bienestar y alegría: .....	31
6.1.6 Accidentalidad vial en Piedecuesta.....	32
6.1.7 Posibles mejoras a aplicar, desde el punto de vista de infraestructura para mejorar la seguridad de la vía Piedecuesta - Curos .....	33
6.1.8 Consulta de artículos científicos sobre antecedentes, estado actual, o contexto de seguridad vial y accidentalidad en las bases de datos de la Universidad Pontificia Bolivariana. ....	34
6.2 Marco legal.....	36
6.2.1 Ley 1503 de 29 de diciembre de 2011 .....	36
6.2.2 Ley 1282 de marzo de 2012. Plan nacional de seguridad vial 2011.....	36
<b>7. Metodología .....</b>	<b>39</b>
7.1 Definición e historia de la auditoría de seguridad vial.....	42

7.1.2 Aspectos importantes para tener en cuenta en una auditoría de seguridad vial (ASV).	43
7.1.3 Beneficios de una ASV .....	44
7.1.4 Tipos de proyectos a los que se puede aplicar una ASV .....	45
7.1.5 Principales aspectos que se evalúan en una ASV.....	46
7.1.6 Listas de chequeo.....	58
<b>8 Aplicación de la metodología de las auditorías de seguridad vial .....</b>	<b>61</b>
8.1 Inspección de la vía Piedecuesta –Curos y evaluación de los factores que provocan inseguridad en ella.....	61
8.1.1 Información general de la vía Piedecuesta – Curos .....	63
8.1.2 Diagnóstico de la vía Piedecuesta – Curos, a través de los puntos seleccionados.....	64
8.2 Estudio de velocidades de la vía Piedecuesta - Curos.....	72
8.2.1 Generalidades sobre estudios de velocidad de punto.....	72
8.2.2 Metodología a utilizar para el estudio de velocidades de la vía Piedecuesta – Curos...	74
8.2.3 Selección de puntos críticos .....	77
8.2.3 Toma de datos de tiempo.....	79
8.2.4 Registro de datos de tiempos y velocidades tomados en campo .....	80
8.2.5 Cálculo de intervalos de clase.....	80
8.2.6 Distribución de frecuencia.....	82
8.2.7 Histograma, polígono de frecuencia y ojiva porcentual.....	84
8.2.8 Valores representativos.....	90
8.2.9 Conclusiones .....	92
8.3 Lista de chequeo para la vía Piedecuesta – Curos.....	93
8.3.1 Inspección in situ e identificación de la infraestructura en la vía Piedecuesta – Curos .....	94
8.4 Análisis de costos de posibles soluciones de seguridad vial en la vía Piedecuesta – Curos .....	104
8.4.1 Análisis de precios unitarios .....	104
8.4.2 APU de actividades propuestas a realizar .....	104
8.4.3 Conclusiones .....	106
<b>9. Conclusiones generales .....</b>	<b>107</b>
<b>10. Recomendaciones .....</b>	<b>109</b>

**11. Referencias bibliográficas ..... 111**



**Lista de tablas**

Tabla 1. Descripción de los puntos escogidos para el análisis de la vía.....	66
Tabla 2. Longitud de base en función de la velocidad de proyecto .....	79
Tabla 3. Número de intervalos de clase por tamaño de muestra o número de observaciones .....	81
Tabla 4. Descripción de los intervalos de clase .....	82
Tabla 5. Tabla de distribución de frecuencia .....	83
Tabla 6. Constante de confiabilidad.....	91

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Resolución 2410 de 17 julio de 2015.....	37
Ilustración 2. Procesos generales para conducir una ASV .....	41
Ilustración 3. Ciclo de costos de medidas de mitigación en un proyecto vial .....	43
Ilustración 4. Factores que influyen en un accidente de tránsito .....	44
Ilustración 5. Ejemplo gráfico de una curva vertical convexa.....	47
Ilustración 6. Ejemplo de una curva horizontal circular simple .....	48
Ilustración 7. Ejemplo de señalización horizontal .....	50
Ilustración 8. Ejemplo de señalización vertical .....	51
Ilustración 9. Ejemplo de iluminación de una vía.....	52
Ilustración 10. Ejemplo de barreras laterales .....	53
Ilustración 11. Ejemplo de isla de tránsito en vía urbana .....	54
Ilustración 12. Ejemplo de un obstáculo visual, instalado correctamente .....	54
Ilustración 13. Ejemplos de puente peatonal y barrera separadora de tráfico .....	56
Ilustración 14. Diagrama de flujo para auditorías de seguridad vial .....	60
Ilustración 15. Importancia de la señalización en las vías. ....	62
Ilustración 16. Descripción del tramo vial Piedecuesta - Curos .....	65
Ilustración 17. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Paseo del Puente).....	66
Ilustración 18. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Bwey).....	67
Ilustración 19. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Paramito).....	67
Ilustración 20. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Chivo) .....	68
Ilustración 21. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Caracolí).....	68
Ilustración 22. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Casa Bas).....	69
Ilustración 23. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Quijanos) .....	70
Ilustración 24. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Curos pueblo) .....	71
Ilustración 25. Geovisor de siniestralidad por capas .....	76
Ilustración 26. Mapa de siniestros viales .....	76
Ilustración 27. Mapa de riesgo ANI - INVÍAS.....	77
Ilustración 28. Punto K3+600.....	78
Ilustración 29. PuntoK3+000.....	78
Ilustración 30. Reductores de velocidad en punto K3+600 .....	83
Ilustración 31. Histograma y polígono de frecuencia punto k3+000.....	85
Ilustración 32. Curva de distribuciones de frecuencia punto k3+000.....	86
Ilustración 33. Ojiva porcentual punto k3+000 .....	87
Ilustración 34. Histograma punto k3+600 .....	88
Ilustración 35. Curva de distribuciones de frecuencia punto k3+600.....	89
Ilustración 36. Ojiva porcentual punto k3+600 .....	90



**RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** Acciones a implementar para reducir la accidentalidad en la vía Piedecuesta - Curos

**AUTOR(ES):** Edgar Andrés Manrique Villamizar

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Ph.D Miller Humberto Salas Rondón

**RESUMEN**

En este documento se desarrolla un diagnóstico de las condiciones actuales de infraestructura y seguridad vial de la vía Piedecuesta - Curos. A través de un estudio de velocidades y análisis de diversos sistemas de información geográfica de la Agencia Nacional de Seguridad Vial se concluye acerca de las condiciones precarias desde el punto de vista técnico y de seguridad en las que se encuentra la vía. Al mismo tiempo se realizaron mediciones de velocidad en los puntos que se consideraron críticos a través de las herramientas virtuales y posteriormente se realizó un procedimiento estadístico con un nivel de confianza del 95,5%, concluyendo de esta forma la presencia de exceso de velocidad respecto de la velocidad para la que fue diseñada la vía. Finalmente se proponen diferentes acciones, elementos de infraestructura y estrategias a efectuar para mitigar el riesgo de accidentalidad en este importante corredor vial del departamento de Santander. Por otra parte, se realizaron análisis de precios unitarios a dichas propuestas y se hacen recomendaciones a todas las entidades que intervienen en la vía.

**PALABRAS CLAVE:**

Seguridad vial, estudio de velocidades, infraestructura, vía, presupuesto

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

**GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** Actions to reduce the traffic crash in the Piedecuesta – Curos road

**AUTHOR(S):** Edgar Andrés Manrique Villamizar

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Ph.D Miller Humberto Salas Rondón

**ABSTRACT**

This document develops a diagnosis of the current infrastructure and road safety conditions of the Piedecuesta - Curos road. Through a study of speeds and analysis of various geographic information systems of National Road Safety Agency, it is concluded about the precarious conditions from the technical and safety point of view of the road. At the same time, velocity measurements were made at the points that were considered critical through the virtual tools and subsequently a statistical procedure was performed with a 95,5% confidence level, thus concluding the presence of speeding with respect to the speed for which the track was designed. Finally, different actions, infrastructure elements and strategies are proposed to mitigate the risk of accidents in this important road corridor of the department of Santander. On the other hand, unit price analyzes were made for these proposals and recommendations are made to all entities involved in the road.

**KEYWORDS:**

Road safety, Speeds Study, infrastructure, road, budget

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## Introducción

Cerca de 1,3 millones de personas mueren al año en las vías de todo el mundo y entre 20 y 50 millones quedan heridas; a causa de accidentes de tránsito. Este fenómeno constituye la primera causa de muerte de personas entre los 15 y 29 años; y constituye un problema grave de salud pública. Es necesario enfocar esfuerzos en la seguridad vial a través de auditorías o reformas desde el punto de vista técnico y ético en las carreteras del mundo, para que de esta forma se puedan garantizar medios de transporte terrestres seguros para todos los usuarios. (Organización Mundial de la Salud , 2017). Como datos generales para saber la importancia de la seguridad vial, se encuentra, por ejemplo: El 93% de las muertes por accidentes de tránsito se producen en países de ingresos bajos y medianos, estos constan del 54% de vehículos matriculados en el mundo; también se encuentra que agentes como los peatones y ciclistas constituyen la mitad de muertes por accidentes de tránsito a nivel mundial, constituyéndose en los más vulnerables en las vías. (Organización Mundial de la Salud , 2017)

Algunas de las causas de los accidentes de tránsito en el mundo, corresponden a la ausencia o falta de mantenimiento de aparatos o dispositivos para el control de tráfico que ayudan a mantener la seguridad vial en las carreteras; algunos de ellos son la señalización horizontal y vertical, semáforos, barreras separadoras, bermas, carriles de detención, entre otros. En Colombia, según instituciones responsables de las vías como el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) e Instituto Nacional de Concesiones (INCO), las oficinas departamentales de tránsito y los institutos de tránsito de los municipios están obligados a contar con los estudios pertinentes para elaboración de trabajos de señalización en las vías así como también un estudio técnico de las mismas por un ingeniero especialista en el tema. (Ministerio de transporte de Colombia, 2019)

La accidental vial en Colombia se presenta principalmente en zonas urbanas, en el año 2017 por ejemplo, cada día murieron 18 personas en las carreteras del país, es decir, 6570 para ese año. A noviembre de 2017, las regiones con mayor número de casos de accidentes de tránsito con víctimas fatales en el país fueron: Bogotá con 492 muertes, Cundinamarca con 428, Tolima con 229 y Huila con 211. Desobedecer las señales de tránsito, conducir en estado de embriaguez y el exceso de velocidad constituyen los principales factores de accidentalidad en el país. (Periódico El Tiempo, 2017). Según el observatorio de la agencia nacional de seguridad vial 4 de cada 10 accidentes de tránsito en el país con víctimas fatales tienen involucrada una moto. (Periódico El Tiempo, 2017)

La auditoría de seguridad vial constituye una herramienta muy importante al entenderse como un medio de diagnóstico de la problemática que se presenta en las carreteras, detecta todas las posibles inconsistencias y carencias en cuanto al diseño y funcionalidad de todos y cada uno de los elementos que constituyen la vía.

En cuanto al área metropolitana de Bucaramanga y en particular el municipio de Piedecuesta, presentan vías primarias de carácter nacional que conducen a diferentes municipios del departamento de Santander y Bogotá D.C. Dichas vías en algunos tramos presentan falencias en cuanto a seguridad vial, diseño y funcionalidad, cabe agregar que la difícil topografía del departamento en general dificulta en alguna medida el diseño geométrico, mantenimiento, comodidad de conducción y seguridad en la marcha de dichas vías, aumentando así el riesgo de cualquier accidente. En este estudio en particular se ha escogido el tramo comprendido entre los municipios de Piedecuesta y Curos, será analizado desde diferentes factores como su localización, volúmenes de tránsito, historial de accidentalidad y la normatividad actual aplicada a este tramo de vía. Todo esto se adopta con el objetivo de identificar las principales causas de

accidentalidad, y factores de inseguridad que influyen en la operación de la vía Piedecuesta-Curos, mediante la metodología de listas de chequeo de seguridad vial (ASV), junto con un análisis estadístico que soportará diversas estrategias propuestas para mejorar las condiciones actuales de seguridad y operación de la vía Piedecuesta – Curos. De esta manera se contribuye a que dichos problemas o situaciones de inseguridad sean atendidos. Finalmente se proponen y presupuestan económicamente diferentes soluciones de infraestructura para generar una vía más segura para todos los usuarios que diariamente utilizan este importante corredor vial de Santander.



## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivos generales**

- Estudiar la accidentalidad en la vía Piedecuesta-Curos aplicando la metodología de Auditoría de seguridad vial, que permita la gestión del riesgo.
- Cuantificar el costo de las mejoras en infraestructura, que comprenda el tramo Piedecuesta – Curos, que permitan mitigar la accidentalidad.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Inspeccionar la vía Piedecuesta-Curos para evaluar los factores que provocan inseguridad en la vía a través de registros fotográficos y fílmicos.
- Hacer un estudio de velocidades del tramo Piedecuesta-Curos, con el fin de evaluar la influencia de esta en la inseguridad vial de la vía Piedecuesta-Curos.
- Proponer soluciones que ayuden a reducir el riesgo de accidentalidad de la zona por medio de diferentes alternativas de seguridad vial.
- Realizar un análisis de costos de acciones y actividades en la vía y sus elementos como: mejoras en infraestructura de la vía existente, señalización y culturización.

## 2. Situación problema

Es acelerado y de alto impacto en vidas y pérdidas materiales la accidentalidad en la vía que de Curos conduce a Piedecuesta, para ello se plantea este proyecto, el cual busca hacer un aporte significativo a la reducción en el número de accidentes que se presentan en este tramo de vía. Sus causas principales son: La inadecuada señalización, la existencia de curvas cerradas y la ausencia de bermas y cunetas que conduzcan las aguas lluvias de una manera correcta.

La pregunta principal a resolver con este trabajo de grado es: ¿Cuáles son las acciones de prevención pertinentes para la disminución de accidentes en la vía que de Piedecuesta conduce a Curos?

La seguridad vial es el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) así como normas de conducta, bien sea como peatón, pasajero o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito, la misma se encarga de prevenir y/o minimizar los daños y efectos que provocan los accidentes viales, su principal objetivo es salvaguardar la integridad física de las personas que transitan por la vía pública eliminando y/o disminuyendo los factores de riesgo que puedan conducir a ocasionar un accidente. (García, 2007).

En la actualidad y por muchos años la cifra de mortalidad en accidentes de tránsito ha incrementado debido a los diversos factores ambientales, humanos y vehiculares. El mal estado de las vías y la falta de mantenimiento son causas de gran importancia para la implementación de inspecciones de seguridad vial ya que estas se realizan “in situ” y evalúan todas aquellas fallas que generan accidentes de tránsito, además se debe tener en cuenta el volumen de tránsito de cada vía, las señales de tránsito correspondientes y el manejo de recursos adecuados a la

estructura del pavimento para así evitar que se eleve la tasa de accidentalidad en la zona que se está identificando. Estas inspecciones deben hacerse por un profesional en el tema el cual deberá presentar el correcto informe y especificar en qué zona se debe dar solución y por qué (García, 2007).

Según (Arlsura, 2018) estadísticas realizadas a la vía en estudio, se pudo evidenciar entre los años 2015, 2016, 2017 y parte del 2018 un alto índice de accidentalidad concluyendo la falta de conciencia de los conductores y una que otra vez de los peatones sin dejar de lado que la vía, la imprudencia, el afán y el no reconocimiento de las señales juegan una mala pasada; como se puede inferir de las tabla 1 a la 4 y en la ilustración 1, que dan cifras estadísticas de la zona de seguridad vial en Santander (Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta) en 2015 y 2016.

El alto índice de accidentes de tránsito es un problema del que todos los usuarios del modo carretero, de una u otra manera, son responsables. Según las estadísticas de Ministerio de Transporte, esta es la segunda causa de muerte en Colombia después de la violencia. Lo más grave es que estos índices van en aumento. Durante los últimos seis años más 5000 colombianos han muerto en accidentes de tránsito cada año (Arlsura, 2018).

Según (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2016), los municipios que integran la zona de seguridad vial de Santander representan el 3,6% del total de fallecidos por accidentes de tránsito y el 7,4% del total de lesionados graves por accidentes de tránsito registrados en el país en 2016. Lo que se refleja en:

Cada 34 horas fallece una persona en la Zona de Seguridad Vial de Santander, en un hecho de tránsito. En promedio se presentan 9 personas gravemente lesionadas en hechos de tránsito. Según registran en la zona de seguridad vial de Santander. (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2016).

32,8% de los fallecidos y 46,5% de los lesionados están entre los 20 y los 34 años con un pico en la población de los 20 a los 24 años. En el caso de los fallecidos se observa una incidencia mayor en el grupo etario de los 60 años y más (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2016).

### 3. Antecedentes

Los antecedentes de la investigación constituyen los estudios previos que otros investigadores han ejecutado y que son similares al que se pretende efectuar, estas constituyen un aporte valioso para lograr los objetivos propuestos que ayudan a comprender el proceso investigativo. Así se muestran a continuación los estudios que sirvieron de apoyo a la investigación.

Según esta elaboración propia (María Duarte, 2014). Realizaron una investigación titulada Estudio de accidentalidad en la vía que comunica el intercambiador el palenque con el café Madrid empleando la metodología de la auditoría de seguridad vial. La investigación fue realizada en la Universidad Pontificia Bolivariana. La elaboración propia concluyó que Existen tres elementos principales que participan individual o simultáneamente en la ocurrencia de un accidente como lo son el factor humano, el vehículo y la vía. Esta investigación sirvió de apoyo en cuanto al conocimiento de la herramienta de auditoría de seguridad vial, la cual es una herramienta que permite determinar las posibles deficiencias y/o carencias de las vías.

Para (Alejandra Gomez, 2013) denominaron su estudio Análisis de los sectores críticos de accidentalidad vial en el tramo San Gil – Pescadero. Realizada en la Universidad Pontificia Bolivariana. De esta investigación se tomaron como punto de apoyo aspectos metodológicos que ayudaron a la identificación de los aspectos que generan efectos negativos.

Según (Jessica Gordillo, 2013). Realizaron una investigación titulada Estudio de accidentalidad en la vía Floridablanca - Piedecuesta en el sector cañaveral - retorno plata cero empleando la metodología de una auditoría de seguridad vial, la cual se llevó a cabo en la Universidad Pontificia Bolivariana. La investigación sirvió de apoyo para la identificación de las causas más comunes de los accidentes, los cuales según la elaboración propia pueden estar

relacionadas con el conductor, el vehículo o la vía. Así mismo, brindó soporte en cuanto a posibles recomendaciones y soluciones para la mitigación del problema objeto de estudio.

#### 4. Alcance

En este proyecto se realizará un estudio a través de la metodología de seguridad vial, para analizar todos y cada uno de los factores de riesgo de accidente en el tramo vehicular que comprende la vía Piedecuesta – Curos en el departamento de Santander, Colombia. Este tramo vial es en su mayoría urbano, aunque en algunas partes tiende a orientarse como rural, es un tramo que está totalmente pavimentado, pero presenta dificultades y deterioro en cuanto a su señalización infraestructura y funcionamiento actual, considerándose, como uno de los mayores focos de accidentalidad en el Área Metropolitana de Bucaramanga, (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2016)

Así mismo, teniendo el diagnóstico derivado de una inspección previa mediante registros fotográficos y filmicos, estudio de velocidades y la auditoría de seguridad vial; se procederá a proponer diferentes alternativas de solución a la vía ya existente con el fin de mitigar el riesgo de accidentalidad; dichas soluciones pueden ser desde el punto de vista de señalización, diseño geométrico, infraestructura y funcionamiento. Posteriormente a través de una plantilla o sistema se evaluarán económicamente las alternativas propuestas y se concluirá si son tanto factibles desde los costos de estas, como viables a través del tiempo. Todo esto encaminado hacia reducir el riesgo de accidente en la vía Piedecuesta-Curos.

Y en el caso de la autopista, faltaban los separadores entre los barrios San Rafael y Cabecera, pero esto no se convierte en excusa para las malas prácticas de manejo”, señaló Gómez Contreras, titular de la cartera de movilidad municipal (Morales, 2018).

Lo más importante y la verificación de que Colombia va por un buen camino es que la seguridad vial se volvió un deber público y a causa de esto toda la sociedad está en la obligación

de responder ante todos los factores que envuelvan la seguridad de peatones, conductores y demás por lo que se recomienda la reducción de velocidades, asegurarse que cada miembro de la vía tiene su lugar en el carril, y que la movilidad depende de esto. (Morales, 2018)



## 5. Justificación

El presente trabajo se enfocará en estudiar la accidentalidad de la vía Piedecuesta-Curos con una longitud de 8.8 km, mediante trabajos de campo e investigaciones que permitan analizar los problemas de infraestructura, así como el estado de la vía en cuanto a factores ambientales que generan un alto índice de accidentalidad.

Está demostrado que a través del tiempo esta vía ha generado accidentes; entre ellos algunos fatales, esto debido al mal mantenimiento de la calzada, la geografía y los agentes externos que hacen de esta una vía peligrosa e insegura para los transeúntes, donde según las estadísticas han perdido la vida alrededor de 26 personas, entre los años 2015 y 2018.

En previsión y para actuar en consecuencia, se pretende identificar los problemas de seguridad vial para mitigar mediante la metodología de auditoría de seguridad vial el riesgo de accidentalidad que se presenta en el tramo Piedecuesta-Curos, a través de identificación y evaluación de los riesgos presentes, lo que permitirá proponer soluciones que contribuyan a reducir el riesgo de accidentalidad de la zona por medio de señalizaciones y mejoras de la vía, tales como: Adecuado mantenimiento en la vía, implementación de reductores de velocidad e iluminación para disminuir la accidentalidad de la zona, señalización donde se requiera soporte de estas; todo esto encerrado en el concepto de seguridad vial por medio de la aplicación de una metodología de inspección de seguridad vial, que permita la gestión del riesgo de accidentalidad, que se presenta en el tramo Piedecuesta – Curos, departamento de Santander.

## **6. Marcos de referencia de la seguridad vial**

### **6.1 Marco teórico**

#### **6.1.1 Antecedentes de la seguridad vial en el mundo**

Según (OMS, 2004), en su proyecto “Carga Mundial de Morbilidad”, los accidentes de tránsito causaron para el 2004 más de 1,27 millones de víctimas mortales, un número similar a las provocadas por muchas enfermedades transmisibles. Además de la muerte, los accidentes en las vías de tránsito causan muchos traumatismos de menor gravedad, de hecho, se estima que en el mundo se producen entre 20 y 50 millones de traumatismos no mortales por año.

Por otro lado, un estudio efectuado en Turquía estimó que, de las aproximadamente 95.000 personas heridas en accidentes de tránsito en 2005, el 13% sufrió una discapacidad subsiguiente, mientras que en la India se estima que 2 millones de personas sufren algún tipo de discapacidad como consecuencia de un accidente de tránsito (OMS, 2009).

De acuerdo al informe de la (OMS, 2009) los traumatismos por accidentes de tránsito someten a los sistemas de atención sanitaria a una gran presión en cuanto a recursos financieros, ocupación de camas y exigencias sobre los profesionales sanitarios. En Kenia, por ejemplo, los pacientes heridos en accidentes de tránsito representan entre el 45% y el 60% del total de ingresos en las salas de cirugía. Asimismo, estudios efectuados en la India indican que los traumatismos por accidentes de tránsito son responsables del 20–50% de los ingresos en los servicios de urgencias, del 10–30% de las hospitalizaciones y del 60–70% de las personas ingresadas con traumatismos cerebrales.

Los traumatismos por accidentes de tránsito son una de las tres causas principales de mortalidad en las personas de 5 a 44 años, donde cabe destacar que más del 90% de las víctimas

mortales por causa del tránsito se produce en los países de ingresos bajos y medianos, que sólo tienen el 48% de los vehículos del mundo (OMS, 2009).

Durante los últimos años, diferentes organizaciones han utilizado diversos métodos para estimar el número mundial de víctimas mortales en las vías de tránsito. El proyecto de la OMS Carga Mundial de Morbilidad (2004), que utiliza datos de registros civiles independientemente del tiempo transcurrido entre el accidente y la muerte, estima que durante ese año murieron 1,27 millones de personas como consecuencia de un accidente de tránsito, donde casi todas las fuentes de datos señalan que alrededor de las tres cuartas partes de las víctimas mortales por accidentes de tránsito se producen entre hombres y que la mayor repercusión corresponde a los grupos de edad económicamente activos.

### **6.1.2 Tendencias para fortalecer la seguridad vial en el mundo**

A nivel mundial, en los últimos 40 años se han puesto en marcha numerosas iniciativas regionales y mundiales de seguridad vial, de hecho la publicación del Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito de la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicado en el 2004 contribuyó a catalizar la acción. En dicho informe se hace hincapié en el papel de muchos sectores en la prevención de las lesiones causadas por accidentes de tráfico, además se describen los conceptos fundamentales de su prevención, la magnitud y las consecuencias de las lesiones, así como los principales determinantes y factores de riesgo, dicho informe sirve de instrumento de promoción y de documento técnico y contiene seis recomendaciones principales sobre lo que pueden hacer los países para hacer frente al problema de las lesiones causadas por accidentes de tránsito. (OMS, 2004)

Después fue aprobada por las Naciones Unidas la resolución 58/289, sobre el mejoramiento de la seguridad vial en el mundo, en la que se hace referencia a la necesidad de hacer frente a la crisis de seguridad vial en el mundo, y a la necesidad de seguir fortaleciendo la cooperación internacional, teniendo en cuenta las necesidades de los países de ingresos bajos y medianos, para tratar de resolver las cuestiones de seguridad vial (ONU, 2018).

Para mayo de 2004 la Asamblea Mundial de la Salud aprobó la resolución WHA 57.10, en la que se hace referencia a la seguridad vial y a la salud, donde además se insta a los Estados Miembros a que den prioridad a la seguridad vial como una cuestión de salud pública y hagan lo necesario para aplicar medidas que hubieran demostrado su eficacia en la reducción de las lesiones causadas por accidentes de tráfico. Para octubre de 2005 la Asamblea General aprobó la resolución 60/5 en la que puso de relieve la importancia de que los Estados Miembros prestaran especial atención a la prevención de los traumatismos causados por el tránsito (ONU, 2018).

El 31 de marzo de 2008 la Asamblea General aprobó la resolución 62/244, titulada «Mejoramiento de la seguridad vial en el mundo», en la que se reafirmó la importancia de ocuparse de las cuestiones relativas a la seguridad vial en el mundo y la necesidad de seguir fortaleciendo la cooperación internacional y el intercambio de conocimientos en materia de seguridad vial, y de aumentar el apoyo financiero conexo, teniendo en cuenta las necesidades de los países en desarrollo (ONU, 2018).

Dentro de este contexto, cabe destacar que los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han adoptado un gran número de medidas para reforzar la legislación, mejorar la recopilación de datos y elaborar estrategias y programas nacionales y locales de seguridad vial.

### **6.1.3 Accidentabilidad vial como problema mundial**

Las pérdidas de salud, sociales y económicas, que se derivan de las lesiones causadas por accidentes de tráfico no son inevitables, de hecho, existen datos que confirman que las lesiones causadas por accidentes de tráfico pueden prevenirse (OMS, 2009).

Los niños y los jóvenes representan gran parte los aproximadamente 1,2 millones de personas que mueren en las carreteras cada año. En el mundo, más del 40% de todas las muertes en colisiones de tránsito ocurren en personas de 0 a 25 años. Debido a que los niños y los jóvenes constituyen un grupo importante en riesgo de muerte, traumatismos o discapacidades causados por el tránsito, por lo que se considera un problema a nivel mundial en el que se deben tomar las iniciativas pertinentes para reducir los casos de conducción bajo los efectos del alcohol y el exceso de velocidad, lo cual beneficiaría a los usuarios de todas las edades (ONU, 2018).

Dentro de este contexto, a nivel mundial se ha señalado que la creación de un organismo rector adecuadamente financiado para la seguridad vial y una evaluación precisa de las condiciones de seguridad de las carreteras de un país son medidas importantes que deben adoptarse para tratar de resolver de manera eficaz el problema de las lesiones causadas por accidentes de tráfico, donde las normas y otras medidas impuestas para hacer frente a esos factores de riesgo han dado lugar a una disminución drástica de los accidentes de tráfico a nivel mundial (ONU, 2018).

#### **6.1.4 Contexto nacional de la seguridad vial**

Tomando en cuenta lo planteado por (INTT, 2013) acerca de que la seguridad vial es la rama de la seguridad que tiene por objetivo fundamental mejorar la participación del ser humano en el sistema vial, teniendo en cuenta, en todo momento, el conjunto de acciones coordinadas en la prevención de accidentes viales realizados por organismos públicos e instituciones privadas, se puede decir, que su importancia viene dada por el desarrollo de competencias en el conocer, el hacer, el ser y el convivir, donde no solo enseñan determinados contenidos, sino que también procura el desarrollo de las actitudes, propiciando así al comportamiento adecuado, el cual a su vez se verá fuertemente influenciado por su condición psicofísica y los principios y valoración individual y social.

Esta actitud tiene un componente ético primordial enmarcado en un adecuado criterio de convivencia vial. Sólo con educación no es posible conseguir el deseable nivel de seguridad vial, pero sin ella las medidas más cuidadosas y costosas ven reducidas a nada su eficiencia, ya que de poco sirve disponer de vías, vehículos y norma absolutamente perfectas si luego los conductores y peatones no saben, no quieren o no pueden comportarse correctamente (INTT, 2013).

Según datos de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) En Colombia, para el año 2018 se registraron 6.476 fallecidos de manera preliminar, sin embargo, hubo una reducción del 0.2% lo que equivale a 17 víctimas menos frente a lo que respectó al año 2017. A su vez los usuarios de motocicletas representaron el 48.3% del total de fallecidos y el 56% del total de lesionados registrados en el país.

Dentro de estas mismas fuentes se hace referencia a los Peatones quienes representaron el 24% de los fallecidos y el 19.7% de los lesionados. Los usuarios de vehículos representaron el 13% del total de fallecidos y el 17% del total de lesionados registrados, por último aunque no

menos importante se hace referencia a los usuarios de bicicletas los cuales representaron el 6% de los fallecidos y el 7% de los lesionados por hechos de tránsito en Colombia (ANSV, 2019).

### **6.1.5 Salvemos vidas, el transporte en Colombia es generador de progreso, bienestar y alegría:**

Mediante la campaña “Salvar Vidas” por primera vez en mucho tiempo la integridad es una prioridad para el país. Según el ajuste al Plan Nacional de Seguridad Vial las metas específicas son proporcionar reducción en accidentes y prevenir daños colaterales más que todo en grupos vulnerables, constituyendo así la participación de varias empresas, modelos, gobierno y más para anular muchas muertes en el país. Cabe resaltar que la conducta de los peatones, como los conductores respeten las señales de tránsito, movilidad y demás se produzcan cambios positivos y así la seguridad vial sea segura en toda Colombia.

Por otro lado, se cuenta con los congresos Internacionales de seguridad vial, lo más importante de estos congresos es integrar al estado, productores de vehículos, ingenieros y la sociedad para darle solución a uno de los problemas más críticos en Colombia, ya que el país es el segundo en el mundo con más muertes por los accidentes y la carencia de seguridad en las vías. La meta es reducir en un 8% el número de muertes, por lo que para lograr esto es fundamental el conocimiento y las experiencias en otros territorios más específicamente en Estados Unidos (país número uno en muertes por accidentes de tránsito) quiere ser adoptado y utilizar programas que se estén desarrollando en este país y ha demostrado la reducción de heridos o accidentes (Pérez, 2005).

### **6.1.6 Accidentalidad vial en Piedecuesta**

Según elaboración propia durante el 2017 se presentaron 579 accidentes en las vías del municipio y en lo que va del año se han presentado solo 79, una reducción del 30% con respecto a la misma fecha el año pasado, y todo esto se debe a los separadores construidos por el Instituto Nacional de Vías, Invías (Morales, 2018).

“El 99% de los accidentes que se presentan en la ciudad se deben a la imprudencia de los conductores, somos conscientes que existen falencias en semaforización y en el caso de la autopista, faltaban los separadores entre los barrios San Rafael y Cabecera, pero esto no se convierte en excusa para las malas prácticas de manejo”, señaló Gómez Contreras, titular de la cartera de movilidad municipal (Morales, 2018).

Lo más importante y la verificación de que Colombia va por un buen camino es que la seguridad vial se volvió un deber público y a causa de esto toda la sociedad está en la obligación de responder ante todos los factores que envuelvan la seguridad de peatones, conductores y demás por lo que se recomienda la reducción de velocidades, asegurarse que cada miembro de la vía tiene su lugar en el carril, y que la movilidad depende de esto. (Morales, 2018)



### **6.1.7 Posibles mejoras a aplicar, desde el punto de vista de infraestructura para mejorar la seguridad de la vía Piedecuesta - Cueros**

- Asegurar buena visibilidad en las intersecciones oblicuas en “Y” con ángulos menores a 90°.
- Evitar problemas de percepción de las intersecciones, ya que deben ser lo suficientemente visibles y evidentes para los conductores. Para evitar que una impresión visual de la intersección engañe al conductor, es necesario reforzar la infraestructura de la intersección por medio de señalización.
- Restringir las aperturas de medianas en vías de doble sentido de tránsito. Con ello, se evitan los virajes a la izquierda y en U, lo cual mejora las condiciones de seguridad.
- Habilitar cruces de calzada seguros en aquellos lugares en donde se justifican, se deben proveer facilidades para flujos peatonales y de ciclistas, mediante el establecimiento de puentes peatonales y ciclorrutas.
- Evitar ubicar los accesos en lugares cercanos a curvas, en donde la distancia de visibilidad se vea restringida, sean estas horizontales o verticales.
- Las bermas contribuyen a la seguridad en las vías, se debe tener en cuenta la construcción de bermas inferiores a 3 m de ancho.
- Colocar un borde alertador o generar una depresión adecuada en la berma lateral, puede resultar muy beneficioso ya que permitirá advertir a los conductores del peligro y lograr una recuperación del control de los vehículos que hayan comenzado a abandonar la calzada por algún descuido o maniobra imprevista.
- Las demarcaciones deben permanecer visibles en todas las circunstancias, de día y de noche, esto implica mantener en forma óptima, el color, la textura y las características de reflectancia.

- Tener toda la red vial iluminada sería óptimo para lograr una buena visibilidad nocturna, es decir, que la iluminación debe ser tal que la superficie de rodado se encuentre uniformemente iluminada de modo que los vehículos, ciclistas, peatones y objetos sean vistos. El diseño de las lámparas y la geometría de las instalaciones deben estar de acuerdo con las condiciones de la superficie de la vía para proporcionar la calidad y la cantidad óptima de iluminación.

- La localización de los postes de iluminación no debe crear peligros innecesarios. Así, se puede realizar una serie de recomendaciones para mejorar la seguridad:

- Ubicar los postes fuera del borde de la calzada
- Utilizar postes que colapsen al ser impactados,
- Proteger los postes con un dispositivo que no permita impactarlos directamente o que evite un daño mayor al vehículo.

- Las Defensas o barreras de seguridad, se deben utilizar no sólo para prevenir colisiones entre vehículos que circulan en sentido contrario, sino también para prevenir choques y consecuencias entre vehículos y obstáculos rígidos al borde de la vía y para evitar que un vehículo salga fuera de la carretera en un lugar de peligro, por tal motivo, las defensas deben ser lo suficientemente resistentes para evitar que el vehículo las traspase, sin embargo, su diseño no debe causar daño a los vehículos y sus ocupantes.

### **6.1.8 Consulta de artículos científicos sobre antecedentes, estado actual, o contexto de seguridad vial y accidentalidad en las bases de datos de la Universidad Pontificia Bolivariana.**

#### **6.1.8.1 Red de monitoreo para seguridad vial**

La sala de monitoreo del Programa de Seguridad vial, fue instalada con la finalidad de aumentar los niveles de seguridad en las carreteras de Colombia, de acuerdo a lo planteado en

(Cosntrudata, 2001) dicha sala permitirá controlar la accidentabilidad, identificar zonas críticas y prevenir acciones de grupos al margen de la ley contra pasajeros y conductores que se desplazan por las redes viales del territorio nacional, así mismo es importante resaltar que desde la ya mencionada sala se podrá vigilar la red vial de manera permanente.

#### **6.1.8.2 Las nuevas vías construidas en el país deben ser seguras**

Según (Construdata, 2013) la 4G involucra el tema de seguridad vial desde la etapa de estructuración y durante toda la vida del contrato de concesión. En ese sentido, en la etapa de estructuración se realizan auditorías en seguridad vial como medida preventiva para mejorar y corregir puntos críticos, e igualmente se adoptaron algunas de las recomendaciones del Fondo de Prevención Vial, como, por ejemplo, las barreras de contención, señalización, entre otros.

El análisis puso en evidencia problemas como obstáculos laterales a menos de 10 metros, inexistencia de bandas alertadoras, ancho insuficiente de carriles, bermas o separadores centrales; paso por zonas urbanas e inexistencia de accesos controlados y de zonas libres. Motivo por los cuales proponen:

- Reducir la accidentalidad mejorando las especificaciones técnicas de las vías.
- Prevenir accidentes mediante el adecuado mantenimiento de los elementos constitutivos de las vías.
- Generar un mayor compromiso de los concesionarios mediante medición de índice de mortalidad.

## **6.2 Marco legal**

### **6.2.1 Ley 1503 de 29 de diciembre de 2011**

Formación, prevención y cambios culturales en materia de seguridad vial, fomentado conductas adecuadas en todos los actores que forman parte de la seguridad vial (Mintransporte, 2011).

### **6.2.2 Ley 1282 de marzo de 2012. Plan nacional de seguridad vial 2011**

El Ministerio de Transporte, adoptó mediante la Resolución 1282 de marzo de 2012 el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011 – 2016, posteriormente fue ajustado con la Resolución 2273 de 2014, extendiendo el periodo de vigencia PNSV 2011 – 2021. El documento establece que todos los municipios del país deben contar con un Plan Local de Seguridad Vial – PLSV-, en virtud a lo anterior el Municipio que representa no cuenta a la fecha con el PLSV que determine las políticas de seguridad vial municipales.

Los PLSV se fundamentan en la experiencia internacional y las recomendaciones que sobre la materia han formulado diversos organismos multilaterales, especialmente la Organización Mundial de la Salud OMS que ha consagrado el periodo comprendido entre los años 2011 – 2021 como “La Década de la Acción” que tiene como finalidad reducir en un 50% las mortalidades derivadas de accidentes de tránsito en el mundo (Legal, 2012).

**Ilustración 1. Resolución 2410 de 17 julio de 2015**



Fuente: (Elaboración propia del Proyecto, 2018).

La Resolución 2410 de 17 Julio de 2015 emanada del Ministerio de Transporte: “Por la cual se adopta el Programa Integral Estándares de Servicio y Seguridad Vial para el Tránsito de Motocicletas - PIESSVTM”, en su Artículo 4 establece que los Planes Locales de Seguridad Vial deben ser armonizados con esta resolución y su objetivo es abordar integral y sistemáticamente las mayores debilidades encontradas en el tránsito de motocicletas con el fin de prevenir, mitigar

y reducir la accidentalidad del actor motociclista y su pasajero, lo mismo que con los demás actores de la vía (Transporte, 2015).

#### **6.2.2.1 La educación vial debe:**

1. Ser permanente, acompañando el desarrollo de la persona en todas sus etapas de crecimiento.
2. Ser integral, transmitiendo conocimientos, habilidades y comportamientos positivos.
3. Estar basada en valores fundamentales, como lo son la solidaridad, el respeto mutuo, la tolerancia, la justicia, etc.

## 7. Metodología

Este proyecto aplica un paradigma fenomenológico – hermenéutico: Un estudio de investigación fenomenológica es un estudio que trata de comprender las percepciones de la gente, perspectivas e interpretaciones de una situación particular (o fenómeno).

La investigación pretende lograr un estudio de la accidentabilidad en la vía Piedecuesta-Curos aplicando la metodología de inspección de seguridad vial, que permita la gestión del riesgo de accidentalidad, que se presenta en el tramo Piedecuesta – Curos, departamento de Santander.

El enfoque de la investigación es cualitativo: El método de investigación cualitativa porque busca comprender dificultades de conocimiento y de indagación del contexto local de la población lo cual hipotéticamente genera indiferencia ante escenarios de participación, este enfoque es la recogida de información basada en la observación de comportamientos naturales, discursos, respuestas abiertas para la posterior interpretación de significados.

El nivel de la investigación es exploratorio/descriptivo: Porque es pertinente para a los dos primeros específicos que se mencionan en la propuesta:

- Inspeccionar la seguridad vial en la vía Piedecuesta-Curos para evaluar los factores que provocan inseguridad en la vía a través de registros fotográficos, que permita reducir el riesgo y la gravedad de los choques con impacto en disminución de actuales y potenciales de seguridad vial.
- Determinar los agentes externos que afecten la seguridad vial para generar un tramo seguro gracias a reportes climáticos, estadísticas y demás, que permita la identificación de mensajes conflictivos desde el punto de vista del usuario vial.

La investigación para este proyecto es de tipo de estudio no probabilístico, el cual es útil cuando el investigador quiere hacer un estudio cualitativo. Y de requerirse planea aplicar la técnica de Muestreo probabilístico.

En cuanto la estrategia se propone para lograr con los objetivos propuestos dará a conocer la metodología del BID con la cual se guiará la investigación, para cumplir con cada uno de ellos y como se organizará el proyecto para su mayor eficacia. La aplicación de la metodología se presenta en tres fases que incluyen la identificación y la selección de las cadenas de valor, el mapeo de las cadenas y sus riesgos, y el diseño de un programa de gestión de riesgos, a través de una combinación de instrumentos de apoyo financieros y no financieros. Para cada una de las fases se proponen actividades y materiales de apoyo (BID, 2018).

Según (BID, 2018) este instrumento puede ser de utilidad para los actores del sector público que trabajen en las áreas tales como los desarrollos económico, territorial, productivo, del sector privado o de sectores específicos; o con el fortalecimiento del acceso a financiamiento, de la planificación y la promoción de exportaciones, de las inversiones y con la facilitación del comercio. También puede ser de utilidad para las asociaciones del sector privado y para otros participantes de las cadenas.

Fases de la investigación e instrumentos de recolección de información:

Se localizará el tramo o sección de la vía Piedecuesta-Curos para conocer de primera mano nuestro inicio y final de inspección, seguidamente se realizará una Investigación de casos de accidentes, comparando datos y estadísticas, de acuerdo con la realizada y se realizara la recolección de información, antecedentes, datos y cifras que permitan un alto conocimiento de la vía para saber cómo ha funcionado está a lo largo del tiempo y cuales problemas o accidentes ha generado su poco mantenimiento o atención , para lograr reducir el índice de accidentalidad en la



Piedecuesta-Curos y Ofrecer mejoras o soluciones que brinden seguridad y a su vez confianza en los transeúntes que ocasionalmente o activamente utilizan dicha vía nacional.

*Ilustración 2. Procesos generales para conducir una ASV*

**PROCESOS GENERALES PARA CONDUCIR UNA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL**



Fuente: (Elaboración propia del Proyecto, 2018).

La última fase se centra en: la formulación de la propuesta de soluciones que ayuden a mejorar y reducir el riesgo de accidentalidad de la zona por medio de señalizaciones y mejoras de la vía, permitiendo el mejoramiento de conocimiento de prácticas de mantenimiento seguro.

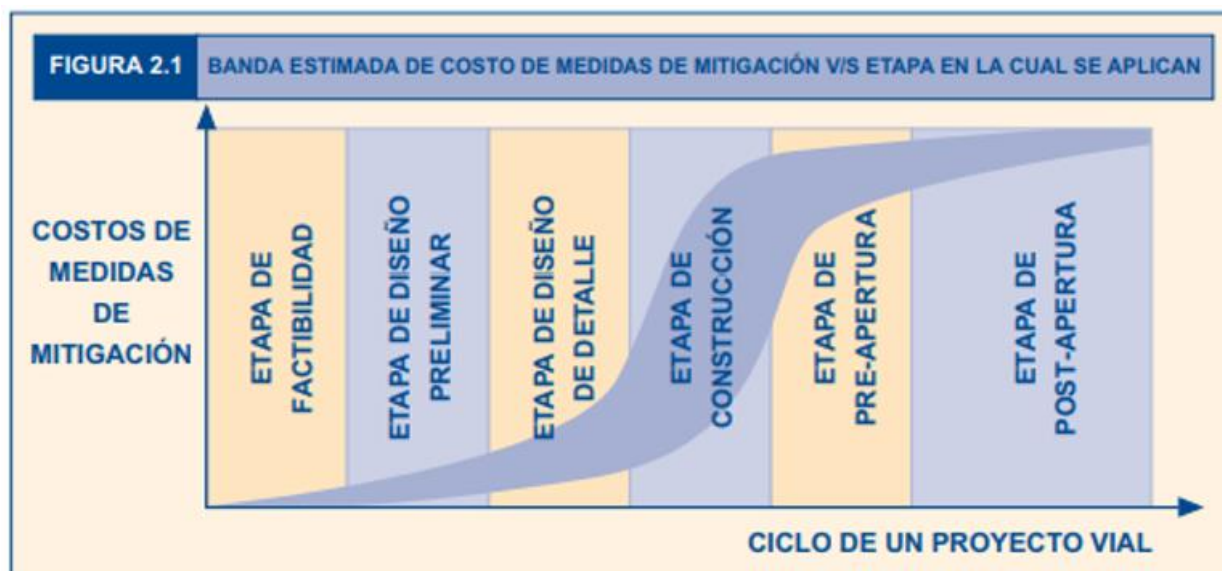
### **7.1 Definición e historia de la auditoría de seguridad vial**

Se debe tener claro en que se van a basar los análisis o el orden de desarrollo del estudio en el cual se va a trabajar y para eso es fundamental tener claro que es la auditoría y como da pie a la iniciación de todo el proyecto. Una auditoría de seguridad vial es un estudio realizado por profesionales competentes de la ingeniería civil, de tránsito o afines. En este estudio se analizan diferentes factores de tipo técnico y operativo mediante diferentes listas de chequeo según los criterios establecidos. De esta manera posteriormente se concluye acerca del estado de la infraestructura de la vía, y su nivel de riesgo de accidentalidad. (CONASET, 2003)

Cabe resaltar que el tramo a estudiar es una vía que lleva en funcionamiento muchos años, está construida en su totalidad y no está en construcción o en mejoras, por ahora lo que muchas veces dificulta o eleva el nivel de la auditoría de la seguridad vial. Aplicar esta metodología en el proyecto de grado indica las deficiencias que esta presenta y las posibles mejoras que se pueden proponer realizando los respectivos pasos. Brindar estabilidad o disminución en los accidentes, confianza a las personas encargadas de dicho tramo, seguridad en la planificación, diseño o construcción de este proyecto vial, reducir la necesidad de ejecutar trabajos en la vía lo que puede aumentar la certeza de que el costo o las interrupciones de tránsito no interferirán en la economía de las personas que se ven beneficiadas o con frecuencia utilizan la vía. (CONASET, 2003)

Cabe resaltar que cualquier medida bien sea de carácter técnico, económico o social; la siguiente ilustración explica el ciclo de un proyecto vial, donde se relaciona la variable de costo de las medidas de mitigación del riesgo versus el costo de estas en el momento donde se ejecutan.

**Ilustración 3.** Ciclo de costos de medidas de mitigación en un proyecto vial



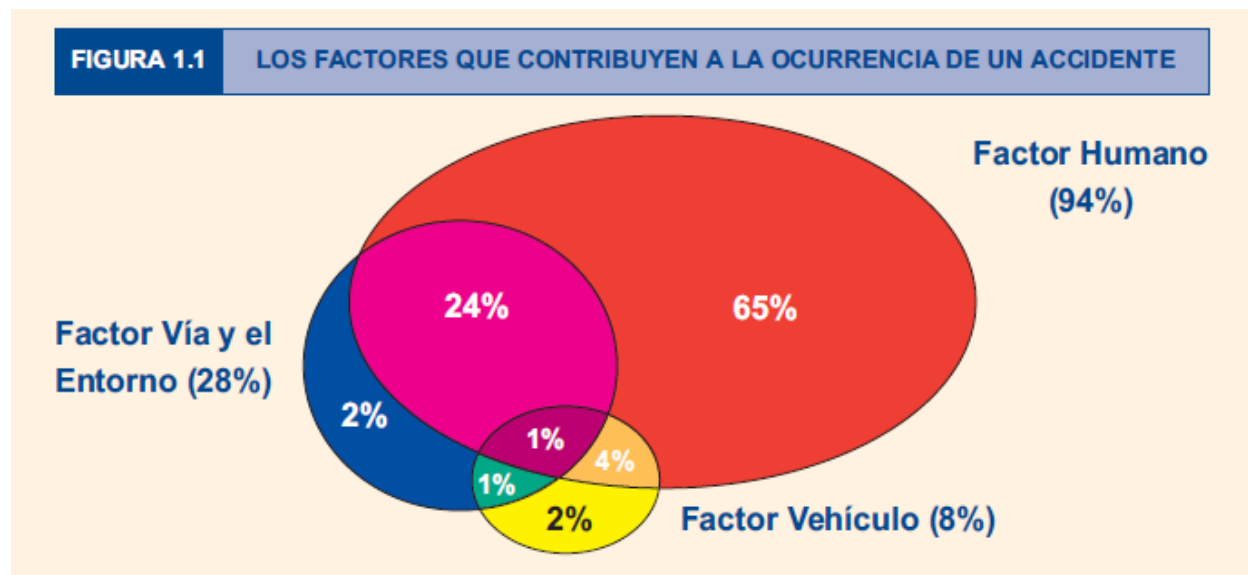
Fuente: (CONASET, 2003)

### 7.1.2 Aspectos importantes para tener en cuenta en una auditoría de seguridad vial (ASV)

La confianza que adquiere el conductor de cualquier vehículo por su antigüedad en las carreteras (carro, camión, moto, etc.), el crecimiento del parque automotor en circulación a lo largo del tiempo, la diversidad de este, el contexto socio económico y el avance tecnológico propicia el ambiente perfecto para que un accidente de tránsito sea cada vez más probable. Desde el punto de vista del accidente, existen tres elementos claves que contribuyen a la ocurrencia de este: El factor humano, el vehículo, la vía y el entorno en el que esta se desarrolla. (CONASET, 2003). Estos factores a su vez pueden agravarse con condiciones climáticas difíciles, problemas o situaciones entre los mismos usuarios de la vía, elementos peligrosos que puedan aparecer en ella o diferentes distractores ajenos al tránsito normal de los vehículos; todo esto puede ocasionar hasta víctimas mortales. A continuación, en la siguiente ilustración se explica estadísticamente

los diferentes factores que influyen y se combinan en un accidente de tránsito (Ministerio de Transporte de Colombia, 2012).

*Ilustración 4. Factores que influyen en un accidente de tránsito*



Fuente: (CONASET, 2003)

### 7.1.3 Beneficios de una ASV

El principal objetivo de una ASV es contribuir a la mitigación de riesgos de accidentalidad en un proyecto vial existente o en etapa de planificación, de esta forma se puede afirmar, que, aplicando una adecuada metodología en la ASV, se pueden obtener resultado como:

- Mitigar el riesgo de accidentes de tránsito.
- Reducción en consecuencias materiales y gravedad de lesiones humanas en accidentes tránsito.
- Disminución en el número de víctimas mortales en accidentes de tránsito.
- Aumento en la seguridad para todos los usuarios de la vía.

- e) Aumento en la calidad de vida de los usuarios y en la economía que se desarrolle alrededor de la vía en estudio.
- f) Optimización de los costos de operación para el departamento y el país, aumento de la rentabilidad en el análisis de costos de construcción de proyectos viales.
- g) Aumento en la seguridad vial del tramo evaluado.

Como dato importante, las ASV realizadas en las etapas de prefactibilidad y factibilidad de un proyecto son más eficientes, sin embargo, las ASV se pueden realizar en cualquier etapa de un proyecto, obteniendo resultados positivos (Ministerio de Transporte de Colombia, 2012).

#### **7.1.4 Tipos de proyectos a los que se puede aplicar una ASV**

Una ASV se puede aplicar a diferentes tipos de proyectos, en los cuales se tienen en cuenta diferentes criterios como: Alcance, localización y tipo. Entre los tipos de proyectos que aplican a una ASV se encuentran los siguientes:

- a) Ampliación de vías existentes
- b) Mejoramiento o mantenimiento de vías existentes
- c) Vías urbanas nuevas
- d) Vías rurales nuevas (Ministerio de transporte de Colombia, 2019)

## 7.1.5 Principales aspectos que se evalúan en una ASV

### 7.1.5.1 Diseño geométrico

Se debe tomar diversos elementos del diseño geométrico de la vía, al momento de analizarla desde el punto de vista de seguridad vial. Algunos de estos son los siguientes:

- a) Diseño de intersecciones: Este ítem cobra bastante importancia debido a que estos espacios son reconocidos al tender a propiciar gran cantidad de accidentes de tránsito. Desde el punto de vista de seguridad vial, se ve con inconveniencia el diseño de intersecciones en vías interurbanas o intermunicipales. Esto con base en el marco de la seguridad vial, lo que se busca es reducir en lo posible todos aquellos lugares en los que se pueda ocasionar conflicto entre los usuarios, y más aún en vías intermunicipales. Además, si se está hablando de intersecciones oblicuas con ángulos menores a  $90^\circ$  o en “Y”, es necesario que cuenten con buena visibilidad y señalización horizontal y vertical.; así como también permitir a los usuarios capacitación acerca de estas. Prohibir la existencia de algún tipo de discontinuidad en los separadores, de esta forma se evita que los usuarios realicen giros hacia un lado o en “U”. Y, por último, desde el punto de vista de seguridad vial, es conveniente habilitar cruces peatonales en las calzadas que sean lógicos y seguros, con adecuada señalización vertical y horizontal. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2012)
- b) Control de accesos: Un correcto control de accesos en cualquier calzada es muy importante, es una herramienta para disminuir el riesgo de un accidente de tránsito; por consecuencia, estadísticamente los accidentes de tránsito tienden a aumentar debido a cada acceso adicional. También se debe tener en consideración evitar la instalación de

accesos peatonales o vehiculares a la vía, en zonas donde se encuentren curvas verticales u horizontales. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2012)

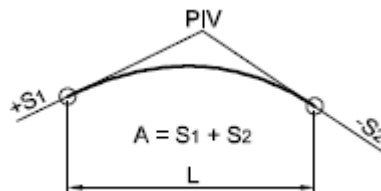
c) Curvas Horizontales y Verticales: Estadísticamente, también a mayor cantidad de curvas horizontales o verticales, mayor será la probabilidad de accidente de tránsito.

- Curvas verticales: Son las que unen dos tangentes o tramos rectos consecutivos del alineamiento. Su función es efectuar el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada hacia la tangente de salida. Esto cuando hay irregularidades verticales cóncavas o convexas en el terreno natural por donde la vía es trazada.

El punto común de una tangente y una curva vertical se llama PCV y PTV, mientras que el punto de conexión entre dos tangentes consecutivas se llama PIV.

(Ministerio de Transporte de Colombia, Invías, 2008)

**Ilustración 5.** Ejemplo gráfico de una curva vertical convexa

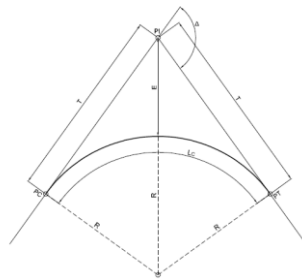


Fuente: (Ministerio de Transporte de Colombia, Invías, 2008)

- Curvas horizontales: Las curvas horizontales, principalmente pueden ser de diferentes tipos. El primero de ellos es la curva circular simple, el segundo es espiral y el tercero es espiral-espiral. De ahí se desprenden dos tipos de curvas horizontales especiales los cuales son: Curva en “S” y curva en C. La funcionalidad de este tipo de curvas radica en facilitar el tránsito de los usuarios,

optimizar costos en terrenos cuya topografía sea agresiva o difícil y evitar obstáculos o predios que la vía no deba o no pueda intervenir. (Ministerio de Transporte de Colombia, Invías, 2008)

**Ilustración 6.** Ejemplo de una curva horizontal circular simple



Fuente: (Ministerio de Transporte de Colombia, Invías, 2008)

d) Sección Transversal: La seguridad vial se ve directamente afectada por la sección transversal que esté diseñada en cualquier vía. Dicha sección transversal incluye elementos muy importantes para un tránsito vehicular seguro como bermas, carriles o separadores; muy importantes a la hora de evitar conflictos de tránsito entre los usuarios. Algunas consideraciones a la hora de diseñar secciones transversales son las siguientes:

- Una vía es considerada “segura” si el ancho de carril es mínimo de 3.65 m.
- Las Bermas deben ser inferiores a 3 metros, para que no ponga en riesgo la seguridad de la vía. Pero esta medida también depende del tipo de vía y de la velocidad del tramo homogéneo.
- El ancho del separador, para las vías de doble calzada debe estar entre 3 y 10 metros para que aporte a la seguridad de estas.
- Los andenes deben estar correctamente diseñados en cuanto a su estructura, método constructivo y funcionalidad. Deben brindar seguridad a los peatones que



transiten por ellos. Dichos andenes deben ser mínimo de 1.5 metros de ancho en zonas urbanas para garantizar el cruce adecuado de dos personas. (Ministerio de Transporte de Colombia, Invías, 2008)

#### **7.1.5.2 Superficie de rodadura**

El factor de accidentalidad de una vía puede disminuir considerablemente si el vehículo que transita por ella cuenta con suficiente adherencia al pavimento, especialmente en el momento de lluvia. Un vehículo puede perder el control fácilmente si el pavimento de la vía por la cual transita no es lo suficientemente uniforme, especialmente las motocicletas. Es por esto que se recomienda que los perfiles transversales de las vías deben ser revisados periódicamente, ya que estas fallas son causadas por el tránsito permanente de vehículos. (CONASET, 2003)

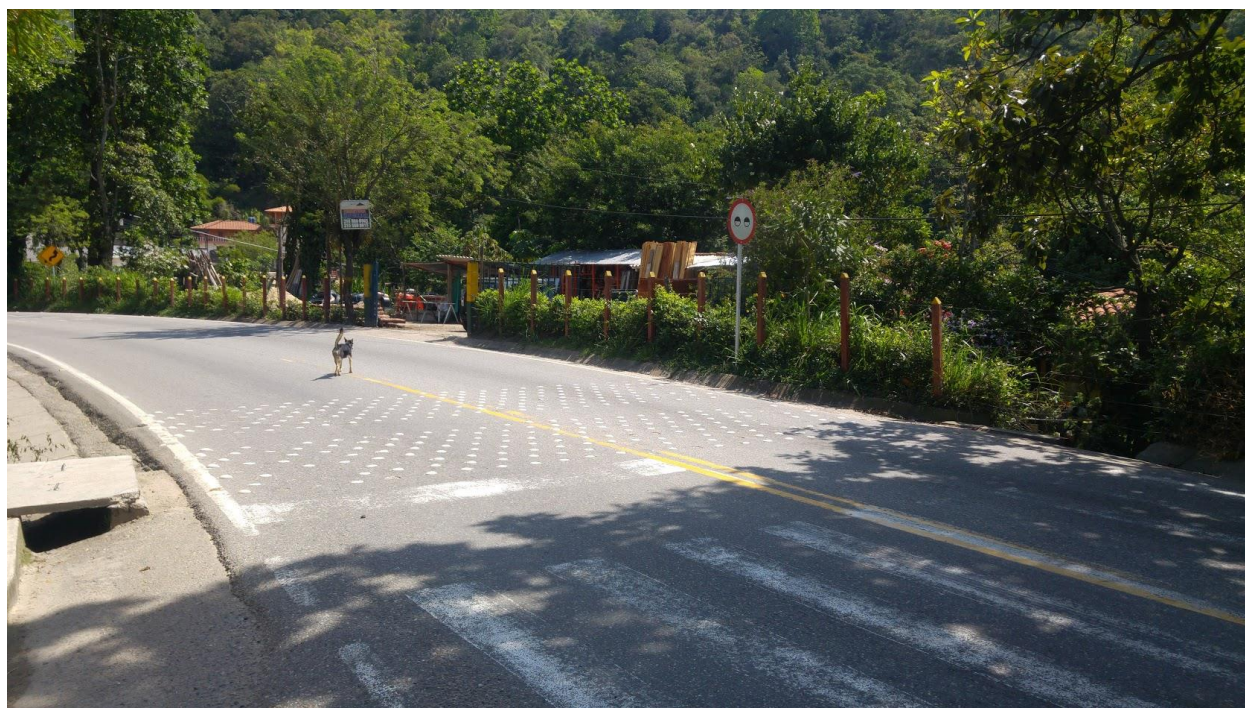
#### **7.1.5.3 Señalización horizontal**

Debe estar de acuerdo con la normatividad vigente en cuanto a líneas de demarcación adecuadas con las propiedades exigidas de elaboración propias de reflexión. La demarcación reflectante de las calzadas ayuda al uso seguro y eficiente de las mismas a un costo óptimo. Contribuyen al posicionamiento de los conductores y ayudan en la prevención de accidentes vehiculares. Adicionalmente, las áreas demarcadas horizontalmente (hachurados con pintura, o estoperoles o bandas sonoras), tienen como función alejar a los conductores de obstáculos. Se entiende de cuidado especial, aquellos tramos donde la demarcación horizontal no sea continua o esté en mal estado, ya que tiende a confundir a los conductores o incitar a realizar maniobras incorrectas.

Existe una herramienta importante en términos de seguridad vial como lo es la señalización transitoria. Es utilizada cuando el tránsito rutinario de una zona se ve afectado o modificado por una obra civil, en esta señalización transitoria el manejo del tránsito peatonal y vehicular debe programarse adecuadamente con el objetivo de garantizar protección ante los riesgos de

accidentalidad tanto para el equipo de trabajo de la obra como para los conductores, peatones y usuarios en general de la vía. La función principal de la señalización transitoria es dirigir la circulación de forma segura y rápida a través de las zonas donde se esté efectuando la obra civil y alrededor de ellas; esto con herramientas como imposición de límites de velocidad, controles, dirección o desvíos de tráfico y disposiciones especiales mediante el respectivo plan de manejo de tránsito que exige la ley para este tipo de proyecto. (Alcaldía mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, Banco Mundial, 2005)

*Ilustración 7. Ejemplo de señalización horizontal*



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

#### 7.1.5.4 Señalización Vertical

Se resalta así mismo, la importancia de la señalización vertical que tiene que ir en congruencia con las características geométricas y físicas del tramo vial que se esté analizando. De esto se infiere también, la importancia de la ubicación de dicha señalización a una distancia suficientemente anterior al obstáculo o acontecimiento que se está advirtiendo para darle tiempo al conductor de leer y comprender el mensaje. La señalización en general debe ser muy bien pensada y analizada, de tal forma que no sea recargada ni deficiente, lo más importante es que los usuarios la puedan captar y acatar eficientemente. (Alcaldía mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, Banco Mundial, 2005)

#### *Ilustración 8. Ejemplo de señalización vertical*



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

### 7.1.5.5 Mobiliario vial

Se refiere a la iluminación de la vía que se debe disponer en sitios seguros, que no generen en lo posible riesgos ni perturbación en la visibilidad del conductor, y por el contrario, la facilite.

- a) Iluminación de la vía: Es esencial para una adecuada visibilidad de conductores y usuarios en general que circulan por la vía, sobre todo en las horas de la noche. Pero también hay que tener en cuenta que por factores económicos no es viable instalar iluminación en el 100% de las vías del país. Pero cuando sea viable, la ubicación de los postes de iluminación debe pensarse de tal forma que no generen riesgos adicionales de accidentes de tránsito en la vía que se está interviniendo. Las condiciones para que un poste sea instalado de manera correcta en el borde de una vía; primero, debe ser de fácil colapso si llega a ser colisionado, debe estar ubicado por fuera de la calzada y deben contar con alguna protección para no ser impactados directamente y de esta forma reducir los daños materiales y pérdidas humanas. (CONASET, 2003)

#### *Ilustración 9. Ejemplo de iluminación de una vía*



Fuente: (Técnico Rioplatense S.R.L, 2019)

- b) Barreras laterales: Tienen como finalidad separar los vehículos que transitan en dirección opuesta entre sí. Estas barreras deben ser lo suficientemente resistentes para que los

vehículos no las puedan traspasar, evitando accidentes graves y daños materiales o humanos adicionales. (CONASET, 2003)

***Ilustración 10. Ejemplo de barreras laterales***



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

- c) Islas de tránsito: Es de gran ayuda para promover la seguridad vial entre los usuarios de una vía, Se usan para la canalización de flujos para proteger diferentes virajes y ayudar al acceso de vehículos nuevos en la vía. Se recomienda mantener pintada de manera correcta, las partes inferiores de la isla para ayudar a los conductores a divisarlas sobre todo en horas de la noche.

**Ilustración 11.** Ejemplo de isla de tránsito en vía urbana



Fuente: (CONASET, 2003)

- d) Obstáculos visuales: Se recomienda que elementos como cámaras de inspección, controladores de semáforos, teléfonos de emergencia, vallas publicitarias o similares; no afecten la adecuada visibilidad de los conductores especialmente en intersecciones y cruces peatonales. Se deben ubicar en las aceras peatonales de las vías o detrás de ellas. Si en algún caso, dichos elementos no pueden removerse de la calzada, se sugiere la construcción de una isla de tránsito que lo aisle de incrementar el riesgo de accidentes.

**Ilustración 12.** Ejemplo de un obstáculo visual, instalado correctamente



Fuente: (CONASET, 2003)

### **7.1.5.6 Gestión de tránsito**

a) Límites de velocidad y control de velocidad: Si se analiza estadísticamente, se tiene la hipótesis de que a mayor control de velocidad que exista en la vía, menor será la tasa de accidentalidad de la misma. Según la guía para auditorías de seguridad vial de Chile, el límite de velocidad se debe establecer en función de la magnitud real con la que operen los vehículos en la vía, de las características físicas de la misma, la composición y flujo vehicular. (CONASET, 2003)

b) Regulación de intersecciones: El control de intersecciones se puede gestionar a través de señalización vertical, con señales como “Ceda el Paso”, “semáforos”, o la construcción de glorietas. Es muy importante que la prioridad de paso en las intersecciones esté debidamente señalada, ya que si no se señala correctamente se puede prestar para confusiones en los usuarios de la vía. (CONASET, 2003)

c) Cruces peatonales: La construcción de puentes peatonales, la señalización por medio de “cebras”, son medidas de protección a peatones que ayudan a separarlos del tráfico vehicular. También, se puede evitar el cruce peatonal a través de la instalación de barreras peatonales en los separadores. (Alcaldía mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, Banco Mundial, 2005)

*Ilustración 13. Ejemplos de puente peatonal y barrera separadora de tráfico*



Fuente: (Planes y Planos, 2019)



#### **7.1.5.7 Trabajos y mantenimiento de las vías**

Las vías en las que se desarrollan trabajos de ampliación y/o mantenimiento se consideran como zonas potenciales de accidentes, es por esto que se deben tener en cuenta las especificaciones que tienen que ver con la señalización y localización de apoyo.

#### **7.1.5.8 Usuarios de la vía**

Refiriéndose a seguridad vial, los usuarios hacen referencia a la interacción del ser humano en las mismas, según la guía de auditorías de seguridad vial de Chile Conaset, el 94% de los accidentes de tránsito es debido al factor humano; en este orden de ideas eventuales programas y proyectos de educación vial deben estar enfocados en los usuarios de las vías. Hay que tener en cuenta que la interacción entre los tres factores: Humano, vehículo y vía afectan la probabilidad de accidentes de tránsito. Se recomienda como política a poner en práctica, que los diseñadores viales consideren el factor humano a la hora de realizar su función. Esto supondría una reducción significativa en accidentes. (CONASET, 2003)

#### **7.1.5.9 Vehículos en la vía**

Un factor muy importante que hay que tener en cuenta, es que no es lo mismo una vía en la que circulan vehículos livianos exclusivamente, que una en la que participen también vehículos pesados; estos llamados vehículos pesados afectan la circulación vial al ser de mayor tamaño y ocupar un mayor volumen, también cuentan con capacidades operativas más limitadas que los vehículos livianos, específicamente en aceleración, desaceleración y adelantamientos. (Alcaldía Mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, 2005)

Los vehículos pesados se convierten en un factor de riesgo de accidentes en las operaciones en pendientes, al ser pesados circulan a mucha menor velocidad que los vehículos livianos, provocan trancones y ralentizan el tráfico.

En el caso de vehículos urbanos e intermunicipales de transporte público, la maniobra de abordaje y descenso de los pasajeros es un factor para considerar. Generalmente esta maniobra se hace al borde del andén, y cuando no existe bahía especial paran en toda la sección transversal del carril, entorpeciendo en tránsito normal de la vía. (Alcaldía mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, Banco Mundial, 2005)

#### **7.1.6 Listas de chequeo**

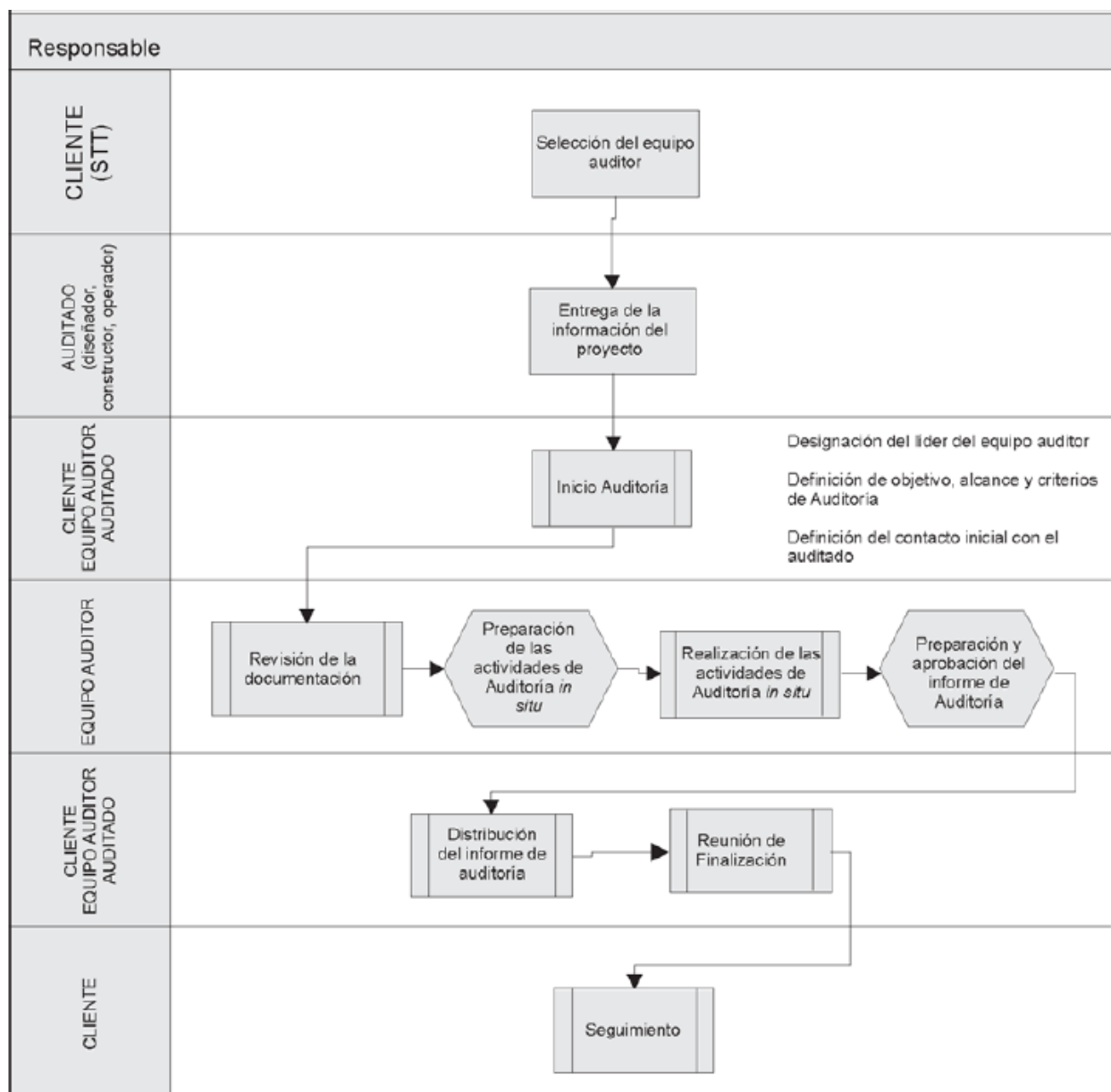
La metodología basada en las listas de chequeo se hace referencia a una metodología específica para lograr los objetivos y el alcance esperado en cuanto a seguridad vial se refiere. Ellos son:

- a) Selección y conformación del equipo de auditoría, conformado por expertos de cada área o criterio que se vaya a evaluar en la vía.
- b) Recuento de toda la información general que sea posible del proyecto objeto de auditoría, entre ellos son diseños, estudios fotográficos, informes, reportes de seguridad vial, estadísticas, etc.
- c) Análisis y evaluación de toda la documentación obtenida, esto con el fin de establecer consistencia entre el diseño existente, respecto de los estudios de tránsito respectivos, el entorno socio económico en el cual se desarrolla la vía, aspectos técnicos de vías urbanas, funcionalidad de la vía y el impacto a todos los usuarios desde la seguridad vial. (CONASET, 2003)

- d) Visita y salida de campo al sitio donde se desarrolla la vía, esto con el fin de conocer la instalación física general de la vía que se está estudiando y sus condiciones actuales. Se considera un aspecto importante evaluar la conexión que existe entre la vía que se está estudiando y otros estudios recientes para identificar la coherencia y consistencia de los diferentes elementos que facilitan su operación. Entre ellos están las restricciones generales que pueda tener la vía objeto de auditoría, estudios de tránsito y transporte que se hayan hecho hasta el momento, continuidad de las redes viales, objetivos y alcance de la vía, los usuarios y el uso del espacio público, respeto de las señales y normas existentes y restricciones ambientales que influyan en la seguridad vial. (CONASET, 2003)
- e) Abscisar el tramo de vía objeto de auditoría y sectorizarlo de acuerdo con sus características.
- f) Aplicación de las listas de chequeo a los sectores definidos previamente por el equipo de trabajo. Se debe realizar recorrido por la vía en ambos sentidos, de día, de noche, en diferentes condiciones climáticas y días de la semana. Se recomienda el uso de un cuaderno de campo, con el fin de registrar cualquier comentario o idea que se genere.
- g) Ante hallazgos cuya respuesta en un mismo sector de la vía, sea positiva y al mismo tiempo negativa, se tomará la respuesta que se considere más importante.

En la metodología de las listas de chequeo, se busca dar respuesta a las diferentes preguntas buscando un indicador o argumento mediante especialidad, lugar y fase de aplicación. Todo con base en el riesgo de ocurrencia de accidente y de seguridad vial. (BID, 2018)

**Ilustración 14.** Diagrama de flujo para auditorías de seguridad vial



Fuente: (Alcaldía mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, Banco Mundial, 2005)

## **8 Aplicación de la metodología de las auditorías de seguridad vial**

### **8.1 Inspección de la vía Piedecuesta –Curos y evaluación de los factores que provocan inseguridad en ella**

Si bien se sabe que la vía Piedecuesta - Curos es muy importante y transitada en el país (Colombia) y puede decirse que es una de las más peligrosas del departamento de Santander por su diseño, sus calzadas irregulares y angostas de menos de 3.3 metros, la imprudencia de conductores y peatones o simplemente la afectación que esta sufre por el terreno natural sobre el cual está construida. Este tramo vial cobra bastante importancia ya que comunica la salida del área metropolitana de Bucaramanga con el sur del departamento de Santander, el cual es importantísimo ya que hace parte de una ruta nacional (45A) y esto conlleva a que la afecten muchos factores, que sea blanco de grandes intervenciones las que muchas veces no se ven, no se llevan a cabo o simplemente fracasan por agentes externos. (CONASET, 2003)

De ahí se desprende la importancia de su análisis, que se logre ejecutar y lograr cambios que de alguna manera permitan la reducción de accidentes, pérdidas humanas, daños materiales o de errores irreversibles que puedan detener el tránsito en ella. Una de las técnicas más reconocidas o implementadas para este tipo de estudios es la auditoría de seguridad vial, empezar a conocer su funcionamiento, los factores que generan que una vía sea de riesgo o peligro inminente para todos los agentes que transiten por ella, esta metodología tiene que ver con la forma en como esté relacionado el diseño geométrico con la construcción de la vía y las estadísticas previas y actuales, la toma de datos en cuanto a tiempos, cantidad de vehículos e importancia que tenga en movilidad. (CONASET, 2003)

Pero no solo se trata de auditar dicho tramo, hay que tener en cuenta la matriz de la investigación, la inspección de la seguridad que se le pueda generar a la vía y todos los factores que influyan en su buen funcionamiento, inspeccionar una vía da origen a la formulación de preguntas o respuestas a interrogantes ya establecidos, poder generar soluciones y encontrar una manera fácil de iniciar o promover la auditoria de la vía y así lograr enlazar las dos técnicas y que den como resultado el excelente rendimiento, seguridad, viabilidad y rentabilidad, que para este caso es el tramo Piedecuesta – Curos, vía importante del departamento de Santander, de carácter nacional, que comunica el área metropolitana de Bucaramanga con la salida hacia los municipios del departamento y Bogotá. (CONASET, 2003)

***Ilustración 15. Importancia de la señalización en las vías.***



Fuente: Elaboración propia.

### **8.1.1 Información general de la vía Piedecuesta – Curos**

El municipio de Piedecuesta en Santander es un foco económico importante para la región, ya que su área urbana se considera como un satélite que se integra al área metropolitana a la que pertenece a través del eje vial Bucaramanga-Bogotá de carácter nacional, sin ser absorbida por la ciudad de Bucaramanga. Cabe resaltar que dicho eje vial corresponde a la ruta 45A que atraviesa el área metropolitana de Bucaramanga, en tres de los cuatro municipios que la integran y es de carácter nacional. (Alcaldía de Piedecuesta, 2019)

La topografía del suelo y las ventajas que ofrece urbanísticamente el municipio de Piedecuesta, son motivos para que sea el municipio que alberga diversas empresas que aportan a la industria santandereana y de servicios; así como también se observa un gran avance en el desarrollo de la construcción en dicho municipio. (Alcaldía de Piedecuesta, 2019)

Piedecuesta, actualmente cuenta con 149.248 habitantes, en el plan de desarrollo citado se propone como actividad el mantenimiento general de las vías existentes y mejorar la accesibilidad y condiciones de la infraestructura vial general que existe hoy en día en el municipio de Piedecuesta. Para el efecto de todos estos programas el municipio cuenta con parte de la maquinaria necesaria para desarrollar diferentes trabajos, entre la cual se encuentra una retroexcavadora, una motoniveladora y un cargador. (Alcaldía de Piedecuesta, 2019)

La vía Piedecuesta – Curos es el eje vial más importante del municipio de Piedecuesta, este tramo vial está integrado en la vía Bucaramanga – Bogotá, la cual consta de una velocidad proyectada de 20 km/h en unos tramos y 30km/k en otros, para una velocidad promedio de proyecto igual a 25 km/h (longitud total de 10 km), es prácticamente la comunicación terrestre del municipio de Piedecuesta con el resto del área metropolitana de Bucaramanga (Girón y Floridablanca) y el sur del departamento de Santander hasta llegar a Bogotá. Según las

mediciones de tránsito realizadas por el instituto nacional de vías (INVIAS) en 2017, por este importante corredor vial circulan 7.090 vehículos por día. (Instituto Nacional de Vías, 2017)

### **8.1.2 Diagnóstico de la vía Piedecuesta – Curos, a través de los puntos seleccionados**

Dentro de las características anormales encontradas a través del tramo de vía en estudio se pudieron evidenciar las siguientes, de forma general:

- a) Carretera de una calzada bidireccional con curvas muy cerradas.
- b) Señalización parcial y ausencia de mantenimiento a la existente.
- c) Demarcación parcial y ausencia de mantenimiento a la existente.
- d) Iluminación parcial e intermitente.
- e) Ausencia de sobreelevamientos en las curvas para vehículos de 3 ejes en adelante.
- f) Falta de infraestructura para ciclistas y peatones.
- g) Bermas pavimentadas estrechas, y ausencia de las mismas en algunos tramos.
- h) Estado del pavimento regular.

Lo anterior indica que los elementos evaluados de la infraestructura existente no les garantizan a los diferentes usuarios seguridad vial para movilizarse por esta vía. Este diagnóstico se obtuvo teniendo en cuenta la observación y evaluación de solo seis características de la vía existente, que se consideraron las más relevantes en el estudio, tales como carriles auxiliares, ancho de bermas, conflictos entre los carriles de circulación, señalización y demarcación, geometría de las curvas horizontales y estado del pavimento. (Consejo de Seguridad Vial, 2012)

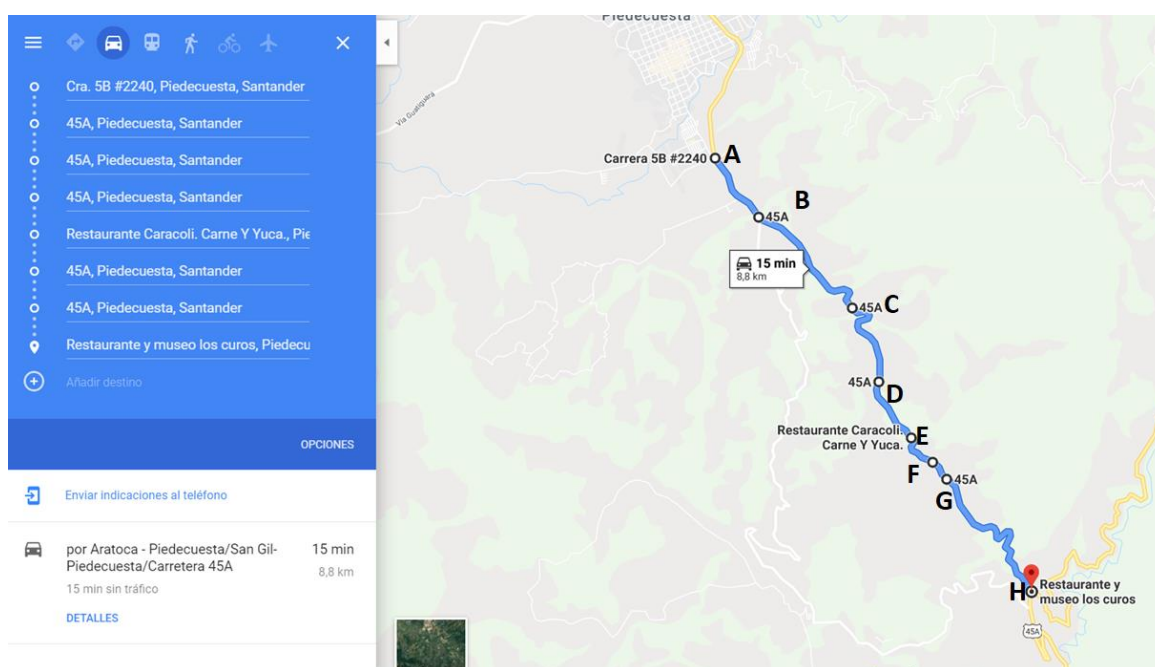
Dentro de este contexto, se puede decir, que el nivel de seguridad vial que brindan los elementos de la infraestructura, requieren con urgencia que las entidades responsables de la infraestructura vial del departamento y/o del país, apliquen los recursos económicos, humanos y técnicos, requeridos para que se realicen las intervenciones necesarias a la vía Piedecuesta - Curos y de



esta manera, contribuir a mejorar la seguridad vial que le debe brindar la carretera a sus diferentes usuarios, así mismo buscar reducir los índices de accidentalidad que registra este importante corredor vial del país, en su región andina.

A continuación, se presenta la descripción de la vía Piedecuesta – Curos, con los ocho puntos escogidos para el análisis que se está ejecutando, este tramo vial consta de aproximadamente 8,8 km de longitud y su recorrido en carro dura 15 minutos, esto quiere decir que en teoría la velocidad promedio de los usuarios de esta vía debe ser aproximadamente de 35 km/h.

***Ilustración 16. Descripción del tramo vial Piedecuesta - Curos***



Fuente: (Elaboración propia a partir de Google Maps, 2019)

**Tabla 1.** Descripción de los puntos escogidos para el análisis de la vía

PUNTOS DE REFERENCIA			
Título	Punto	Abscisa	Convención
Paseo del puente	Punto de Inicio	0+000 Km	A
El Bwey	Segundo punto	1+000 Km	B
El Paramito	tercer punto	2+600 Km	C
El Chivo	Cuarto punto	4+100 Km	D
El Caracoli	Quinto punto	5+200 km	E
Casa Bas	Sexto punto	6+100 Km	F
Quijanos	Septimo punto	7+100 km	G
Curos pueblo	Punto Final	8+800 Km	H

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

**Ilustración 17.** Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Paseo del Puente)



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Este punto muestra una señalización deplorable, adicionalmente constituye una intersección múltiple, en la cual convergen todas las clases de vehículos: Motos, buses urbanos, buses del STM (Sistema de Transporte Masivo), carros, bicicletas, etc. Esto se convierte en un foco de riesgo bastante alto, si se tiene en cuenta que es el acceso al barrio “Paseo del Puente”, del municipio de Piedecuesta y presenta la opción de tomar el sentido contrario a Bucaramanga.

***Ilustración 18. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Bwey)***



Fuente: (Elaboración propia,2019)

En este punto se puede observar que la calidad del pavimento está en óptimas condiciones, la señalización horizontal cumple con lo mínimo requerido a excepción de las bermas; estas necesitan mantenimiento. Un aspecto importante para resaltar es el amplio sitio de parqueadero o paradero con el que cuenta, pues se convierte en una herramienta muy valiosa para los negocios o restaurantes que se encuentran en el sector.

***Ilustración 19. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Paramito)***



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

En este punto se observa una curva cerrada, sin sobreebanco, con señalización horizontal deteriorada, lo que dificulta en alto grado la circulación de vehículos pesados. Así mismo, la vegetación que se observa del lado izquierdo dificulta la visibilidad de este tramo de la vía.

***Ilustración 20. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Chivo)***



Fuente: (Elaboración propia,2019)

En este punto de la vía, se observa un amplio desarrollo económico mediante la instalación de cultivos vegetales y restaurantes para las personas que transitan por la vía. También consta de un amplio sitio de parqueadero para atender a dichos clientes, esto confirma una vez más la importancia que cobra el corredor vial en estudio en el desarrollo económico del sector en el que se encuentra ubicado. En cuanto a la señalización que se presenta en este tramo, se observa deterioro extremo sobre todo en la doble línea amarilla que divide los carriles de diferente sentido.

***Ilustración 21. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Caracolí)***



Fuente: (Elaboración propia,2019)

En este punto de la vía, se observa un amplio desarrollo económico mediante la instalación de restaurantes para las personas que transitan por la vía. También consta de un amplio sitio de parqueadero para atender a dichos clientes, esto confirma una vez más la importancia que cobra el corredor vial en estudio para el desarrollo económico del sector en el que se encuentra

ubicado. En cuanto a la señalización que se presenta en este tramo, se observa que está en buenas condiciones, sin embargo, se pronostica que necesitará mantenimiento a mediano plazo.

***Ilustración 22. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Casa Bas)***



Fuente: (Elaboración propia 2019)

En este punto se observa una adecuada señalización, funciona muy bien, hay orden entre los vehículos que van de norte a sur y viceversa. Este tramo de la vía no cuenta con establecimientos comerciales de ningún tipo, pues más que todo se emplazan diferentes accesos a fincas y/o casas de descanso particulares.

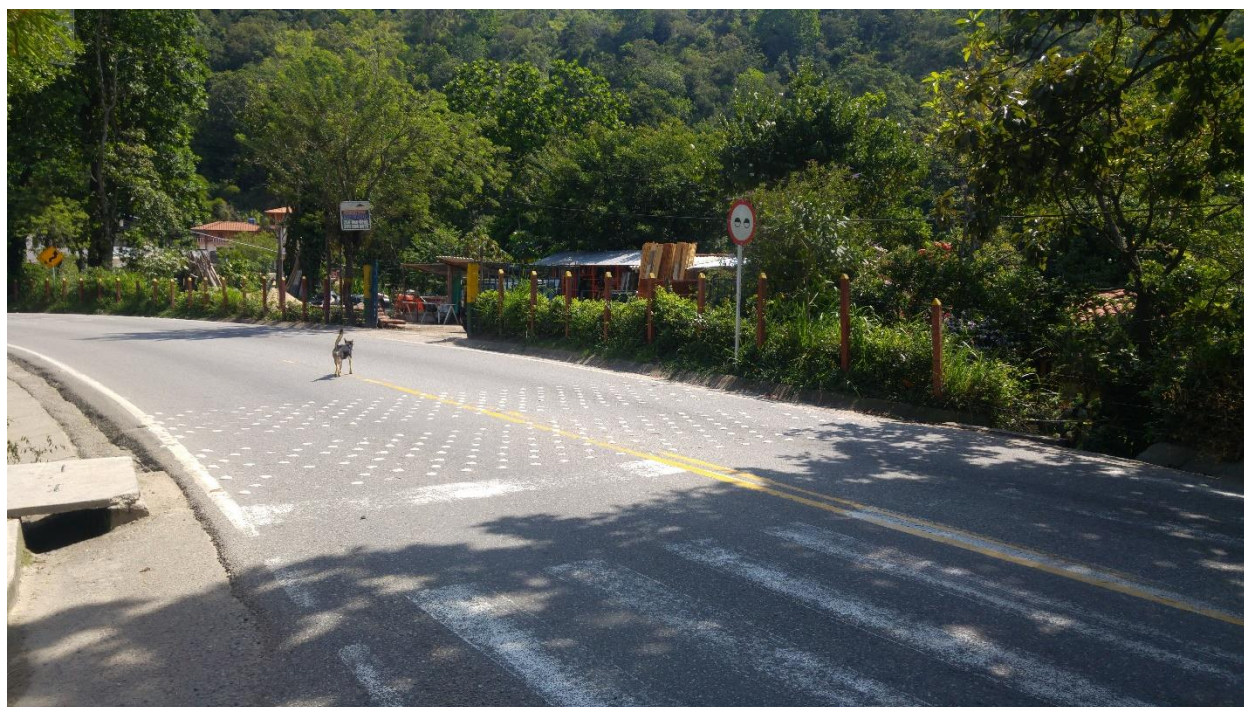
*Ilustración 23. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Quijanos)*



Fuente: (Elaboración propia,2019)

En este punto se puede observar que la calidad del pavimento está bastante deteriorada, se observa que el ligante ya se está perdiendo y marcas de playa a los costados, la señalización horizontal está prácticamente ausente; estas necesitan mantenimiento. Un aspecto importante para resaltar es que al parecer para que dos vehículos pesados puedan circular de manera correcta, como por ejemplo tractomulas C3 o C4 uno de los dos tiene que parar o salirse de la calzada, es decir, la sección transversal de la vía no es suficiente para abarcar vehículos de este tipo.

*Ilustración 24. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Curos pueblo)*



Fuente: (Elaboración propia,2019)

Este punto ilustra la llegada al municipio de Curos, departamento de Santander. Se observa que dentro de la señalización horizontal señalada está la cebrá y los estoperoles que le indican al conductor que está transitando, que está llegando a una zona de alto tráfico peatonal y que tiene que reducir la velocidad. La calidad del pavimento es aceptable, no se observa pérdida de ligante ni desprendimiento de agregados. Se diagnostica mantenimiento a la señalización a mediano plazo y se resalta la ubicación de establecimientos comerciales en este punto, pues la cercanía a la vía y a la entrada a Curos, se considera un elemento estratégico a los mismos.

Los resultados obtenidos de la inspección visual de los ocho puntos de la vía Piedecuesta - Curos son desalentadores en términos de seguridad vial. Lo anterior nos da una idea preliminar del nivel de seguridad que brindan los elementos de la infraestructura vial en las carreteras colombianas, debido a que la mayoría de ellas tienen características de diseño y construcción muy parecidas, esto debido a las condiciones topográficas y la manera en la que se desarrollaron

las carreteras en Colombia, ya que lo que primaba eran los costos de construcción, antes que la seguridad que estas debieran brindarle al usuario, motivos estos que pueden ser una de las causas del nivel de seguridad vial que tiene el tramo al cual se le realizó el presente estudio.

## **8.2 Estudio de velocidades de la vía Piedecuesta - Curos**

### **8.2.1 Generalidades sobre estudios de velocidad de punto**

Por lo general, los estudios de velocidad de punto hacen alusión a la velocidad que toman los vehículos en un punto o tramo específico de una carretera. Por ejemplo, los estudios de velocidad de punto consisten en medir la velocidad de los vehículos en un lugar específico de la vía en estudio, bajo condiciones controladas de tránsito, y del tiempo en el que se lleva a cabo dicho estudio. Se puede calcular la velocidad y sacar conclusiones a partir de una muestra que se calcula previamente a desarrollarse el estudio. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

En este orden de ideas, existen algunas aplicaciones de los estudios de velocidad de punto:

- a) Tendencias de velocidades: Se establecen mediante la obtención de datos a través de muestreos periódicos en los puntos seleccionados. Se pueden especificar por tipo de vehículo,
- b) Lugares con problemas de velocidad: Mediante un estudio de velocidades, se puede establecer aquellos puntos donde los vehículos tienden a ir con mayor velocidad y concluir posteriormente si lo hacen de manera justa y segura o no.
- c) Planeación de la operación del tránsito, regulación y control: la magnitud y la dispersión entre las velocidades de los diferentes vehículos que viajan a través de una vía, son un factor importante de riesgo de accidente, reduciendo de manera significativa la seguridad



del tránsito de los diferentes usuarios. De esto se puede inferir que, si todos los vehículos viajaran a la misma velocidad, la capacidad de la vía sería máxima y el riesgo de accidente de tránsito por velocidad tendría a ser nulo. Con base en esto, un estudio de velocidades en el marco de la planeación y operación del tránsito cobra mucha importancia, debido a que de los hallazgos de ese estudio, se establecen los límites de velocidad de la vía objetivo, se establecen las magnitudes de velocidad para operar en curvas horizontales y aproximaciones a intersecciones; adicionalmente se establecen longitudes de adelantamiento prohibidas, se establece la ubicación óptima para las señales de tránsito necesarias, se calculan tiempos de semáforos y se analizan y estudian las zonas donde se dispondría de protección para peatones generados por escuelas, negocios, universidades, clínicas o similares.

- d) Análisis de accidentes: Se establece relación entre la velocidad y los accidentes que se presentan en la vía.
- e) Estudios de antes y después: Esto con el fin de evaluar el impacto de los cambios realizados a las condiciones iniciales de la vía objetivo.
- f) Proyecto geométrico: Analizar junto con las distribuciones de velocidades, las características geométricas de la vía. Algunas de ellas pueden ser: Ancho de carril utilizado, longitud de adelantamiento, curvatura, peralte, entre otros.
- g) Estudios de investigación: Los estudios de velocidad alimentan documentos de investigación sobre la capacidad de una vía en relación con la velocidad promedio, análisis diferencial de velocidades, la influencia de la velocidad provocada por obstrucciones o distracciones y estudios sobre teoría de flujo vehicular. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

### **8.2.2 Metodología a utilizar para el estudio de velocidades de la vía Piedecuesta – Curos**

El método más común para la medición de velocidades de punto es el del cronómetro, en el cual sobre una distancia previamente establecida que se ha demarcado sobre la vía, se mide el tiempo que los vehículos tardan en recorrerla. Este método consiste en tomar el tiempo desde que el vehículo toca la primera marca con el eje delantero, hasta que toca la segunda marca con el mismo eje. Posteriormente, ese tiempo obtenido se divide por la longitud del tramo de muestra y se calcula en metros por segundo para después ser convertidos en kilómetros por hora. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

Se realizará este procedimiento en dos puntos escogidos en la vía Piedecuesta – Curos, los cuales son de mayor tasa de accidentalidad, según el sistema de información geográfica del observatorio nacional de seguridad vial. Esta fuente mide la tasa de accidentalidad mediante el índice EQ, el cual sigue la siguiente fórmula:  $EQ = (12 * \text{Siniestros con muertos}) + (2 * \text{Siniestros con heridos}) + (1 * \text{Siniestros con daños})$ . Esta fórmula está avalada por el observatorio nacional de seguridad vial a través de sus estadísticas internas alimentadas por el Registro Nacional de accidentes de tránsito (RNAT) (Ministerio de transporte, 2019) (Observatorio, 2017)

En ese orden de ideas, se entró a este sistema de información geográfica y se empezó a analizar la accidentalidad de diferentes puntos de la vía Piedecuesta – Curos, según las herramientas o capas establecidas en el Observatorio Nacional de Seguridad vial. A través de un conjunto de mapas interactivos se pudo llegar a saber la distribución geográfica de los siniestros viales en la zona en estudio, así como las muertes por accidentes de tránsito y las personas lesionadas. (Observatorio, 2017)

A través de este portal, se pueden proponer diferentes alternativas para dar solución a la seguridad vial de una vía en específico del país. Así mismo se convierte en una excelente

herramienta para generar políticas de control de seguridad vial aliando entidades públicas y privadas a través de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV).

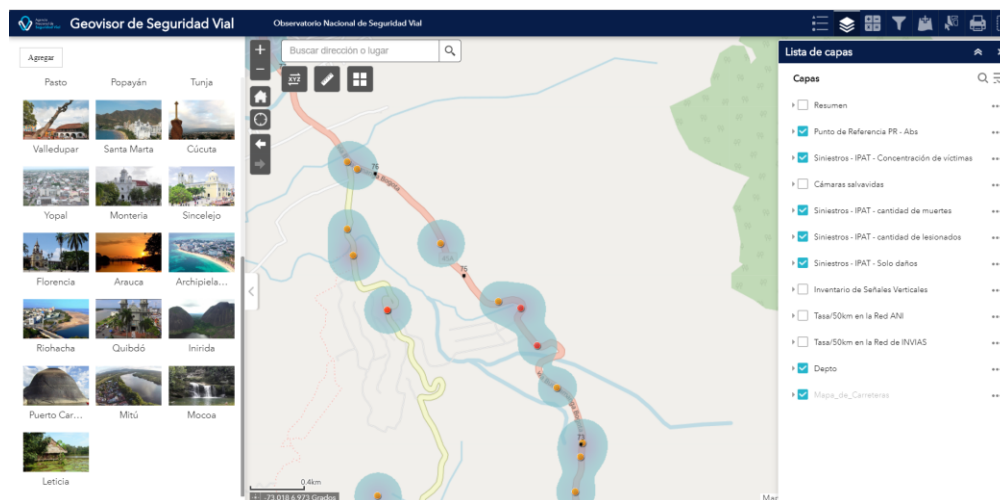
### **8.2.2.1 Herramientas de análisis de siniestralidad a través del Observatorio Nacional de Seguridad Vial**

a) La primera herramienta de análisis es el geovisor, esta herramienta permite seleccionar en primera medida las capitales de los departamentos del país. Posteriormente en la parte derecha de la pantalla se tiene la opción de separar la información por capas del tramo vial por el que se esté investigando. Las opciones de capas que se tienen a través del geovisor son: (Observatorio, 2017)

- Punto de referencia
- Áreas de concentración de víctimas (heridos o fallecidos)
- Siniestros con víctimas mortales
- Siniestros con lesionados
- Siniestros con solo daños
- Inventario de señales verticales
- Mapa de carreteras.

(Observatorio, 2017)

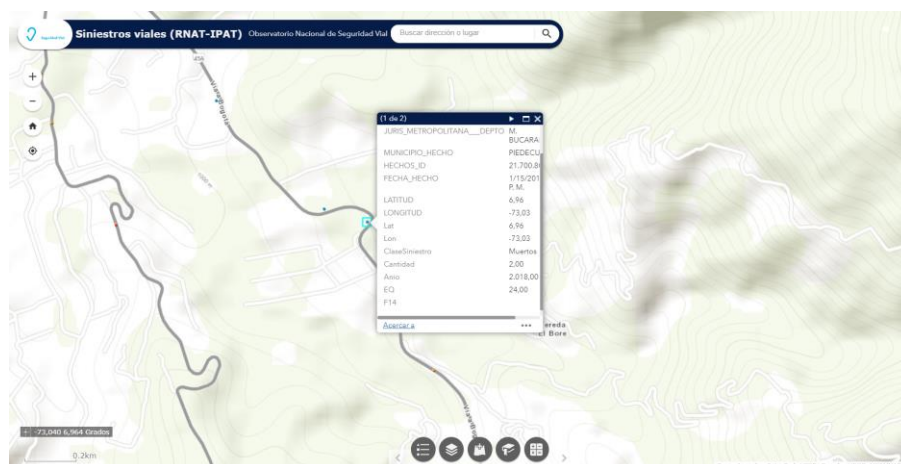
### Ilustración 25. Geovisor de siniestralidad por capas



Fuente: (Observatorio, 2017)

b) La segunda herramienta de análisis es el mapa de siniestros viales, la cual permite observar sobre el tramo en estudio, los diferentes accidentes con información como fecha, latitud longitud, clase de siniestro, y EQ. El índice EQ, como se explicó anteriormente corresponde a una formula del Observatorio Nacional de Seguridad Vial igual a  $EQ = (12 * \text{Sinistros con muertos}) + (2 * \text{Sinistros con heridos}) + (1 * \text{Sinistros con daños})$ . (Observatorio, 2017)

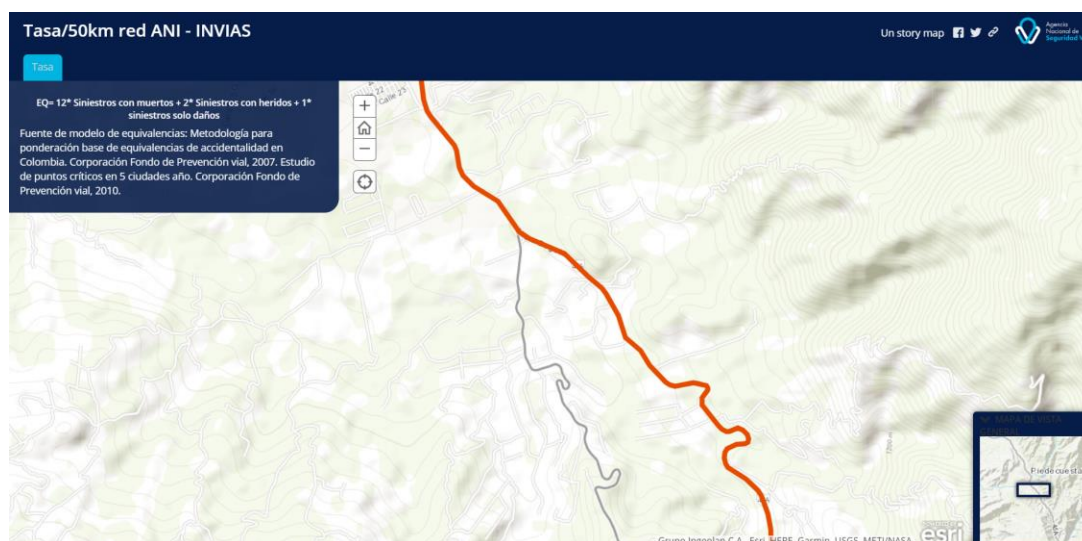
### Ilustración 26. Mapa de siniestros viales



Fuente: (Observatorio, 2017)

c) La tercera herramienta es el mapa de riesgo de la ANI – INVÍAS, donde se clasifica el tramo según su peligrosidad en escala de “rojos”. Con base en esto el usuario puede tener una idea de la peligrosidad del tramo que está investigando. (Observatorio, 2017)

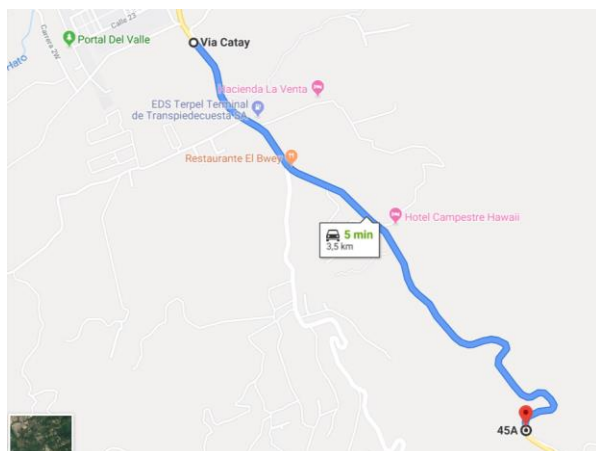
### *Ilustración 27. Mapa de riesgo ANI - INVÍAS*



Fuente: (Observatorio, 2017)

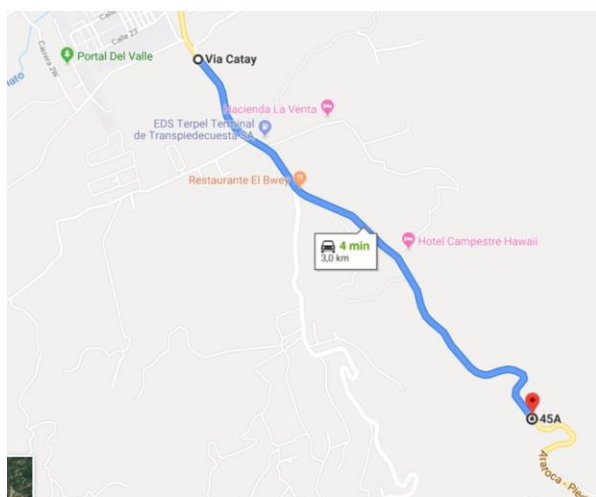
### **8.2.3 Selección de puntos críticos**

El primer punto para realizar el estudio de velocidades corresponde al punto K3+600, que según (Observatorio, 2017) tiene un EQ de 24 y presentó 3 siniestros en el año 2018, este punto tiene una abscisa km 3 + 600, según el abscisado que se estableció para este proyecto como se muestra a continuación.

**Ilustración 28. Punto K3+600**

Fuente: (Elaboración propia a partir de Google Maps, 2019)

El segundo punto para realizar el estudio de velocidades corresponde al punto K3+000, que según (Observatorio, 2017) tiene un EQ de 12 y presentó 2 siniestros en el 2018, este punto tiene una abscisa km 3 + 000, según el abscisado que se estableció para este proyecto como se muestra a continuación

**Ilustración 29. Punto K3+000**

Fuente: (Elaboración propia a partir de Google Maps, 2019)

Por otro lado, entre otras metodologías se suele usar un aparato electrónico llamado “radar” que funciona por emisión de ondas hacia el vehículo objetivo, de esta manera se miden velocidades instantáneamente, y se obtienen datos más precisos medidos en el tramo de vía en estudio. Las diferentes herramientas estadísticas, son fundamentales en el análisis del estudio de velocidades en el tramo de vía objetivo, debido a que obviamente no todos los vehículos que transitan por dicho tramo lo hacen exactamente a la misma velocidad, sino que obedecen a una distribución de velocidades muy amplia que requiere ser analizada para poder sacar conclusiones y tomar decisiones acerca de la calidad del servicio que ofrece el tramo vial en estudio y cuantificar sus virtudes y/o falencias en cuanto a seguridad, infraestructura y movilidad (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

### 8.2.3 Toma de datos de tiempo

La longitud del corredor vial o longitud base escogida para realizar el proceso de medición depende del grado de precisión que los observadores quieran tener, la velocidad máxima a la que los vehículos transiten por dicho corredor vial y la pericia del observador. Teniendo en cuenta que la vía Piedecuesta – Curos consta de una velocidad de proyecto promedio o esperada igual a 25 km/h, la longitud base se asume de la tabla 2 a continuación, tomada de (Alcaldía Mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, 2005) correspondiente a 25 m.

**Tabla 2.** Longitud de base en función de la velocidad de proyecto

VELOCIDAD (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100
LONGITUD DE BASE (m)	25	30	40	45	50	60	70	80

Fuente: (Alcaldía Mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, 2005)

#### **8.2.4 Registro de datos de tiempos y velocidades tomados en campo**

En el formato adjunto del Anexo A, a este documento se tomaron los registros de tiempo en segundos presentados a continuación. Tomado de (Alcaldía Mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, 2005)

En el Anexo A, también se puede observar el formato que se utilizó para registrar los datos de campo, en cuanto a velocidad puntual se refiere; teniendo en cuenta que para este caso se escogieron dos puntos sobre la vía Piedecuesta – Curos, en los que se tomaron las diferentes mediciones. El primero se llama “Punto San Francisco” y el segundo se llama “Punto Hacienda Boré”

De esta misma manera, en el formato adjunto del Anexo B, a este documento se calcularon las velocidades a partir de una longitud base de 25 m, como se pudo evidenciar en la tabla 2. Posteriormente se ordenaron de menor a mayor en km/h. (Alcaldía Mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, 2005). Junto con el Anexo B, se genera el Anexo C, donde se explica el procedimiento para obtener las velocidades según los lineamientos establecidos por (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

#### **8.2.5 Cálculo de intervalos de clase**

El cálculo de intervalos de clase depende del número total de observaciones que se hallan realizado en campo, para este estudio fueron 200 observaciones por cada punto, con lo cual se infiere que son la misma cantidad de intervalos de clase para cada punto del estudio de velocidades.

Para tal efecto, se toman las siguientes convenciones:



$n$  = número total de observaciones en la muestra o tamaño del intervalo

$N$  = número de intervalos

Para este caso, se tienen 200 observaciones por cada punto del estudio, lo que quiere decir que según la tabla 3 serían en total 10 intervalos. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

**Tabla 3.** Número de intervalos de clase por tamaño de muestra o número de observaciones

Tamaño de muestra (n)	Número de intervalos (N)
50-100	7 - 8
100-1000	10 - 11
1000-10000	14 - 15
10000-100000	17 - 18
Mayor de 100000	$1+3,3\text{Log}(n)$

Fuente: (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

El paso siguiente es calcular la amplitud de cada intervalo de clase, siguiendo el procedimiento que plantea la siguiente formula: (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

$\text{Amplitud del intervalo de clase} = \frac{\text{Rango total}}{N}$ ; Donde el rango total se define como la diferencia algebraica entre la medición más grande y la más pequeña.

A continuación, en la tabla 4 se muestra el rango de datos y la amplitud del intervalo de clase para cada punto en estudio.

**Tabla 4.** Descripción de los intervalos de clase

Punto	Número de intervalos (N)	Rango	Amplitud del Intervalo	Amplitud del intervalo aproximado al entero
K3+600	10	29,82	2,98	3
K3+000	10	65,55	6,55	7

Fuente: (Elaboración propia,2019)

Siguiendo con el procedimiento, y ya teniendo calculada la amplitud de cada intervalo y los límites inferiores y superiores generales, se calculan los límites de cada uno de los 10 intervalos de clase, llenando de esta forma la primera columna de la tabla de distribuciones de frecuencia. Ver Anexo C de este documento. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

### 8.2.6 Distribución de frecuencia

La metodología adoptada para este estudio de velocidades en los dos puntos escogidos de la vía Piedecuesta - Curos se rige mediante la tabla que se llenó en el transcurso de dicho estudio y que constituye al Anexo C de este documento. Se muestra a continuación y se explica por columnas a medida que el estudio se va desarrollando.



Posteriormente, se halla el punto medio, siguiendo la siguiente formula: *Punto medio* =  $(\text{Lim. superior intervalo} + \text{Lim. inferior intervalo})/2$ . Esto corresponde a la segunda columna de la tabla de distribuciones de frecuencia (vi). Ver Anexo C de este documento. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

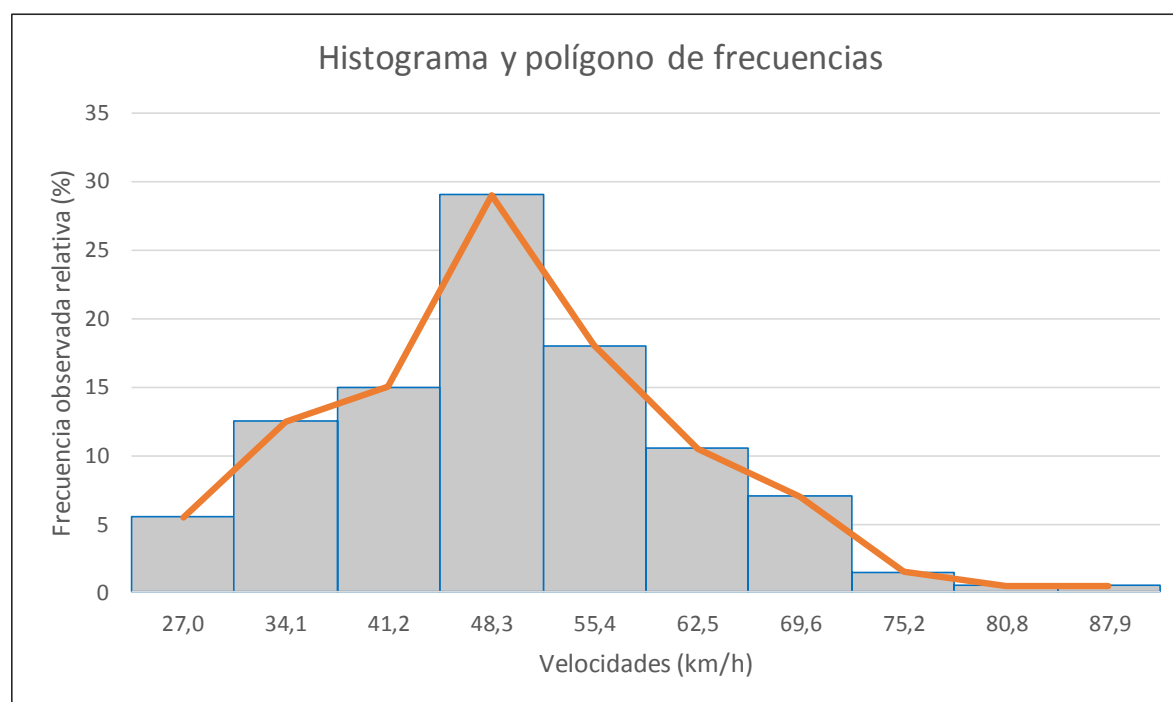
Paso siguiente, se registra la frecuencia observada de cada intervalo. Esta se explica como la cantidad de vehículos que se observaron dentro de ese intervalo de velocidades. Dicha frecuencia se puede leer tanto en cantidad, como en porcentaje. Ver Anexo C de este documento. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

Posteriormente se registra la frecuencia acumulada de cada intervalo, que se define como la cantidad de vehículos, cuya velocidad está por debajo del límite superior del intervalo a analizar. Dicha frecuencia se puede leer tanto en cantidad, como en porcentaje. Ver Anexo C de este documento. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

### **8.2.7 Histograma, polígono de frecuencia y ojiva porcentual**

Ya para finalizar, se obtiene el histograma y polígono de frecuencias, así como también la ojiva porcentual que constituyen elementos de análisis para sacar conclusiones acerca del estudio realizado. También, con base en estos elementos se calculan: La velocidad media temporal ( $v_t$ ), la desviación estándar ( $S$ ) y el error estándar ( $E$ ). Todo esto para ambos puntos del estudio de velocidades, con el fin de concluir con un intervalo de confianza al 95.5% la velocidad media de toda la población que pase por la vía en estudio. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

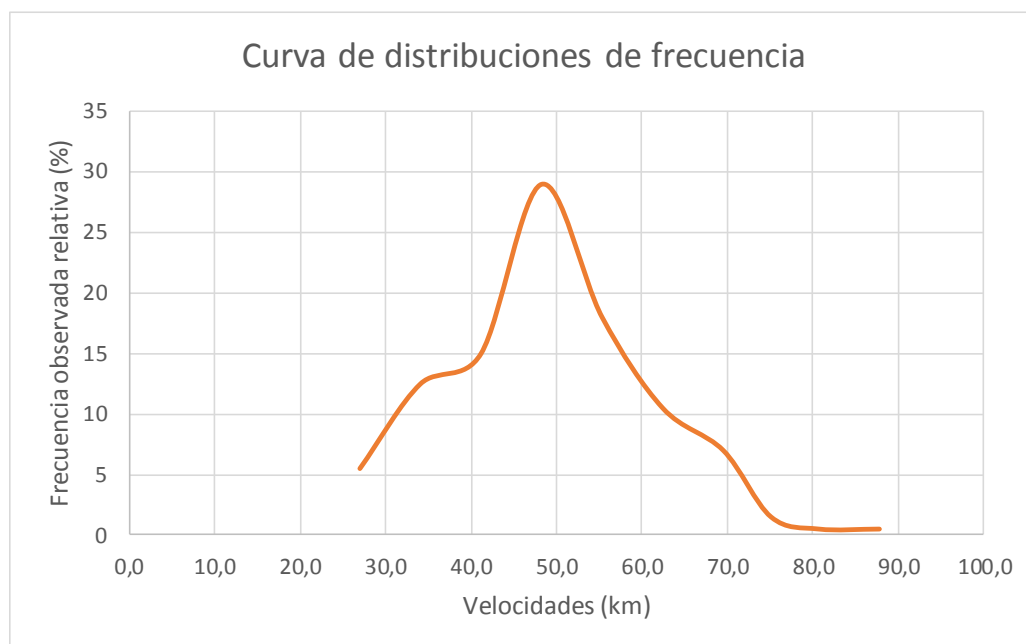
**Ilustración 31.** Histograma y polígono de frecuencia punto k3+000



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

El histograma y polígono de frecuencias de este punto concluye que aproximadamente el 30% de los vehículos que se censaron en ese punto, obtuvo una velocidad máxima de 48,3 km/h; que constituye un exceso en la misma de más del 60% teniendo en cuenta que la velocidad de proyecto para este tramo de vía es de 30 km/h.

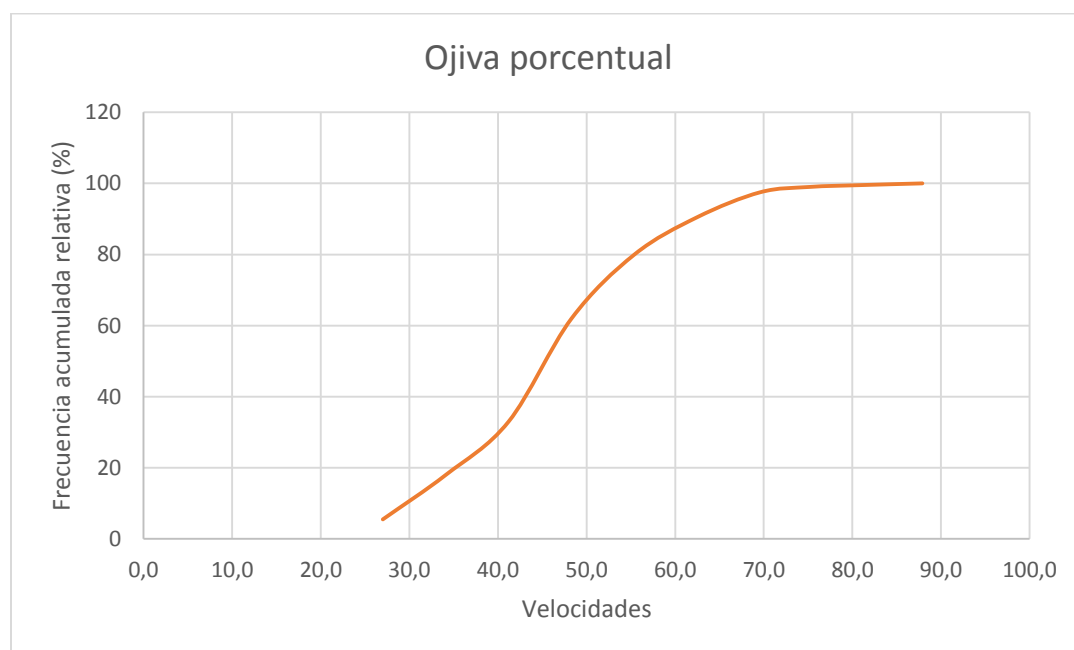
**Ilustración 32.** Curva de distribuciones de frecuencia punto k3+000



Fuente: (Elaboración propia,2019)

La curva de distribuciones de frecuencia muestra de manera gráfica que el 30% de los vehículos censados obtuvo una velocidad aproximada 50 km/h, en el punto k3+000.

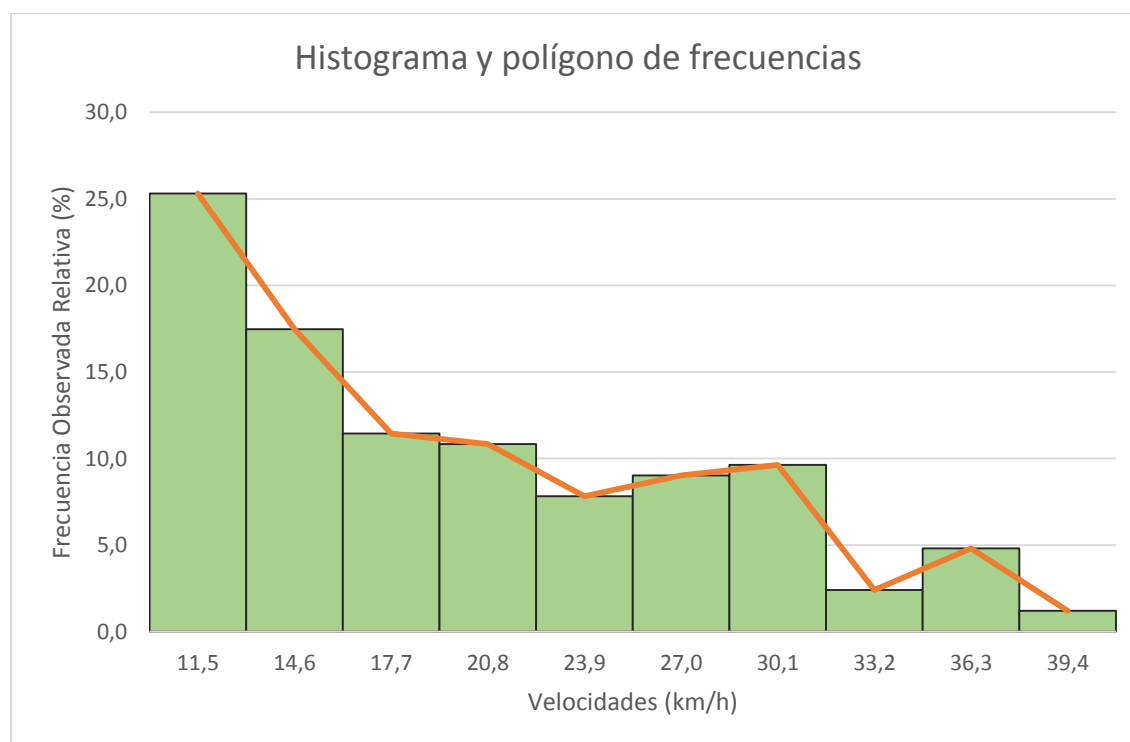
**Ilustración 33.** Ojiva porcentual punto k3+000



Fuente: (Elaboración propia,2019)

En la ojiva porcentual para el punto k3+000 se observa que el 80% de los vehículos censados obtuvieron velocidades entre 50 km/h y 60km/h

**Ilustración 34. Histograma punto k3+600**

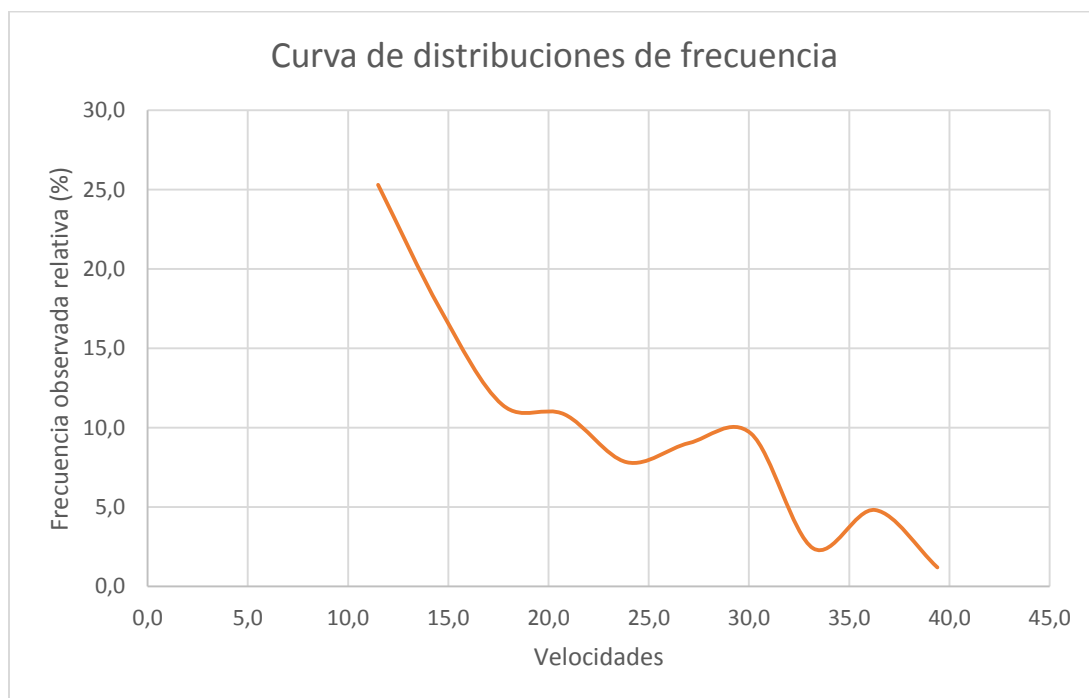


Fuente: (Elaboración propia,2019)

Debido a la reciente instalación de reductores de velocidad en este punto sensible de accidentalidad en la vía Piedecuesta – Curos, se despreciaron 34 datos quedando únicamente con una muestra igual a 166 vehículos, debido a que las velocidades de esos 34 se convertían en insignificantes para este estudio. Por consiguiente, el histograma generado queda de esa forma; entonces en ese orden de ideas se concluye que el 25% de los vehículos censados obtuvieron una velocidad aproximada de 12 km/h en ese punto, lo que significa que sí están cumpliendo con la velocidad de proyecto para ese tramo vial igual a 20 km/h.

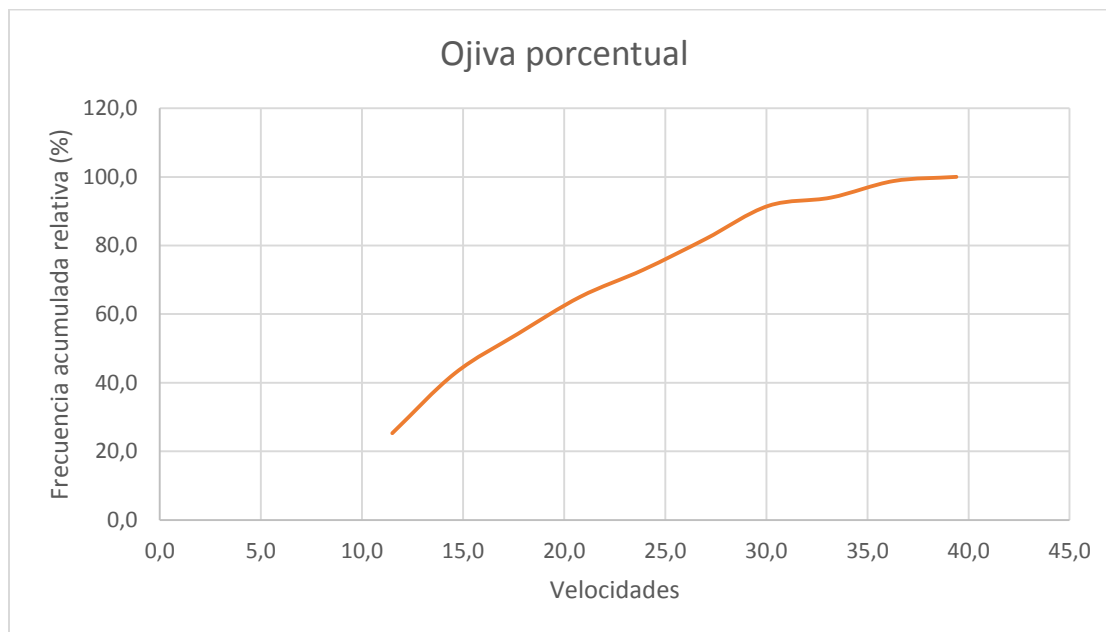


**Ilustración 35.** Curva de distribuciones de frecuencia punto k3+600



Fuente: (Elaboración propia,2019)

Como se pudo apreciar en el punto anterior, la curva de distribuciones de frecuencia trata de adoptar la misma forma del histograma y polígono de frecuencia, representándolo mediante una curva. De esta forma se puede inferir que el 10% de los vehículos censados en el punto k3+600 obtuvieron una velocidad de 30 km/h aproximadamente.

**Ilustración 36.** Ojiva porcentual punto k3+600

Fuente: (Elaboración propia,2019)

Debido al descarte de esos 34 datos, la ojiva porcentual adopta una forma “anormal”, sin embargo, adopta una curva convexa y da a concluir que el 40% de los vehículos censados en ese punto excedieron el límite de velocidad de proyecto igual a 20 km/h.

### 8.2.8 Valores representativos

a) Velocidad media temporal (vt);  $vt = \frac{\Sigma(\text{columna 7})}{n}$

Para punto k3+000:  $vt = \frac{9862,5}{200} = 49,3 \text{ km/h}$

Para punto k3+600;  $vt = \frac{3316,4}{166} = 19,9 \text{ km/h}$

b) Desviación estándar (S);  $S = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{columna 8}) - \frac{[\Sigma(\text{columna 7})]^2}{n}}{n-1}}$

$$\text{Para punto k3+000: } S = \sqrt{\frac{514879,5 - \frac{[(9862,5)^2]}{200}}{200-1}} = 12 \text{ km/h}$$

$$\text{Para punto k3+600: } S = \sqrt{\frac{76388,3 - \frac{[(3316,4)^2]}{166}}{166-1}} = 7,8 \text{ km/h}$$

La dispersión de las velocidades en los puntos k3+000 y k3+600 son 12 km/h y 7.8 km/h respecto a sus respectivas velocidades medias de toda la población, hablando en términos estadísticos (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007).

c) Constante de confiabilidad (K)

**Tabla 6.** Constante de confiabilidad

Constante K	Nivel de confianza (%)
1	68,3
1,5	89,6
1,64	90
1,96	95
2	95,5
2,5	98,8
2,58	99
3	99,7

Fuente: (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007)

Para este estudio se elige un nivel de confianza del 95,5%, lo que significa que se utiliza una constante K igual a 2.

d) Error estándar de la media (E)

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Para punto k3+000:

$$E = \frac{12}{\sqrt{200}} = 0.85 \text{ km/h}$$

Para punto k3+600:

$$E = \frac{7,8}{\sqrt{166}} = 0.61 \text{ km/h}$$

Este parámetro estadístico llamado error estándar, supone el nivel de confianza con el cual puede suponerse que la media de la muestra tomada corresponda con la media de la población.

e) Intervalo de confianza

$$v_t + \delta - KE$$

Para punto k3+000:

$$v_t + \delta - KE = 49,3 + \delta - (2 * 0.85)$$

$$47,6 < \mu < 51 \text{ km/h}$$

Para punto k3+600

$$v_t + \delta - KE = 20 + \delta - (2 * 0,61)$$

$$18,8 < \mu < 21,2 \text{ km/h}$$

### 8.2.9 Conclusiones

- Debido a que el punto k3+600 constituía uno de los puntos con mayor accidentalidad en la vía Piedecuesta – Curos, se le instalaron los reductores de velocidad; esto hizo que la media

de velocidad de los vehículos se ajustara entre 19 km/h y 21 km/h con un nivel de confianza del 95,5%.

- En el punto k3+600 los vehículos están cumpliendo con la velocidad de proyecto igual a 20 km/h. El intervalo de confianza obtenido solo se desfasa por 1 km/h en el límite superior.
- Para el punto k3+600 existe una probabilidad del 4,5% que al estimar la velocidad media verdadera igual a 19,9 km/h el error máximo sea igual a  $0,61*2$  es decir, 1,22 km/h.
- El punto k3+000 sigue constituyéndose como uno de los puntos de mayor riesgo de accidentalidad en la vía Piedecuesta – Curos, en primera instancia por su geometría totalmente recta en alrededor de unos 228 metros lineales
- En el punto k3+000 la media de velocidad dentro de la que los vehículos circulan con un nivel de confianza del 95,5% es entre 48 y 51 km/h aproximadamente, cuando la velocidad de proyecto para ese tramo son 30 km/h; lo que quiere decir que se está excediendo dicho límite en un 70%.
- Para el punto k3+000 existe una probabilidad del 4,5% que al estimar la velocidad media verdadera igual a 49,3 km/h, el error máximo sea igual a  $0,85*2$ , es decir, 1,7 km/h.

### **8.3 Lista de chequeo para la vía Piedecuesta – Curos.**

Las listas de control o listas de chequeo se definen como formatos creados para efectuar actividades con cierta frecuencia, dichas actividades o chequeos deben ser previamente planificados acorde a lo que se quiere verificar en el objeto de estudio. Estas listas de chequeo tienen como función recolectar datos de manera ordenada y tomando en cuenta la mayor cantidad de características posible para que el equipo investigador no deje nada sin evaluar.

(Pdcahome, 2019)

Lo anterior es un breve complemento a la contextualización hecha sobre la metodología de listas de chequeo en el numeral 7.1.6 del capítulo “Metodología”.

### **8.3.1 Inspección in situ e identificación de la infraestructura en la vía Piedecuesta – Curos**

A través de la realización del proyecto, se efectuaron numerosas visitas a campo a diferentes horas tanto en el día como en la noche, esto con el fin de tener los elementos y las evidencias suficientes para llenar la lista de chequeo de manera correcta y lo más fiel a la realidad posible. Se tomaron fotografías, videos y se realizaron aforos de volúmenes vehiculares para el estudio de velocidades previamente efectuados. A lo largo de todo este procedimiento también se elaboró una lista de chequeo a la luz de las fuentes bibliográficas consultadas. Esta lista de chequeo provee una serie de aspectos amplios y específicos a considerar y tener en cuenta en la vía, con el fin de concluir acerca del estado de seguridad en el que se encuentra dicho corredor vial entre Piedecuesta y Curos. De esta forma se podrán establecer las causas del historial de accidentalidad existente e identificar nuevas deficiencias en la infraestructura.

#### **8.3.1.1 Ítems específicos de la lista de chequeo utilizada**

A continuación, se presenta la lista de chequeo utilizada, para realizar esta inspección en campo según literatura (CONASET, 2003) y (BID, 2018)

Esta fue separada en cuatro ítems específicos como señalización, obras de drenaje y protección, operación e iluminación. Para ver al detalle la lista de chequeo por favor consultar el Anexo D. de este documento.

### **8.3.1.2 Resultados del ítem señalización**

En cuanto a señalización de la vía Piedecuesta – Curos que es el tramo que se ha venido estudiando durante este proyecto, se separó la inspección de señalización horizontal y señalización vertical, y por consiguiente ambos resultados se exponen aparte.

#### **8.3.1.2.1 Señalización vertical**

Teniendo en cuenta que la función de las señales verticales en las carreteras es reglamentar las limitaciones, prohibiciones y riesgos de accidentalidad. En ese orden de ideas se parte de la base de contar con el número adecuado de las señales verticales de acuerdo con las características propias de cada vía, se recomienda tener cuidado de no instalar una cantidad exagerada de señales de tránsito de cualquier clase, esto por evitar exceso de contaminación visual y también por mantener pertinencia de todas las señales. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015)

De acuerdo con la lista de chequeo aplicada en campo se encontraron algunos tramos que carecen de la señalización vertical necesaria, en cuanto a señales reglamentarias, sobre todo para establecer prioridades al tránsito de peatones y ciclistas y velocidad límite de los vehículos que también se consideran usuarios muy frecuentes de esta vía. En cuanto a señales preventivas, se encuentra importante advertir mediante nuevas señales de tránsito sobre los riesgos de un eventual derrumbe de tierra en la vía, la circulación permanente de vehículos pesados, peatones y ciclistas. En cuanto a señales informativas, hace falta dar a conocer al usuario sobre la existencia de diversos restaurantes que quedan sobre esta vía, así como también estaciones de servicio y la llegada al municipio de Curos, Santander.

En términos generales de lo que ya existe en este momento, se encuentra que algunas de las señales de tránsito instaladas necesitan mantenimiento en cuanto a que los soportes base de algunas están torcidos, el papel reflectivo ya es necesario cambiarlo porque dificulta la visibilidad de la señal y otras ya se desprendieron de su sitio definitivo.

#### **8.3.1.2.2 Señalización horizontal**

En términos generales la función de la señalización horizontal es proporcionar una demarcación adecuada en todas las vías, independientemente del tipo de vía que sea. La razón de ser de esta es regular el tránsito de vehículos al igual que la señalización vertical; entre otras funciones tiene la de advertir o guiar a los usuarios de una vía, constituyéndose en elementos esenciales para la seguridad vial, tanto así, que en algunos casos es el único elemento que tiene el usuario para comunicarse con la vía. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015)

La ubicación de la demarcación o señalización horizontal debe ser exacta, para que de esta manera todos los usuarios que circulen a las velocidades máximas en una vía puedan entender los mensajes con suficiente tiempo de anticipación para poder tomar la decisión de maniobra de manera correcta. Son tan importantes las demarcaciones de las vías, que cuando se modifique el sentido de tránsito, las condiciones de estas o ensanchamientos, es necesario eliminar las demarcaciones antiguas con el objetivo de no confundir a los usuarios mientras se instala y socializa la nueva señalización horizontal. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015)

En la inspección de campo a través de la lista de chequeo se pudo observar que la demarcación horizontal se ha borrado por lo menos en el 70% del corredor vial en estudio, no existen bermas ni mucho menos su señalización, no existen demarcaciones de bifurcaciones, no existen líneas de



separación de flujo. Es urgente la renovación de la señalización horizontal de 100% de la demarcación horizontal de la vía Piedecuesta – Curos.

### **8.3.1.3 Resultados del ítem drenaje y protección.**

Las obras de drenaje tienen como finalidad evacuar el agua acumulada en las vías, a causa de las lluvias, para esto existe la pendiente transversal de bombeo no menos que el 2% en la mayoría de las carreteras en Colombia. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015)

Uno de los elementos claves para el drenaje de cualquier vía es la cuneta. Muy importante para conducir el agua lluvia hacia el sumidero del alcantarillado pluvial.

A través de la inspección de campo que se realizó en la vía Piedecuesta – Curos, no se evidenció existencia de ninguno de estos elementos, En este momento el agua es conducida hacia el sumidero del alcantarillado mediante la pendiente longitudinal y transversal (bombeo) de la vía. No se evidencia existencia de cunetas en todo el corredor vial en estudio, lo que dificulta de gran manera el drenaje de la calzada. Tampoco se evidencia existencia de sumideros transversales al alcantarillado pluvial. Se observa bastante cuidado y disciplina en las barreras de protección de tráfico que evita que los vehículos se salgan de la calzada, solamente en las curvas del tramo en estudio, se recalca la ausencia de bermas y demarcación en las diferentes intersecciones

### **8.3.1.4 Resultados del ítem operación**

Las falencias de la vía en estudio en el ítem de operación se deben en su mayoría a la ausencia de otros dispositivos para la regulación del flujo vehicular, lo que hace que el tránsito entre los

usuarios sea controlado y lo más importante que el riesgo de accidentalidad baje significativamente.

La infraestructura o elementos que apoyan la operación de cualquier vía tienen como función reforzar y hacer más claro y visible el mensaje entregado por las otras clases de señalización, e incluso en algunos casos, la misma vía. También indican elementos físicos como derrumbes, resaltos, mal estado del pavimento, geometría de la vía y ayudan a controlar la canalización longitudinal o transversal de vehículos y peatones. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015)

La infraestructura de apoyo en la operación de las carreteras son señales y elementos que ayudan a ramificar las clases de tráfico en cualquier vía, advierten de obstáculos necesarios en la vía y ayudan a reducir la velocidad de los vehículos. Uno de los aspectos más importantes de este tipo de señalización que ayuda a controlar la operación en las carreteras es el control peatonal, a través de dispositivos que se emplean para controlar el movimiento de los peatones que circulen en una carretera específica. También en los casos donde aplique existen elementos para el cobro de peaje, que ayudan a encauzar el tráfico de vehículos cuando se generen colas para el pago de este impuesto; también existen indicadores de rampas de frenado que tienen como función hacer detener a aquellos vehículos que se queden sin sistema de frenos. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015)

Es muy importante que los conductores y usuarios en general de una carretera conozcan acerca del alineamiento de la vía por la cual están circulando. Dada esta necesidad, en el manual de señalización vial del ministerio de transporte, (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015) se exponen elementos que constituyen indicadores de alineamientos de la vía. Estas señales parten de la base de que la gran mayoría de la información que un conductor necesita para maniobrar su vehículo de forma segura y eficiente es de carácter visual; los indicadores de alineamiento

consisten en demarcaciones y señales verticales las cuales complementan la información de las señales verticales u horizontales tradicionales, especialmente en zonas de curvas horizontales o verticales en periodos de noche o visibilidad casi nula. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015)

En ese orden de ideas, mediante la inspección realizada a través de la lista de chequeo en la vía Piedecuesta – Curos, no se evidenció canalización canalización de tráfico de peatones, ciclistas ni vehículos sobre todo en la mayoría de las intersecciones. La calzada sección transversal existente en la actualidad de la vía Piedecuesta – Curos no alcanza a albergar vehículos de tráfico pesado, especialmente las tractomulas de 3 ejes en adelante. De hecho, un factor de riesgo inminente que se presenta en dicha vía es cuando dos vehículos de estas características van a tomar una curva o se encuentran de frente. El ancho de la calzada (6,6 m) no alcanza a satisfacer un tránsito adecuado de este tipo de vehículos. También, la cantidad de ciclistas que circulan diariamente por esta vía es muy importante, y adicionalmente no se observan elementos de separación de tránsito para estos sujetos como boyas, bordillos traspasables o no traspasables, tachones o similares; lo que constituye un factor de riesgo inminente de accidentalidad y una amenaza contra la seguridad vial.

#### **8.3.1.5 Resultados del ítem iluminación**

La iluminación de un sistema de alumbrado público debe ser adecuado para suplir las necesidades de tránsito vehicular y peatonal. Generalmente, los criterios que siempre se aplican a la hora de instalar un sistema de alumbrado público son: visibilidad, confiabilidad de la percepción y comodidad visual; estos criterios deben cumplirse de la mano con la cantidad y cantidad de bombillos y postes que se instalarán a través de un corredor vial específico. De esta

forma, se seleccionan las luminarias adecuadas de acuerdo con el desempeño fotométrico que se tenga, efectuar los cálculos necesarios para instalar a la menor altura posible para optimizar mano de obra y materiales y a la menor potencia eléctrica posible para optimizar el uso de energía. (Alcaldía de Bogotá, 2010)

La iluminación de un corredor vial también está relacionada con la seguridad del mismo en cuanto a que permite la percepción de obstáculos al usuario con suficiente tiempo de anticipación para poder maniobrar o reaccionar a cualquier hora del día. La iluminación es de vital importancia, sobre todo porque en algunos casos se convierte en la única guía visual que tienen los conductores y peatones en horario nocturno. (Alcaldía de Bogotá, 2010)

En la inspección de campo que se realizó en la vía Piedecuesta – Curos, se evidenció una adecuada iluminación a través de alumbrado público en horario nocturno en el 50% del tramo vial en estudio, lo que constituye un factor de riesgo debido a que, en la otra mitad del dicho tramo, aparte de que la retrorreflectividad de la señalización horizontal no funciona correctamente o no existe, tampoco existe iluminación artificial o alumbrado público que guíe al usuario por la vía. Esto genera inseguridad en la vía debido a que la confiabilidad en la percepción de obstáculos del usuario reduce al mínimo, el riesgo de accidentalidad entre vehículos sube drásticamente al no existir percepción con anticipación y la seguridad para el peatón es casi nula, si a la ausencia de iluminación en horario nocturno se le agrega la ausencia de andenes o infraestructura para la adecuada circulación de este tipo de usuarios. También la falta de iluminación constituye un factor de riesgo de inseguridad en cuanto a la circulación de ciclistas; si este tipo de usuario no lleva ningún elemento retrorreflectivo o luminoso que lo posicione adecuadamente en la vía, es muy poco probable que los demás usuarios lo perciban, convirtiéndose de esta forma en un “obstáculo invisible” y generando riesgo de accidentalidad.



### 8.3.1.6 Conclusiones

- En cuanto a señalización vertical, hay numerosas señales de tipo reglamentario y preventivo que necesitan mantenimiento en su capa reflectiva, en su soporte que en este momento está desubicado o torcido.
- Existen señales de tránsito que necesitan reubicación, debido a que en el sitio donde están actualmente distorsiona el mensaje de otras señales que están ubicadas correctamente.
- Existen barreras de seguridad instaladas en las curvas que necesitan mantenimiento, aplicar algunas pinturas o aditivos que controles su oxido y realizar inspecciones a las mismas para comprobar su resistencia actual.
- Se necesita instalar nuevas señales de tránsito preventivas, reglamentarias e informativas, haciendo énfasis en la señalización que se necesita urgentemente en las intersecciones de tipo peatonal y vehicular a lo largo de la vía Piedecuesta – Curos.
- La demarcación vial existente se encuentra prácticamente borrada por el uso por lo menos en un 70%, a la fecha no ha sido repuesta por el concesionario encargado de la vía Piedecuesta – Curos. Se necesita volver a demarcar prácticamente toda la vía haciendo énfasis también en las diferentes intersecciones vehiculares y peatonales, y en líneas autorreflectivas de posicionamiento y separación de flujo vehicular.
- Se necesita con urgencia iniciar obras de construcción de cunetas en el 100% del tramo vial en estudio, ya que en este momento las aguas lluvias son conducidas longitudinalmente a través de la misma vía a partir de su pendiente hasta el sumidero del alcantarillado pluvial.
- Actualmente, la vía en estudio está atendiendo el flujo de vehículos, motos, bicicletas y vehículos pesados desde tres ejes en adelante al mismo tiempo en aproximadamente 6,6

metros lineales de ancho de calzada, lo que constituye un factor de riesgo de accidentalidad bastante alto.

- Se necesita canalizar el flujo de bicicletas a través de la instalación de bordillos no traspasables
- Se requiere la instalación de estoperoles en algunas curvas de alto índice de accidentalidad, con el fin de disminuir la velocidad en estos tramos críticos.
- Se observa con urgencia la necesidad de ampliar el ancho de la calzada actual por lo menos en el 100% de las curvas del tramo vial en estudio, permitiendo de esta manera el flujo adecuado de tráfico pesado a partir de 3 ejes.
- Se observa con urgencia disponer de infraestructura de andenes o canalización del flujo peatonal a través de bordillos no traspasables y al mismo tiempo la instalación de señalización horizontal y tachas en los cruces peatonales y zonas escolares.
- Es urgente reforzar la iluminación actual de la vía Piedecuesta – Curos, con el fin de aumentar la confiabilidad de percepción del usuario, sobre todo en el horario nocturno.
- Se observa con urgencia también, construcción de bermas en la calzada actual, para darle la opción a los usuarios de una parada de emergencia ante cualquier eventualidad.
- Se observa con urgencia la realización de mantenimiento a la capa asfáltica existente, con el fin de eliminar fallas que se están presentando en algunos tramos de la vía en estudio como: Piel de cocodrilo, pérdida de ligante, ojos de pescado y fisuras en general.

#### **8.4 Análisis de costos de posibles soluciones de seguridad vial en la vía Piedecuesta – Curos**

Con base en las conclusiones obtenidas del objetivo anterior, donde se proponen diferentes alternativas de solución de infraestructura a partir de la actual; en cuanto a seguridad vial en la vía Piedecuesta – Curos, se realiza un análisis de costos aproximado con el fin de cuantificar la inversión en dinero que tendría que hacer el concesionario de la vía o el INVÍAS para la reducción y prevención de accidentes vehiculares en este corredor vial.

##### **8.4.1 Análisis de precios unitarios**

En primera instancia, se realizan diversos análisis de precios unitarios (APU) a partir de los documentos técnicos preestablecidos en el portal del INVÍAS. Cabe resaltar que la información obtenida de esta institución es de carácter pública y que se basa en el APU generado al departamento de Santander actualizado a junio del año 2019. (Instituto Nacional de Vías, 2019)

Se separan los APU, según las actividades propuestas a realizar en la vía Piedecuesta – Curos para implantar las soluciones propuestas para aumentar la seguridad vial y mejorar la operación de esta.

##### **8.4.2 APU de actividades propuestas a realizar**

Las actividades e ítems propuestos a realizar y restaurar se desglosan en diferentes APU expuestos en el Anexo F de este documento, ellas son:

- a) Desmante y limpieza en zonas no boscosas = \$289.520/ha
- b) Demolición de pavimentos rígidos, pisos, andenes y bordillos de concreto = \$44587/m<sup>3</sup>
- c) Traslado de postes = \$87.143/unidad
- d) Remoción barreras de seguridad = \$7.134/unidad



- e) Remoción de derrumbes = \$9.713/m<sup>3</sup>
- f) Terraplenes o rellenos = \$ 16.641/m<sup>3</sup>
- g) Mejoramiento de la subrasante de la vía = \$3.490/m<sup>2</sup>
- h) Conformación de taludes existentes = \$1.335/ m<sup>2</sup>
- i) Material base granular = \$81.389/m<sup>3</sup>
- j) Material subbase granular = \$81.389/m<sup>3</sup>
- k) Base estabilizada con emulsión asfáltica = \$89.795/m<sup>3</sup>
- l) Cemento asfáltico = 2.171/kg
- m) Emulsión asfáltica de rotura lenta = \$3.991/l
- n) Riego de imprimación con asfalto líquido = \$2.649/m<sup>2</sup>
- o) Tratamiento superficial simple con emulsión asfáltica = \$7.545/m<sup>2</sup>
- p) Lechada asfáltica con emulsión = \$4.878/m<sup>2</sup>
- q) Mezcla densa en caliente MDC-19 = \$277.495/m<sup>3</sup>
- r) Fresado de pavimento espesor 10 cm = \$4.715/m<sup>2</sup>
- s) Excavación de material en seco = \$20.947/m<sup>3</sup>
- t) Cuneta en concreto, incluye adecuación del sitio definitivo = \$459.089/unidad
- u) Bordillo prefabricado en concreto = \$60.356/unidad
- v) Línea de demarcación con pintura en frío = \$2.039/m

x) Tacha reflectiva = \$14.476/unidad

y) Señal de tránsito reflectiva instalada con soporte = \$717.784/unidad

z) Señal de tránsito reflectiva sin soporte = \$473.785/unidad

aa) Amortiguador de seguridad = \$35.564/unidad

ab) Poda aérea de árboles = \$62.256/unidad

ac) Recubrimiento de taludes con malla y mortero = \$293.025/m<sup>2</sup>

### **8.4.3 Conclusiones**

- Este es un modelo de presupuesto por unidad para implementar todas aquellas soluciones que se plantearon durante este documento.
- Los precios expuestos en el presupuesto fueron actualizados a junio de 2019 según el INVÍAS, es jurisdicción y decisión de este organismo implementar dichas acciones para mejorar la seguridad vial en la infraestructura y operación de la vía Piedecuesta – Curos, y de esta manera reducir el riesgo de accidentes vehiculares.
- Es necesario diseñar un plan de inversión ajustado a las necesidades específicas de este corredor vial, a la luz de la lista de chequeo aplicada y una revisión en detalle de la infraestructura existente.

## 9. Conclusiones generales

- La vía Piedecuesta – Curos actualmente se encuentra en condiciones muy adversas, es una vía la cual han dejado desgastar sin ningún plan de mantenimiento efectuado últimamente por el agente concesionario encargado.
- Según el diagnóstico realizado a la vía Piedecuesta – Curos, se concluye que en la actualidad carece de diversos elementos de infraestructura que mitigan el riesgo de accidentalidad entre vehículos y peatones.
- El usuario que circula por esta vía asume un riesgo de accidentalidad muy alto. En primer lugar, el ancho de la calzada existente (6,6 m) no tiene la suficiente capacidad para satisfacer las necesidades de flujo vehicular pesado, ciclistas, motociclistas y peatones al mismo tiempo, además las curvas no cuentan con los sobreamplios necesarios para permitir maniobrar a vehículos pesados.
- No se cuenta con ningún elemento de canalización de tráfico, por lo que el factor de riesgo de accidentalidad para el usuario que circula por dicha vía es muy alto, tampoco se cuenta con andenes para la correcta circulación de peatones
- Esta vía constituye un medio de comunicación muy importante para el departamento de Santander; debido a que comunica el área metropolitana de Bucaramanga con la vía a Bogotá D.C. En ese orden de ideas, consta de diversas intersecciones por los accesos a restaurantes, fincas y casas de descanso que están sobre esta, y no cuentan con la señalización adecuada, lo que también constituye como un factor de accidentalidad e inseguridad.
- El tramo en estudio consta de una velocidad de diseño o proyectada igual a 30 km/h, mediante al estudio de velocidades efectuado se concluye que la media de los vehículos

que circulan por dicha vía pueden llegar a velocidades entre 48 km/h y 50 km/h, con un nivel de confianza del 95%, lo que se convierte en un factor de riesgo de accidentalidad y amenaza en contra de la seguridad vial.

- En cuanto a señalización vertical, hay numerosas señales de tipo reglamentario y preventivo que necesitan mantenimiento en su capa reflectiva y en su soporte que en este momento está desubicado o torcido.
- Existen señales de tránsito que necesitan reubicación, debido a que en el sitio donde están actualmente distorsiona el mensaje de otras señales que están ubicadas correctamente.
- La demarcación vial existente se encuentra prácticamente borrada por el uso por lo menos en un 70%, a la fecha no ha sido repuesta por el concesionario encargado de la vía Piedecuesta – Curos. Se necesita volver a demarcar prácticamente toda la vía haciendo énfasis también en las diferentes intersecciones vehiculares y peatonales, y en líneas autorreflectivas de posicionamiento y separación de flujo vehicular.
- La capa asfáltica consta de numerosas fallas como piel de cocodrilo, fisuras, ojos de pescado y pérdida de ligante por lo menos en el 50% del corredor vial.
- Se resalta la ausencia de infraestructura de seguridad vial como demarcaciones, señalización vertical y canalización mediante bordillos, tachas y delineadores, con el fin de canalizar y separar el tráfico pesado del liviano; así como también aumentar la seguridad para ciclistas y peatones que circulen por la vía Piedecuesta – Curos.
- Los precios expuestos en el presupuesto fueron actualizados a junio de 2019 según el INVÍAS, es jurisdicción y decisión de este organismo implementar dichas acciones para mejorar la seguridad vial en la infraestructura y operación de la vía Piedecuesta – Curos, y de esta manera reducir el riesgo de accidentes vehiculares.

## 10. Recomendaciones

- Mediante el APU propuesto, y las estadísticas de accidentalidad proporcionadas por el Geoportal del Observatorio Nacional de Seguridad Vial, el INVÍAS puede llegar a un consenso con el concesionario y empezar a implementar un plan de mantenimiento de la vía que aumente confianza de percepción y la seguridad vial para todos los usuarios de dicho corredor vial.
- Es de carácter urgente empezar a hacer las obras de andenes para peatones, ya que diariamente circulan personas por esta vía, y al no contar con andenes de circulación peatonal ponen en riesgo su vida.
- Se recomienda renovar urgentemente las demarcaciones y generar un protocolo de mantenimiento. Así mismo, demarcar las intersecciones con restaurantes, fincas, casas de descanso y comercio en general a través de la vía Piedecuesta – Curos.
- Se recomienda generar una partida presupuestal a través del INVÍAS para obtener los recursos necesarios para la construcción de los respectivos sobrecanchos de la calzada existente, ya que debido a la circulación diaria de tráfico pesado (mayor a 3 ejes) esta se encuentra totalmente obsoleta.
- Se recomienda la construcción urgente de cunetas en concreto, esto hará que el drenaje de las aguas lluvias en la zona de la vía mejore drásticamente y reducir este elemento como factor de riesgo de accidentalidad.
- Se recomienda hacer llegar este caso de desolación vial a la gobernación de Santander, para que, junto con los comerciantes de la zona, alcaldes de los municipios de Piedecuesta y Curos, el gremio transportador de Santander y el INVÍAS tomen cartas en

el asunto y diseñen un plan de acción que permita la modernización y ampliación de este importante corredor vial del departamento.

(Instituto Nacional de Vías, 2019)

## 11. Referencias bibliográficas

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2016). *Zona de Seguridad Vial de santander cifras 2016*. Bucaramanga: Mintransporte.
- Alcaldía de Bogotá. (2010). Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Bogotá.
- Alcaldía de Piedecuesta. (2019). *Plan de Desarrollo 2016 - 2019*. 2019: Alcaldía de Piedecuesta.
- Alcaldía mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados, Banco Mundial. (2005). *Manual de Auditorías de Seguridad Vial*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, Cal y Mayor Asociados. (2005). *Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte*. Bogotá.
- Alejandra Gomez, S. P. (2013). *Análisis de sectores críticos de accidentalidad*. Piedecuesta: Repositorio institucional UPB.
- ANSV. (2019). <https://www.ansv.gov.co>. Obtenido de <https://www.ansv.gov.co>: <https://www.ansv.gov.co/observatorio/?op=Home>
- Arlsura. (15 de Marzo de 2018). <https://www.arlsura.com>. Obtenido de <https://www.arlsura.com>: [https://www.arlsura.com/images/stories/riesgos/joaquin/joaquin\\_01.pdf](https://www.arlsura.com/images/stories/riesgos/joaquin/joaquin_01.pdf)
- BID. (2018). *Metodología del bid*. iadb.
- Camila. (2018). *Agentes externos*. scribd.
- CONASET. (2003). *Guía para realizar una auditoría de seguridad vial*. Santiago de Chile.
- Consejo de Seguridad Vial. (2012). *Auditoría en Seguridad Vial Ruta Nacional N°2, Kilómetros 102, 120 y 133*. San José, Costa Rica.
- Construdata. (31 de Octubre de 2013). <http://www.construdata.com>. Obtenido de <http://www.construdata.com>: [http://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/las\\_nuevas\\_vias\\_construidas\\_en\\_el\\_pais\\_deben\\_ser\\_seguras.asp](http://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/las_nuevas_vias_construidas_en_el_pais_deben_ser_seguras.asp)
- Cosntrudata. (28 de Junio de 2001). <http://www.construdata.com>. Obtenido de <http://www.construdata.com>: [http://www.construdata.com/BancoConocimiento/M/monitoreo\\_vias/monitoreo\\_vias.asp](http://www.construdata.com/BancoConocimiento/M/monitoreo_vias/monitoreo_vias.asp)
- Fandiño, N. Z. (2012). *Diagnostico de la infraestructura vial en colombia*. Colombia: Repository.

- Förster, D. (2010). *Topografía*. diegoforster.
- García, M. (2007). *Accidentes de Transito*. Colombia: Medicina Legal.
- Google. (05 de junio de 2019). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/dir/6.973812,-73.0454319/6.9201572,-73.0059315/@6.9477773,-73.0464466,14z/data=!4m2!4m1!3e0>
- Instituto Nacional de Vías. (2017). *Instituto Nacional de Vías*. Obtenido de Gakería de volúmenes de tránsito: <https://hermes.invias.gov.co/volumenes/>
- Instituto Nacional de Vías. (22 de julio de 2019). *INVÍAS*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/analisis-precios-unitarios/6959-apus-santander-2017-2>
- INTT. (2013). *www.intt.gob.ve*. Obtenido de [www.intt.gob.ve](http://www.intt.gob.ve): [http://www.intt.gob.ve/repositorio/biblioteca/educacion\\_y\\_seguridad\\_vial/glosario%20de%20terminos%202013.pdf](http://www.intt.gob.ve/repositorio/biblioteca/educacion_y_seguridad_vial/glosario%20de%20terminos%202013.pdf)
- Jessica Gordillo, J. C. (2013). *Estudio de accidentalidad*. Piedecuesta: Repositorio institucional UPB.
- Justicia. (2017). *Estadísticas Viales*. Santander: El tiempo.
- Legal. (11 de Marzo de 2012). <http://legal.legis.com.co>. Obtenido de <http://legal.legis.com.co>: [http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol\\_bdea6fd941af01bee0430a01015101be](http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol_bdea6fd941af01bee0430a01015101be)
- María Duarte, Y. M. (2014). *Estudio de alta accidentalidad*. Piedecuesta: Repositorio institucional UPB.
- Martinez, G. G. (2016). *Investigación Acción Participativa*.
- Mediatrain. (2013). *¿ que es seguridad vial?* Cultura vial .
- Ministerio de ambiente. (2017). *Enfoque climatico*. Bogotá: Minambiente.
- Ministerio de transporte. (14 de junio de 2019). *Registro Único Nacional de Transito*. Obtenido de <https://www.runt.com.co/registros-runt/rnat>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (14 de febrero de 2012). *Lineamientos para la estructuración de seguridad vial - ASV- Colombia*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/lineamientos.pdf>



- Ministerio de Transporte de Colombia. (2015). *Manual de Señalización Vial. Dispositivos unidormes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas en Colombia*. Bogotá.
- Ministerio de transporte de Colombia. (30 de mayo de 2019). *Ministerio de Transporte*. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/preguntas-frecuentes/5/seguridad-vial---senalizacion/>
- Ministerio de Transporte de Colombia, Invías. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- Mintransporte. (29 de Diciembre de 2011). <https://www.mintransporte.gov.co>. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co>: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=13174>
- Morales, J. (2018). *Accidentalidad vial en piedecuesta* . piedecuesta: Vanguardia .
- Observatorio. (2017). *Seguridad vial*. chile: amuch.
- OMS. (2004). *Carga Mundial de Morbilidad*.
- OMS. (2004). *Informe Mundial de Prevención de Traumatismos Causados por el Tránsito*.
- OMS. (2009). *Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial*.
- ONU. (2018). [www.un.org](http://www.un.org). Obtenido de [www.un.org](http://www.un.org): <http://www.un.org/es/roadsafety/background.shtml>
- Organización Mundial de la Salud . (julio de 2017). *10 datos sobre la seguridad vial en el mundo*. Obtenido de <https://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/es/>
- Pdcahome. (09 de julio de 2019). [www.pdcahome.com](http://www.pdcahome.com). Obtenido de <https://www.pdcahome.com/check-list/>
- Pérez, G. J. (2005). *Seguridad vial en Colombia*. Cartagena: Banrep.
- Periódico El Tiempo. (13 de diciembre de 2017). *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/justicia/servicios/cifras-de-accidentes-de-transito-en-colombia-2017-161390>
- Pineda, M. D. (2018). *Inspección de seguridad vial* . Mexico: Imt.
- Planes y Planos. (04 de junio de 2019). *Planes y Planos, Un recorrido por lo mejor del arte y arquitectura en cada rincón del planeta*. Obtenido de <https://planesyplanos.com/arquitectura/puentes-anti-peatonales-en-peru/>

- Practicatest. (04 de junio de 2019). *Pacticatest*. Obtenido de <https://practicatest.com/preguntas/qB/cual-de-las-siguientes-barreras-laterales-no-existe/aqOV>
- Questionpro. (2015). <https://www.questionpro.com>. Obtenido de <https://www.questionpro.com>: <https://www.questionpro.com/es/encuesta.html>
- Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. México D.F.: Alfaomega.
- Técnico Rioplatense S.R.L. (04 de junio de 2019). *Técnico Rioplatense S.R.L.* Obtenido de <https://tecnicarioplatense.com.ar/wp/iluminacion-via-publica/>
- Transporte, M. d. (2015). *Resolución 2410 de 17 de julio 2015*. Bogotá: Mintrasorte.
- Vanguardia Liberal. (01 de mayo de 2018). *Vanguardia.com*. Obtenido de Vanguardia.com: <https://www.vanguardia.com/judicial/accidente-de-transito-dejo-dos-heridos-en-piedecuesta-PEVL431835>
- Vanguardia Liberal. (16 de enero de 2018). *Vanguardia.com*. Obtenido de Vanguardia.com: <https://www.vanguardia.com/judicial/accidente-en-la-via-entre-piedecuesta-y-san-gil-deja-dos-personas-muertas-IDVL421595>
- Vanguardia Liberal. (12 de septiembre de 2018). *Vanguardia.com*. Obtenido de Vanguardia.com: <https://www.vanguardia.com/judicial/fallecio-motociclista-tras-accidente-de-transito-en-piedecuesta-CBVL444723>
- Vanguardia Liberal. (s.f.). *Vanguardia.com*. Obtenido de Vanguardia.com.
- Wesley E. Marshall P.E, Nicholas Coppola, Yaneev Golombek, artículo Science Direct, 10 de octubre de 2016.
- Fred Megan, artículo Science Direct, 5 de octubre de 2016.
- Roni Utriainen, Markus Pollanen, Heikki Liimatainen, artículo Science Direct, 2 de diciembre de 2018.
- Vincenzo Giuseppe Colacino, Laura po, Revista ACM digital library, junio 19-22 de 2017.
- Ravi Bhandari, Bhaskaran Raman, Venkat Padmanabhan, Poster revista ACM digital library junio 25-30 de 2016.

La seguridad vial: Salvemos vidas, el transporte en Colombia es generador de progreso, bienestar y alegría: Natalia Abello Vives; Ministra de Transporte, 12 de diciembre de 2014.

Primer Congreso Internacional de Seguridad Vial en Colombia, Vanessa Perea Bonilla, 27 de febrero de 2018.

T. Kathmann, H. Ziegler, M. Pozybill, El servier, Road Safety Screening on the Move, 10 de octubre de 2016.