



**Auditoría en seguridad vial de la vía Autopista norte de la calle 94 a la calle 153,  
Bogotá D.C.**

**Tania Lizbeth Joya Hernández**

**Jhonatan Julian Lozano Montaña**

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

Bogotá D.C., Colombia

2022

**Auditoría en seguridad vial de la vía Autopista norte de la calle 94 a la calle 153,  
Bogotá D.C.**

**Tania Lizbeth Joya Hernández**

**Jhonatan Julian Lozano Montaña**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Civil**

Director (a):

I.C. M.Sc. July Estefany Carmona Álvarez

Línea de Investigación:

Vías y transporte

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

Bogotá D.C., Colombia

2022

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado **Auditoría en seguridad vial de la vía Autopista norte de la calle 94 a la calle 153, Bogotá D.C.**, Cumple con los requisitos para optar El título de **Ingeniero Civil**.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Bogotá D.C., 09 noviembre 2022.

## Contenido

	Pág.
<b>1. Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Antecedentes .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Objetivos .....</b>	<b>30</b>
3.1 General .....	30
3.2 Específicos .....	30
<b>4. Justificación .....</b>	<b>31</b>
<b>5. Marco teórico.....</b>	<b>33</b>
5.1. Salud pública .....	33
5.1.1. Modelo clínico matricial.....	34
5.1.2. Modelo de falla simultánea.....	35
5.2. Seguridad vial.....	35
5.2.1. Seguridad vial en Colombia .....	36
5.3. Auditoría de seguridad vial (ASV).....	38
5.4. Modelos teóricos de la seguridad vial y peatonal .....	39
A través de la tabla 2, se identifica el tipo d accidentes que se ocasiona en el siniestro y la manera en que los actores viales, pueden realizar acciones que generen una prevención, para dichos siniestros. ....	
5.4.1. Accidente o siniestro .....	39
5.4.2. Paradigmas particulares de la seguridad vial.....	39
5.4.3. Estrategias activas y pasivas en la prevención de un siniestro .....	41
5.5. Actividades formativas de la Secretaría de Movilidad frente a la cultura para la seguridad vial. ....	41
5.6. Dispositivos de control de tráfico.....	42
5.7. Clasificación de las señales .....	43
5.7.1. Clasificación de las señales verticales .....	44
5.7.2. Señalización horizontal.....	47
5.7.3. Marcas sobre el pavimento .....	47
5.7.4. Marcas en el cordón de la acera.....	50
5.7.5. Señales temporales .....	51
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>52</b>
6.1. Tipo de investigación: Cuantitativo-descriptivo .....	52

6.1.1. Recolección de datos cuantitativos.....	52
6.1.2. Operación de variables .....	54
6.1.3. Metodología de una ASV .....	56
6.2. Organización Y orientación del proyecto: .....	58
6.2.1. Recopilación de la información teórica.....	58
6.2.2. Identificación de la zona de estudio: .....	58
6.2.3. Estudios complementarios (Siniestros): .....	58
6.2.4. Caracterización de la zona:.....	58
6.2.5. Recopilación de la información geográfica:.....	59
<b>7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>60</b>
7.1. Tramo autopista norte calle 94 a la calle 153.....	60
7.2. Análisis de anexo 1. Tablas de señalizaciones.....	61
7.2.1. Carril de ciclovía sentido sur-norte .....	61
7.2.2. Carril de ciclovía sentido norte-sur .....	63
7.2.3. Carril de tráfico lento sentido sur-norte.....	65
7.2.4. Carril de tráfico lento sentido norte-sur.....	67
7.2.5. Calzada de tráfico rápido sentido sur-norte.....	68
7.2.6. Carril de tráfico rápido sentido norte-sur .....	70
7.2.7. Relación general de las señalizaciones existentes y no existentes. ....	71
7.3. Análisis de anexo 2. Tablas de auscultaciones.....	73
7.4. Análisis de anexo 3. Matriz de riesgos.....	74
7.5. Siniestralidad Vial.....	75
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>82</b>

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Distribución de la mortalidad mundial debido a traumatismos.....	33
<b>Figura 2.</b> Modelo de transferencia de energía.....	34
<b>Figura 3.</b> Ejemplo del modelo simplificado "del queso suizo" .....	35
<b>Figura 4.</b> Triángulo de causas que puede generar los siniestros .....	36
<b>Figura 5.</b> Línea de tiempo de normatividad en seguridad vial en Colombia .....	37
<b>Figura 6.</b> Cantidad de fallecidos y lesionados en Colombia 2021-2022 .....	38
<b>Figura 7.</b> Estrategias activas y pasivas de la condición .....	41
<b>Figura 8.</b> Señales de Prevención .....	44
<b>Figura 9.</b> Señales de reglamentación .....	45
<b>Figura 10.</b> Señales de Información .....	46
<b>Figura 11.</b> Líneas amarillas discontinuas.....	48
<b>Figura 12.</b> Doble línea amarilla, una continua y otra discontinua .....	48
<b>Figura 13.</b> Doble línea amarilla .....	49
<b>Figura 14.</b> Línea blanca discontinua .....	49
<b>Figura 15.</b> Línea blanca continua.....	49
<b>Figura 16.</b> Carriles reversibles.....	50
<b>Figura 17.</b> Semáforo .....	50
<b>Figura 18.</b> Señales temporales .....	51
<b>Figura 19.</b> Fuentes, recursos e instrumentos para la investigación.....	52
Figura 20. Fases del proyecto .....	53
<b>Figura 21.</b> Objetivo 1 .....	54
<b>Figura 22.</b> Objetivo 2 .....	55
<b>Figura 23.</b> Objetivo 3.....	56
<b>Figura 24.</b> Distribución de la Auditoría Vial .....	57
Figura 25. Bogotá (Zona Autopista Norte).....	60
Figura 26. Relación de señales calzada Sur-Norte Ciclovía.....	62
Figura 27. Relación de señales calzada Norte-Sur Ciclovía.....	64
Figura 28 Relación de señales calzada tráfico lento Sur-Norte .....	66
Figura 29. Relación de señales calzada tráfico lento Norte-Sur .....	67

Figura 30. Relación de todas las señalizaciones .....	72
Figura 31. Auscultaciones Viales en la Autopista Norte .....	73
Figura 32. Relación de Riesgos en la vía.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 33. Señalización de PARE, poco visible .....	75

### Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Ejemplo de la matriz Haddon .....	34
<b>Tabla 2.</b> Modelos teóricos de la seguridad vial y peatonal .....	39
<b>Tabla 3.</b> Resumen paradigmas particulares de la seguridad vial .....	40
Tabla 4. Calzada Sur a Norte Carril Ciclorruta.....	62
Tabla 5. Calzada Norte a Sur Carril Ciclorruta.....	64
Tabla 6. Calzada de tráfico lento sentido Sur a Norte .....	66
Tabla 7. Calzada Norte a Sur Carril lento.....	67
Tabla 8. relación porcentual de señales del diseño y de las existentes. ....	71

### *Dedicatoria*

Este trabajo de investigación lo dedicamos en especial a Dios, por habernos dado la sabiduría, fuerza y claridad para seguir con este proceso de superación. A nuestros padres que, de manera incondicional, ofrecieron su empeño y motivación, su buen ejemplo a seguir, a nuestros hermanos que se convirtieron en ese apoyo moral, a mi compañero de proyecto de grado con el cual se superaron nuestras expectativas y logramos llevar a cabo este proyecto y nuestra compañera de ingeniería Ambiental que proporciono apoyo a nuestro proyecto.

A nuestros docentes de la Universidad Antonio Nariño, quienes pusieron su conocimiento, experiencia, ética y valores para brindarnos lo mejor de ellos a lo largo de la preparación de nuestra linda profesión.

Son todos ellos, los promotores para vernos cumplir con nuestros objetivos, que de manera consecutiva y gradual se fue forjando a nuestro paso, esa experiencia única de ser estudiante, de ser quienes podamos representar con nuestra actitud, ética y servicio para el beneficio de nuestros congéneres.

## **Resumen**

El presente documento cuenta con toda la información del desarrollo realizado en la Auditoría en Seguridad de la Autopista norte entre la calle 94 hasta la 153, en donde se revisaron las variables: auscultaciones diseño geométrico y señalización, dando a conocer la condición física de la vía y sus efectos sobre los actores viales que por ella circulan, se revisó a cabalidad, mediante la metodología cuantitativa descriptiva, para ello se identificó las variables utilizadas para cada objetivo, se presenta los métodos y herramientas utilizadas, se describe los resultados encontrados de los cuales se destacó, los sectores con falta de señalización . Respecto a la señalización se evaluó por medio del manual de señalización, y la calidad de la vía con el indicador de la matriz de riesgo. Al establecer la consistencia del diseño mediante la información obtenida del levantamiento en campo y el software Señales, se logró corroborar la semejanza de los resultados obtenidos, por tal motivo se considera que hay una consistencia entre lo construido y la información del Auto CAD suministrado por la secretaria Distrital de Movilidad (SDM) del 2012.

**Palabras clave:** Auditorías, Seguridad Vial, señalización, diseño geométrico, auscultaciones.

## **Abstract**

This document contains all the information of the development carried out in the Safety Audit of the North Highway between 94th Street and 153rd Street, where the following variables were reviewed: auscultations, geometric design and signaling, revealing the physical condition of the road and its effects on the road actors that circulate on it, it was thoroughly reviewed through the descriptive quantitative methodology, for this purpose the variables used for each objective were identified, the methods and tools used are presented, the results found are described, from which the sectors with lack of signaling were highlighted. The signaling was evaluated by means of the signaling manual, and the quality of the road with the risk matrix indicator. By establishing the consistency of the design through the information obtained from the field survey and the Signals software, it was possible to corroborate the similarity of the results obtained; therefore, it is considered that there is a consistency between what has been built and the information of the Auto CAD provided by the District Mobility Secretariat (SDM) in 2012.

**Key words:** Audits, Road Safety, signaling, geometric design, auscultations.

## 1. Introducción

La auditoría en seguridad vial tiene como compromiso, establecer el diseño, señalización, localización, dimensionamiento de las barreras de contención vehicular, para garantizar la protección frente a los actores viales (Entiéndase actores viales como todas las personas que asumen un rol determinado, para hacer uso de las vías, con la finalidad de desplazarse de un lugar a otro, siendo estos los peatones, transeúntes, pasajeros, conductores). Analizando el tramo de la autopista norte entre la calle 94 y la calle 153 se evidencia un alto flujo vehicular, lo cual aumenta la probabilidad de siniestralidad que en la mayoría de los casos son referentes a aspectos como la señalización, semaforización e inteligencia vial. El factor primordial es aumentar la seguridad y disminuir la probabilidad de siniestros, la problemática principal se debe a las condiciones de mantenimiento y disposición de la infraestructura vial de la zona de estudio; y el incremento de la población de la zona. Se recomienda mantener una inspección permanente de señalización, límites de velocidad, estudios de tránsito, estudios de movilidad y estudios de población, para reducir la siniestralidad e inconvenientes en la vía en cuanto a las temáticas, evaluando los puntos críticos y de riesgos hallados.

Esta vía es frecuentemente usada para el tránsito de vehículos de todo tipo ya sea carga pesada o vehículo particular, el transporte es bastante debido a la cantidad de personas que se desplazan a sus trabajos y hogares por la autopista norte, siendo un aproximado de 7.181.469 de habitantes, que viven en la capital y en algún momento les ha tocado transitar por esa vía (DANE, 2018). Por lo que esta alta movilidad de los actores viales y el posible estado de la vía se puede llegar a generar diversos accidente o muertes también llamados

siniestros, los cuales gracias a la secretaria de movilidad se registra una cantidad total de 265 siniestros de los cuales se presenta 1 fallecido en la zona.

## 2. Antecedentes

El desarrollo de esta investigación se basa en los aportes de carácter científico e investigativo que se encuentran relacionados con los ejes de accidentalidad, las cuales fueron consultadas en las bases de datos electrónicas dispuestas por la universidad para el segundo semestre del 2022.

Según Alimo P. , Ma W. y Wang L. (2021) se llevó a cabo una conferencia en Wuhan, China donde según los ingenieros de transporte la accidentalidad es muy común por falta de señalización y marcas viales, también se tienen factores como lo son el tráfico de flujo mixto, tráfico en carril, cruces peatonales no señalizados, estacionamiento ilícito de minibuses, infracciones de peatones y motociclistas. Los resultados muestran un agotamiento o ausencia de líneas de alto y pasos de peatones en la mayoría de las intersecciones, señalización inadecuada y una demanda que supera la oferta vial debido a los tiempos de señalización convencionales.

Según Wong CK. (2019) Ingeniero civil de la universidad de hong kong, realizando estudios de regresión binomial negativa (está diseñado para ajustar un modelo de regresión en el cual la variable dependiente Y consiste de conteos) la cual hace referencia a un modelo lineal generalizado en el que la variable de respuesta tiene una distribución de Poisson y el logaritmo de su valor esperado para relacionar los datos del conteo de accidentalidad siendo esta la variable dependiente y teniendo como variables independientes cualquiera para capturar el diseño de la intersección. Encontrando así que la cantidad de accidentes en las intersecciones controladas por semáforos se podría reducir alterando los patrones de marcado de carriles con una combinación de métodos de diseño basados en carriles bien

establecidos (Parte de la calzada que puede acomodar una sola fila de vehículos de cuatro o más ruedas. Con demarcación de franja peatonal en forma de una sucesión de líneas sobre la calzada paralelas a los carriles de tránsito vehicular, sirve para indicar la trayectoria que debe seguir el peatón al atravesar la vía).

Según Poliakova A. (2018) graduada del transporte por carretera la evolución del número de accidentes debido a defectos del tráfico en las carreteras en comparación con el volumen de recaudación de impuestos de circulación tiene que ver con el deterioro de la vía para esto se propone el cobro por uso de la vía como el impuesto por circulación o peajes.

Según Abeer K. , Al-Bdairi A. y Al-Nuaimi A. (2021) ingenieros de carretera y transporte para evitar que ocurran accidentes viales se puede realizar en la etapa de diseño y construcción de la vía según los resultados analizados se sugieren pavimentar las carreteras principales, pavimentar los arcenes y mejorar la sección de la carretera a una carretera dividida de varios carriles con una mediana de barrera de seguridad.

Según Xiaoming Z. (2010) la auditoría de seguridad vial y gestión de la velocidad son herramientas valiosas al combinar estas dos herramientas en la etapa de diseño detallado y en la etapa de operación previa y de esta manera discutir los problemas técnicos y la experiencia durante la aplicación de los dos conceptos.

Según Kupriyanov A.; Kondratiev V. ; Shchepkin A. ; Chudinov A. y Pavlyukevich E. (2018), la estrategia es la base para la formación e implementación de la política estatal en materia a la seguridad vial a nivel federal, regional e intersectorial, incluyendo escenarios de cambio de situación para la implementación de la estrategia, los cuales son la base para la construcción de modelos predictivos para la formación de un indicador de accidentes de tránsito.

Según Kocourek J. ; Padělek T. (2018) se realizó una nueva metodología en la universidad técnica checa la cual utiliza una presentación mejorada del nivel de seguridad por medio del uso de un indicador de nivel de seguridad combinado, que abarca un indicador del nivel de riesgo del entorno del tráfico y un indicador de la carretera y comportamiento de los usuarios. La nueva metodología accede a comparar con precisión las localidades según el nivel de seguridad, estimar el nivel de seguridad en el estado posterior a la remediación y evaluar la eficiencia de las medidas de remediación propuestas para facilitar la selección de las localidades para la remediación.

Según Peng C.; Yang S. (2020) realizó una investigación sobre la evaluación de riesgos de vehículos a prueba de fallas este estudio resume primero los principales tipos de fallas del sistema de frenos de los automóviles de pasajeros y luego analiza las causas. Se propone un método de evaluación de riesgos de los factores de falla del sistema de frenos basado en el método de síntesis jerárquica-borrosa el cual consiste en realizar la clasificación y cálculo de puntaje de riesgo de fallas del sistema de frenos de diferente severidad. Por último, combinado con los registros de mantenimiento de los vehículos operativos, se realiza una comparación y resumen de la ocurrencia de fallas teniendo como resultado que es de vital importancia que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones para estar en carretera ya que debido a las fallas mecánicas de la auto causa grandes riesgos en la malla vial.

Según Ainatul F., Ishak S., Mohd Nusa F., Wai Hoong A., y Sulistiono S. (2022) Los aumentos diarios de muertes y lesiones relacionados con el tráfico los llevaron a una investigación reciente sobre la aplicación del enfoque iRAP la cual es una herramienta de evaluación de carreteras, los accidentes de tráfico se pueden mitigar mediante la evaluación de rutas de alto riesgo y, posteriormente, el desarrollo de calificaciones con estrellas y planes

de inversión en carreteras más seguras en todo el mundo, destacando su etapa de implementación, ventajas y desventajas. El estudio se realizó revisando y examinando los estudios publicados existentes sobre iRAP y realizando un análisis de brechas comparando la investigación existente y su aplicación en países seleccionados (Tailandia, Bangladesh, Malasia, India, Brasil y China).

Según Ji X, Jiang J, Sun J (2018) Se realizó una evaluación de riesgos de congestión en carreteras mediante el establecimiento de un sistema de índices de evaluación que tiene en cuenta tres elementos: la velocidad en la estación de peaje de la carretera, el tiempo de viaje y el clima. Se realiza un análisis de sensibilidad para obtener los factores críticos. Los resultados del análisis de sensibilidad sobre los factores críticos del riesgo de congestión pueden brindar apoyo a la toma de decisiones para los sectores gubernamentales y los impulsores relacionados.

Según Oda H, Kubota S, Okamoto Y (2007) Estudiaron un nuevo sistema de aplicación de la tecnología RFID para un sistema de apoyo a la conducción segura para reducir el número de accidentes de tráfico repentinos de vehículos que involucran a peatones o ciclistas cerca de las intersecciones. Realizaron un sistema experimental el cual detecta la posición y existencia de ciclistas y peatones en la vía mediante una etiqueta activa envía los datos detectados a un dispositivo a bordo de un vehículo cerca de su posición y alerta al conductor. El riesgo de ocurrencia de un accidente de tráfico repentino se puede estimar a partir de la relación de posiciones y velocidades entre el peatón/ciclista y el vehículo que circula cerca de la intersección, entonces puede alertar al conductor de un vehículo.

Según Taher T., Ahmed A., Haider M., Das S., Yasmín MN. y Mamun N. (2017) Cada año, alrededor de 1,3 millones de personas mueren en accidentes de tráfico, además

de 20-50 millones resultan heridos o discapacitados. La mayoría de ellos ocurren como resultado de ignorar las señales y señales de tráfico. Este estudio propone un sistema que combina una técnica de señalización de tráfico inteligente y un automóvil inteligente para evitar el accidente de tráfico. El automóvil inteligente consta de un microcontrolador, un sensor de sonda y un receptor de RF con una pantalla integrada en un automóvil, mientras que el sistema de señalización de tráfico inteligente consta de un transmisor de señalización de RF basado en un microcontrolador que se coloca en cada semáforo o poste de señalización.

Según Reeya S., Jayaraj VS. (2017) A la población no le atrae obedecer las reglas de tránsito y constantemente trata de violarlas. Esta clase de infracción es el fundamento del infortunio de tráfico. Esto se puede eludir añadiendo un módulo al transporte que ayuda a contar el número de infracciones de las reglas de tráfico y ayuda a mandar un mensaje a las autoridades y tienen la posibilidad de llevar a cabo un sistema de multas de acuerdo con el límite de infracciones.

Según Ganzhorn M., Diederichs JP., Widlroither H. (2011) Para defender a los chicos, la información temprana para los conductores de coches podría ser eficaz para minimizar la rapidez del tráfico antecedente de llegar a un área crítica, como una parada de autobús estudiantil. Para mejorar la aprobación entre los conductores de carros, la información debería mostrarse lo anteriormente viable, ejemplificando, cuando los chicos se encuentren presentes en la parada del autobús. La información acerca de los chicos como un nuevo mensaje en las interfaces hombre-máquina (HMI) automotrices debería fundamentarse en los conceptos de visualización e información existentes, como iconos incluidos en los tableros o aspectos de interés resaltados en el mapa de navegación.

Según Ermagún A., Kelarestaghi KB., Heaslip K. (2022) la respuesta de los participantes a las señales de mensajes dinámicos comprometidos varía según la posición socioeconómica y la actitud de los participantes, la respuesta de los participantes varía según los diferentes mensajes, y los factores socioeconómicos y de actitud afectan esta diferenciación, y la probabilidad de cambio de ruta se asocia positivamente con la desaceleración. Esto significa que, en la práctica, un adversario malicioso tiene el potencial de desviar y perturbar el tráfico mediante la difusión de mensajes fabricados y la elección de ruta de ingeniería de los conductores.

Según Sahu, S., Mishra, SP, Barik, KK y Sahu, DK (2022), la empresa RSA (The Security Division of EMC Corporation (NYSE: EMC, conocida también por RSA Security)) tiene la capacidad de salvar vidas al implementar y formular medidas y técnicas de seguridad de extrema esencialidad para tener un viajes seguro, por lo que reconocer las zonas altamente afectadas que son más propensas a los accidentes y las regiones de puntos oscuros en la carretera de Carretera Nacional (NH) - 326, pensar en el impacto del diseño geométrico de las carreteras y la influencia de las características del tráfico en varios parámetros de las carreteras y la experimentación. y establecimiento de la relación estadística entre la siniestralidad y las diferentes variables causantes de la siniestralidad.

Según Jelani, I. (2019, April). La lanzada ISO 39001 es un sistema de gestión para la seguridad del tráfico vial. Especifica los requisitos para permitir que una organización que interactúa con el sistema de tránsito vial reduzca las muertes y las lesiones graves relacionadas con los accidentes de tránsito en los que puede influir. por lo que se llevó a cabo una preparación de JKR Sarawak para adoptar esa ISO 39001 y se evaluó las zonas en las que se cumple los requisitos de la ISO, mostrando que la organización cumple con los

requisitos, pero no está listo para adoptar las mejores prácticas en la gestión de la seguridad vial debido a los desafíos en la certificación. Se proponen objetivos medibles de RTS para superar los desafíos identificados.

Según Ture Kibar, F. y Tuydes-Yaman, H. (2020). Establecer un límite de velocidad seguro es un fenómeno muy crítico y complejo, el cual debe decidirse en función de la jerarquía vial que clasifica las carreteras según sus funciones y capacidades, y plantea ciertas restricciones en el proceso de diseño. Aunque esto es un desafío para regiones urbanas de países en desarrollo, el rápido crecimiento de la ciudad obliga a las carreteras interurbanas de alta velocidad a funcionar como arterias urbanas, a lo largo de las cuales el límite tradicional de 50 km/h no es prácticamente posible. Según los estudios realizados en el artículo, la aplicación del enfoque de sistema seguro en los puntos críticos mostró que el aumento del límite de velocidad en los corredores de estudio en Ankara estaba en contra de los límites seguros sugeridos por UNECE en base a la posibilidad de ciertos tipos de accidentes.

Según Ghasemi, N., Acerra, E., Vignali, V., Lantieri, C., Simone, A., & Imine, H. (2020); Las carreteras arteriales urbanas proporcionan un paso de alta velocidad para facilitar el tráfico en las zonas urbanas. Sin embargo, a diferencia de las autopistas, consisten en rampas, rotondas y características únicas debido al espacio limitado en el entorno urbano (o semiurbano); por lo que al realizar estudios con Road Safety Review (RSR) para la evaluación geométrica, identificación de secciones de alta concentración de accidentes y la clasificación de la red según expertos, se llevó a cabo el estudio del comportamiento visual de los conductores por medio de un vehículo que con la ayuda de un GPS registra el comportamiento de miradas de los conductores, muestra que el uso de técnicas innovadoras

podría mejorar la RSR al identificar nuevos puntos peligrosos basados en el comportamiento del conductor.

De acuerdo con Jain, B., Tiwari, D., Parida, M., Anbanandam, R. (2022) “Assessment of vehicular fuel consumption and interaction with pavement characteristics using HDM-4 on Indian urban road network: A case of Pune city”, El crecimiento de las civilizaciones a generado la necesidad de movilizarse con trayectos más largos, por lo tanto el aumento de la utilización de vehículos, lo que a su que trae consigo la contaminación del aire y accidentes, poniendo en peligro la salud de millones de personas en las ciudades, donde este artículo se centra en la ciudad de indias. Este estudio utiliza una de las principales carreteras de esta ciudad, para aplicar varias Aplicaciones del Sistema de Gestión de Activos (RAMS) para predecir FC en diferentes escenarios de mantenimiento de pavimentos. Los resultados revelaron una reducción del 2,32 % en el uso de combustible si se proporciona el mantenimiento oportuno. Se pueden ahorrar, además mostró el efecto significativo del tipo de superficie del pavimento en el consumo de combustible, con un 4,86 % menos de combustible consumido en superficies de hormigón de cemento que en superficies bituminosas.

Según Becker, N., Rust, H.W., Ulbrich, U. (2022), “Weather impacts on various types of road crashes: a quantitative analysis using generalized additive models”, Dependiendo las condiciones climáticas, estas pueden llegar a tener un impacto en diferentes tipos de carretera, los que conlleva a que no se tengan las condiciones idóneas y se generen accidentes. Se cuantifican los efectos combinados del volumen de tráfico y los parámetros meteorológicos en las probabilidades por hora de 78 tipos diferentes de accidentes utilizando modelos aditivos generalizados. El mayor efecto de la nieve se encuentra en el caso de

choques de un solo camión, mientras que la lluvia tiene un efecto mayor en los choques de un solo automóvil. El resplandor del sol aumenta la probabilidad de colisiones de varios vehículos.

De acuerdo con Han Zhi; Zhang Jie; Han Song-Qiqo (2019), “Research on Real-Time Safety Evaluation Method of Freeway Traffic Flow in Car-Following State”, El objetivo de la investigación es mejorar la seguridad de la operación del tráfico en la autopista y evaluar la seguridad en tiempo real del flujo del tráfico. Donde se analizaron variables como el tiempo de reacción del conductor, tiempo real del flujo de tráfico y la probabilidad para identificar el riesgo de accidentes de colisión trasera en la autopista. Por medio del experimento de simulación de software y el tiempo de respuesta máximo de los conductores, se evalúa y analiza la seguridad en tiempo real del flujo de tráfico bajo diferentes estados del vehículo.

Según JongBae Kim (2021), “A Study on the Development of Traffic Safety Risk Information Sharing Technology through Vehicle-Road Cooperation” En el artículo se muestra el desarrollo de una tecnología para compartir información sobre riesgos de seguridad vial que combina información sobre la situación de conducción. En la última década se están desarrollando diversas tecnologías relacionadas con la seguridad de los vehículos autónomos. En particular, se están desarrollando tecnologías para reconocer la información de conducción en carretera y compartirla con los vehículos circundantes, donde se tiene la ventaja de guiar la información de la situación de conducción que no se reconoció previamente a los vehículos siguientes. Además, será posible apoyar una conducción autónoma más segura al compartir información (túnel, línea de carretera, instalaciones de tráfico, etc.). Donde se reconoce las condiciones de conducción, el modo de conducir y el

conductor, las condiciones de la carretera y la aparición de objetos mediante la aplicación de la tecnología de reconocimiento de condiciones de conducción.

Yong Fang; Wenli Zhang; Hua Hu (2021), “Safety Evaluation Method of Two-lane Highway at Unsignalized Intersections Based on Traffic Conflict” En este artículo se busca mejorar los estándares de seguridad de las intersecciones no semaforizadas de una carretera de dos carriles. En primer lugar, de acuerdo con la trayectoria de los vehículos, las fórmulas cinemáticas y la fórmula de cálculo de probabilidad de llegada de los vehículos al área de intersección con base en la distribución de Poisson, se propuso el índice de posibilidad de conflicto cruzado. Luego, se estableció el índice de severidad del conflicto cruzado con base en los parámetros físicos como velocidad vehicular, diferencia de velocidad, desaceleración y espaciamiento de los vehículos, de manera de plantear el índice de riesgo de conflicto cruzado para evaluar la seguridad de las vías de dos carriles no señalizadas. intersecciones. Los resultados de la investigación pueden proporcionar un método teórico para el diseño de seguridad de las intersecciones no señalizadas

Rodríguez, J. M., Camelo, F. A., & Chaparro, P. E. (2017). “Seguridad vial en Colombia en la década de la seguridad vial: resultados parciales 2010-2015”, En este artículo se toman resultados anuales, para analizar el número de personas muertas y lesionadas, por accidentes en las vías, en donde la cifra para número de muertos es de 1.25 millones de personas mueren y 50 millones resultan lesionados, por lo cual con estas cifras tan alarmantes, se deciden tomar medidas para cambiar esta tendencia y reducir en 50% las lesiones y muertes por el tránsito. Estas medidas son principalmente para los motociclistas y peatones, en donde estos deben priorizarse, aportan más del 65% de la siniestralidad vial, por otro lado, se debe dar mayor aplicación a la ley, además, la calidad de información en

cuanto a la normativa debe ser más profunda y clara, para que los actores viales, tengan clara la información y sea aplicada.

Cabrera, G., Velásquez, N., & Valladares, M. (2009). “Seguridad vial, un desafío de salud pública en la Colombia del siglo XXI”, en este artículo se plantea un paradigma de acción, éste se plantea, para frenar el crecimiento exponencial de los niveles de trauma en las vías, en donde se determinó que para los países altamente motorizados, se minimizan los impactos conforme a la frecuencia, severidad y secuelas del problema, esto se logró ya que el paradigma planteado en Estados Unidos, está basado en el conocimiento científico sobre la prevención. Se plantearon tres fases en la secuencia de un accidente vehicular para correlacionarse con los factores de la triada epidemiológica que pueden interactuar en cada una, las cuales permiten visualizar las oportunidades de intervención de los responsables del asunto para reducir los eventos y consecuencias de los accidentes.

Cabrera-Arana, G., & Velásquez-Osorio, N. (2015). “La década de acción en seguridad vial en Medellín, Colombia, a 2015”, Por medio de este artículo se logra analizar la seguridad vial-SV, en una nueva dimensión de la movilidad humana. Es importante resaltar que el desarrollo humano está generado en gran parte por las comunicaciones y esto se ha hecho gracias a la movilización, pero debido al alto crecimiento de la accidentalidad se plantea la DASV tener un plan de acción global estructurado en cinco pilares, el primero referido a la gestión institucional de la SV. los cuales se describen antecedentes, marcos, evidencias y los pobres efectos de la gestión del primer quinquenio de la DASV en Medellín, Colombia, al año 2015.

Pineda Uribe, B. E. (2019). “Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia”, Es este artículo se trata el tema

de la Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (DVA) que son requeridas en un tramo de la vía, estas distancias requeridas, son obtenidas por medio de manuales de diseño geométrico de vías y de señalización vial de cada país; para el caso de Colombia este manual es de 2008 y 2015, el objetivo de este artículo fue aplicar y cotejar las metodologías para calcular la DVA requerida y para medir la DVA disponible en planos. En donde al realizar el análisis, se hallan vacíos conforme a la señalización y contradicciones en la reglamentación colombiana de diseño vial y de señalización.

Asprilla Lara, Y., García De Quevedo, F., & González Pérez, M. G. (2017). “Señalización y seguridad vial en buses de tránsito rápido: el Transmilenio en Bogotá”. En este artículo se señala la preocupación del incremento de la accidentalidad en las vías urbanas, tanto para transporte privado como transporte público, es por ello que se estudia la influencia de la señalización en la seguridad vial de los usuarios del sistema público “Transmilenio” en los diferentes tramos que tiene el eje troncal de la avenida Caracas en Bogotá-Colombia, por medio del análisis descriptivo y la inspección en la zona de estudio. En donde los resultados determinan, que es de gran relevancia que los gobiernos nacionales y municipales implementen políticas de mitigación y medidas orientadas a la movilidad urbana, debido a que existe una baja cultura conforme a la señalización.

KATZ, R., ROPERO, M. C. V., & MEDINA, G. (2018). “Análisis de la relación existente entre los accidentes y la señalización vial”. Un elemento vital del sistema de transporte es la señalización vial, pero si ésta es inadecuada puede generar efectos contrarios a su objetivo. Es decir, si la señalización no es la correcta o se está utilizando en forma indiscriminada, afecta su credibilidad. Por lo tanto, se produce una falta de confianza y de respeto a la señalización en general, y se termina ignorando las señales incorrectas, pero lo

más grave es que se termina desconociendo también aquellas que son correctas. Sin embargo, toda la información acopiada para la señalización es relevante para la automatización del tránsito. Una correcta señalización asegura la plena orientación del usuario, reduciendo su tensión y su ansiedad, facilitando la toma de decisión correcta y contribuyendo a la seguridad vial. La señalización vial condiciona el comportamiento del usuario frente a determinadas situaciones que se desean destacar, mediante estímulos visuales que afectan las decisiones del usuario. Además, la información que se puede transmitir en la señalización es poca, debido a las limitaciones en la capacidad de procesamiento de los datos por parte del usuario.

Delgado-Forero, B. C., & Reyes-Benito, J. E. (2020). “Propuesta de un plan de seguridad vial en los estudiantes de la comunidad académica del Liceo Universidad Católica de Colombia”. Debido a las consecuencias de aplicación y desarrollo en la comunidad, se ha demostrado que estas no se adecuan a la solución propuesta para la problemática social del territorio en análisis y es así como el objetivo del proyecto suele perderse por completo. Para el presente proyecto, se identificará el entorno de la comunidad estudiantil del colegio Liceo Universidad Católica de Colombia como población joven que a través de su participación en la sociedad son uno de los principales insumos de esta, participación que para el caso concreto se protegerá garantizando el bienestar y la correcta orientación en temas como la seguridad vial.

Gómez Contreras, F. P., & Pabón Clavijo, A. G. (2018). “Señalización vial para peatones”. En este artículo se presenta un análisis técnico sobre cómo están conformadas las instalaciones, en cuanto a la seguridad vial del colegio Liceo Universidad Católica de la ciudad de Bogotá-Colombia. El análisis que se realiza, parte de la revisión documental de

la cartografía y señalización vial, que existe de las instalaciones, seguida por información sobre aforos peatonales, identificación de fallas en el sistema vial y carencia de señalización, para de esta manera proponer un plan de movilidad vial, el cual le brinde a los estudiantes las herramientas necesarias y estas sean aplicadas, dentro y fuera de las instalaciones del colegio.

Bossa Borja, L., Henao Saldaña, W., & Rojas Rodríguez, E. (2017). “Cómo mejorar la movilidad en el municipio de Girardot, a través de una adecuada y completa señalización vial (Doctoral dissertation)”. En este artículo se expone, que debido al aumento demográfico acelerado que está sufriendo el municipio de Girardot Cundinamarca en el país de Colombia, el cual presenta mayor crecimiento los fines de semana y festivos, por causa de la doble residencia de muchas personas que invierten en la compra de proyectos urbanístico presentes en la región, debido a que este municipio tiene variedad en actividades recreativas y facilidad en la movilización, como lo es automóviles y principalmente motocicletas, y teniendo en cuenta la deficiente señalización en varios tramos de la vía, se generan accidentes. La información analizada fue de fuentes tales como la Secretaría de Tránsito de la localidad, para hallar el Inventario de la Señalización Instalada; el Inventario Vial del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Girardot, según acuerdo 024 de 2011, y el Manual de Señalización Vial 2015 del Ministerio de Transporte de la República de Colombia. Por medio de este análisis se logró comprobar los puntos estratégicos en los que se necesitaba implementar señalización o aquellos en donde esta era errónea y podía confundir a los actores viales.

GARZÓN, M., ESCOBAR, D., & GALINDO, J. (2017). Auditorias de seguridad vial. Ejemplo de aplicación metodológica. En este artículo se explica la importancia de la

seguridad vial, en los proyectos de infraestructura vial, en donde se debe buscar un enfoque de seguridad vial. Los problemas de seguridad vial que se presentan después de la implementación de un proyecto son difíciles de resolver por el tema del rediseño, al replantear la señalización los costos sociales y de infraestructura son llevados. Estudios han demostrado que las lesiones constituyen el 50% del valor de los costos totales de la accidentalidad.

Es por ello que en el documento se trata de abarcar muchas de las variables que influyen en la accidentalidad y sus posibles formas de mitigación y nivel de daño. La ciudad de Manizales es catalogada en la actualidad como la de mejor calidad de vida de Colombia, con un índice de satisfacción del 80% de la población satisfecha con los modos habituales de transporte, esto se logró a partir de un diseño de señalización basado en los manuales vigentes en señalización.

Alarcón Maza, W. D. (2021). “Análisis y criterios para auditorías de seguridad vial en caminos de montaña”. En este artículo se explica los inicios de las auditorías de seguridad vial, las cuales fueron en Reino Unido y Australia a finales del 1999, las cuales se siguen implementando hoy en día y en varios países es un requisito previo la aprobación del Diseño y Estudios Definitivos de vías y carreteras. Las auditorías de seguridad vial permiten evaluar las condiciones de operación y funcionamiento del diseño de una vía nuevo o existente, así como de las intersecciones o cualquier infraestructura dentro del área de influencia, también se expone una metodología base para realizar auditorías de seguridad vial en caminos de montaña, basándonos en documentos nacionales e internacionales.

Pino Chávez, A. E. (2013). “Auditoría en seguridad vial en dos sectores de mayor incidencia en la ciudad de Guayaquil”. En este artículo se presenta el cómo realizar una

Auditoría en Seguridad Vial en dos sectores de mayor incidencia, particularmente en los tramos que corresponden a la vía de la ciudad de Guayaquil, en donde se determinó los principales factores que generaba accidentalidad para los usuarios de las vías; en donde se tomaron datos estadísticos de la CTE de los últimos años de los índices de accidentes en Guayaquil y, en base a las estadísticas de la CTE de los primeros cuatro meses del año 2013, de esta manera se determinó gráficamente, los puntos más críticos de la ciudad de Guayaquil corresponden a los sectores de Avda. 25 de Julio y la Avda. De las Américas, en los que coinciden dos de las estaciones de la Troncal 2 de la Metrovia, debido a su baja señalización, lo que genera que los actores viales no tengan la información adecuada y no se puedan movilizar dentro de las vías de manera adecuada.

Dallos, J. R. A. (2015). “Índices de severidad para auditorías de seguridad vial en carreteras colombianas”. En el artículo se presenta un estudio piloto para la Aplicación de las Auditorías de Seguridad Vial en Carreteras Colombianas, en los cuales se dan 3 parámetros, conforme a la normativa vigente, nacional como internacional de los diferentes elementos de la seguridad vial y teniendo en cuenta las condiciones geológicas de las carreteras colombianas. Estos parámetros sirven como guía, para que la persona que esté realizando la auditoría, de priorización de los aspectos de la seguridad vial que se deben intervenir con medidas de corrección o mitigación. Como ejemplo se presenta el caso de la vía Chiquinquirá-Tunja (Colombia) tienen mayor potencial de accidentalidad, aspectos como inclinación de taludes, distancia al borde de la calzada de señales, objetos fijos y barreras; lo cual, si no se presenta una correcta señalización, pueden generar accidentes fatales.

Mendoza Salavarría, M. G. (2021). “Diseñar el plan de mejora del sistema de gestión de seguridad vial, alineado a una Auditoría de Seguridad Vial ASV”. Se establece en este artículo que en Ecuador, los siniestros de tránsito son uno de los principales causales de muerte, algo que tiene bastante similitud con el país Colombia, es por ello que es prioridad para el Estado, tomar acciones para prevenir nuevos accidentes, cabe mencionar que estos accidentes no solo se dan por negligencia o imprudencia por parte de los actores viales, sino también por la falta de mantenimiento que existen las vías y su señalización. Una de las carreteras con mayor nivel de siniestralidad es la vía Patricia Pilar, la cual, no cuenta con las condiciones necesarias para atender la alta demanda de vehículos, es por ello que rediseñar esta carretera es relevante o tomar medidas de señalización, es este artículo, se presenta el diseño del plan de mejora del Sistema de Gestión en Seguridad vial

### **3. Objetivos**

#### **3.1 General**

- Verificar el sistema de señalización vial de la autopista norte en Bogotá entre la calle 94 y 153 de Bogotá, estableciendo la corresponsabilidad de los siniestros viales que se presentan en este tramo.

#### **3.2 Específicos**

- Establecer el porcentaje de coincidencia entre la señalización diseñada para el tramo y la señalización puesta en el sitio.

- Construir la matriz de riesgo que establezca el grado de exposición al peligro de los actores más vulnerables de la vía.
- Identificar la relación entre la deficiencia de señalización y los altos niveles de siniestralidad.

#### **4. Justificación**

La siniestralidad es una problemática, puede llegar a ocasionar diversos acontecimientos trágicos en las vías, por lo que la OMS en el intento de reducir la accidentalidad de un 50% para el año 2030, por lo cual elaboraron el Plan mundial para el deceso de acción para la seguridad vial 2021-2030, llevando a cabo diversas metodologías, herramientas y procesos que ayuden a mitigar las estadísticas de accidentes, por medio de auditorías de seguridad en el proceso para la mejora de la construcción, diseño, función y mantenimiento de los nuevos proyectos viales que se vayan a realizar a un futuro.

Debido a la alta siniestralidad, problemas estructurales en las carreteras y falencias con la semaforización y señalización de la vía, se buscará reducir el alto nivel de muertes y discapacidades en estos aproximados 6 km de la autopista norte calle 94 a la calle 153, utilizándose como guía el plan mundial para el decenio realizado por la OMS, con el fin de mejorar la seguridad vial de las personas y la movilidad de los vehículos que transitan. Al igual que puede optimizar el escenario para el tránsito, ya que actualmente las condiciones de la vía de estudio dificultan la transpirabilidad de los usuarios, que va en línea con la calidad de vida de los mismos en este segmento vial.

Se pretende analizar la situación vial para realizar la mejora, puesto que la autopista norte es de alto flujo, la cual se ha visto enmarcada en modificaciones del uso del suelo para dar acogida a una notoria densificación demográfica.

El proceso de auditoría de seguridad vial que se desarrollará, estará caracterizado por la identificación potencial de puntos de riesgo donde se pueda o ya esté ocurriendo siniestros y de generar recomendaciones para los puntos críticos que se presenten en el tramo de estudio; en consecuencia el trabajo se llevará a cabo por dos estudiantes, puesto que la metodología demanda de un grupo por las diversas actividades que requiere la auditoría, como lo serían la toma de datos de velocidades, las fotografías, la realización de las listas de chequeos de las señales de tránsito en el tramo de 6 km para este caso, entre otras cosas.

Al observar la situación mencionada se llega a plantear la siguiente interrogante, ¿Cuál es el nivel de riesgo que puede presentar el tramo a evaluar, posible siniestralidad de acuerdo con las variables analizadas, si su diseño, los límites de velocidad y señalización cumple con la normatividad vigente?

## 5. Marco teórico

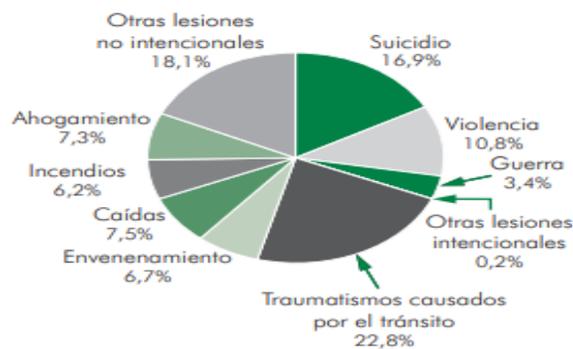
Para lograr una investigación óptima de la siniestralidad vial del tramo a evaluar, en primera instancia se tuvo en cuenta, los conceptos de tránsito, ASV y situaciones que ocurren en las zonas donde se localiza dicha vía.

### 5.1. Salud pública

Con respecto a la salud pública relacionada a la accidentalidad vial, esta constituye un importante problema, donde los índices de pérdida de vidas, personas discapacitadas y con secuelas, son elevados, siendo los traumatismos que ocasionan los siniestros de tránsito los que afectan mayormente a jóvenes entre 15 y 29 años, siendo mayoritariamente peatones, ciclistas y conductores o pasajeros que se movilizan en vehículos de 2 ruedas, pudiéndose comparar con la epidemiología, según (CEPAL, 2012).

La figura 3 denota los porcentajes de mortalidad debido a ciertas causas, notando que el mayor porcentaje es por traumatismos causados por tránsito.

**Figura 1.** Distribución de la mortalidad mundial debido a traumatismos.

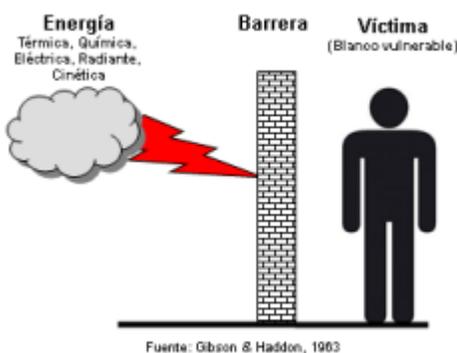


**Fuente:** (Dinesh, Meleckidzedek, & Fredrick, 2008)

### 5.1.1. Modelo clínico matricial

El médico Haddon Jr, desarrolló un modelo de transferencia de energía que explica las lesiones que sufren las personas por los siniestros viales, comparando la energía con el patógeno, que se transfiere a un huésped por medio de un vector el cual sería el vehículo.

**Figura 2.** Modelo de transferencia de energía



**Fuente:** Tabasso, 2012

Haddon también contribuyó en este modelo la matriz de Haddon, la cual posee tres niveles de prevención, siendo el antes, durante y después del siniestro así consecutivamente **Tabla 1.** Ejemplo de la matriz Haddon

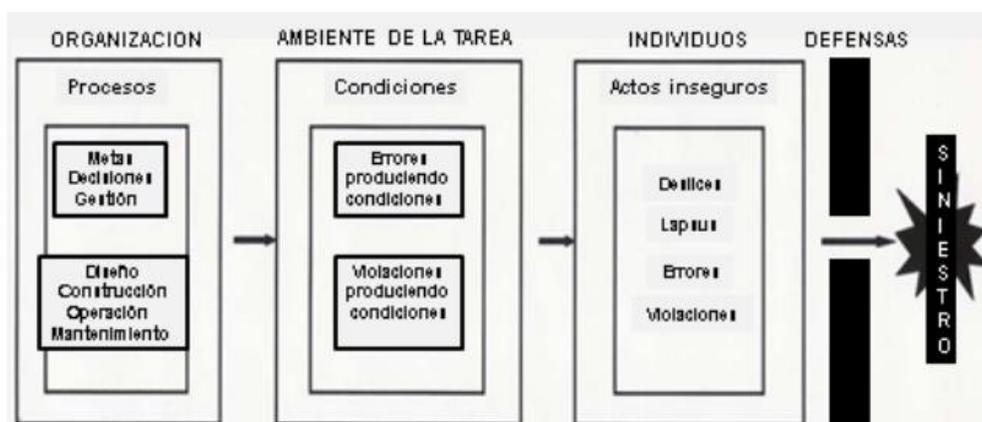
<b>MATRIZ DE HADDON</b>		<b>Factores</b>		
<b>Fase</b>		<b>Ser humano</b>	<b>Vehículo y equipo</b>	<b>Ambiente</b>
<b>Antes del siniestro</b>	<b>Prevención primaria</b> (evitar que el siniestro ocurra)	Información Actitudes Conducción bajo los efectos del alcohol y otras drogas Aplicación de la reglamentación por la policía	Buenas condiciones técnicas Luces Frenos Maniobrabilidad Control de la velocidad	Diseño y trazado de la vía pública Límites de velocidad Vías peatonales
<b>Durante el siniestro</b>	<b>Prevención secundaria</b> (evitar o minimizar las lesiones cuando el siniestro ocurre)	Uso de dispositivos de sujeción	Dispositivos de sujeción para los ocupantes Otros dispositivos de seguridad	Objetos protectores contra choques al lado de la acera
<b>Después del siniestro</b>	<b>Prevención terciaria</b> (conservación de la vida y la integridad)	Primeros auxilios Acceso a la atención médica	Facilidad de acceso al cubículo Riesgo de incendio	Servicios de socorro Congestión

**Fuente:** Tabasso, 2012

### 5.1.2. Modelo de falla simultánea

El psicólogo Inglés J. Reason, en su obra “Human error” (1990), dio un reformulo la concepción epidemiológica, otorgando un enfoque sistémico con la falla simultánea, también conocida como “del queso suizo”; mencionando que “El error humano no es una causa, es una consecuencia de fallas y problemas más profundos dentro de los sistemas en los que las personas trabajan” (tabasso, 2012).

**Figura 3.** Ejemplo del modelo simplificado "del queso suizo"



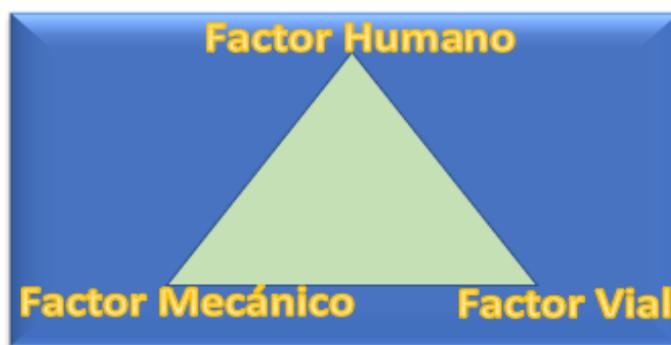
**Fuente:** Tabasso, 2012

## 5.2. Seguridad vial

Esta es una de las grandes preocupaciones de diversos países, donde las expansiones urbanas se están desarrollando de forma acelerada, sobresaliendo los vehículos por encima de los peatones, por lo que para llegar a una seguridad en las vías para los que llegan a ser afectados de forma mayoritaria se analizan elementos con componentes teóricos y de políticas públicas, revisando exhaustivamente bases de datos de Proquest, Hinari, Ovid, Lilacs, Medline, según (Pico, González y Noreña, 2011)

Para estos casos se toma en cuenta la parte del triángulo de causas el cual puede generar siniestros mostrado en la figura 4.

**Figura 4.** Triángulo de causas que puede generar los siniestros



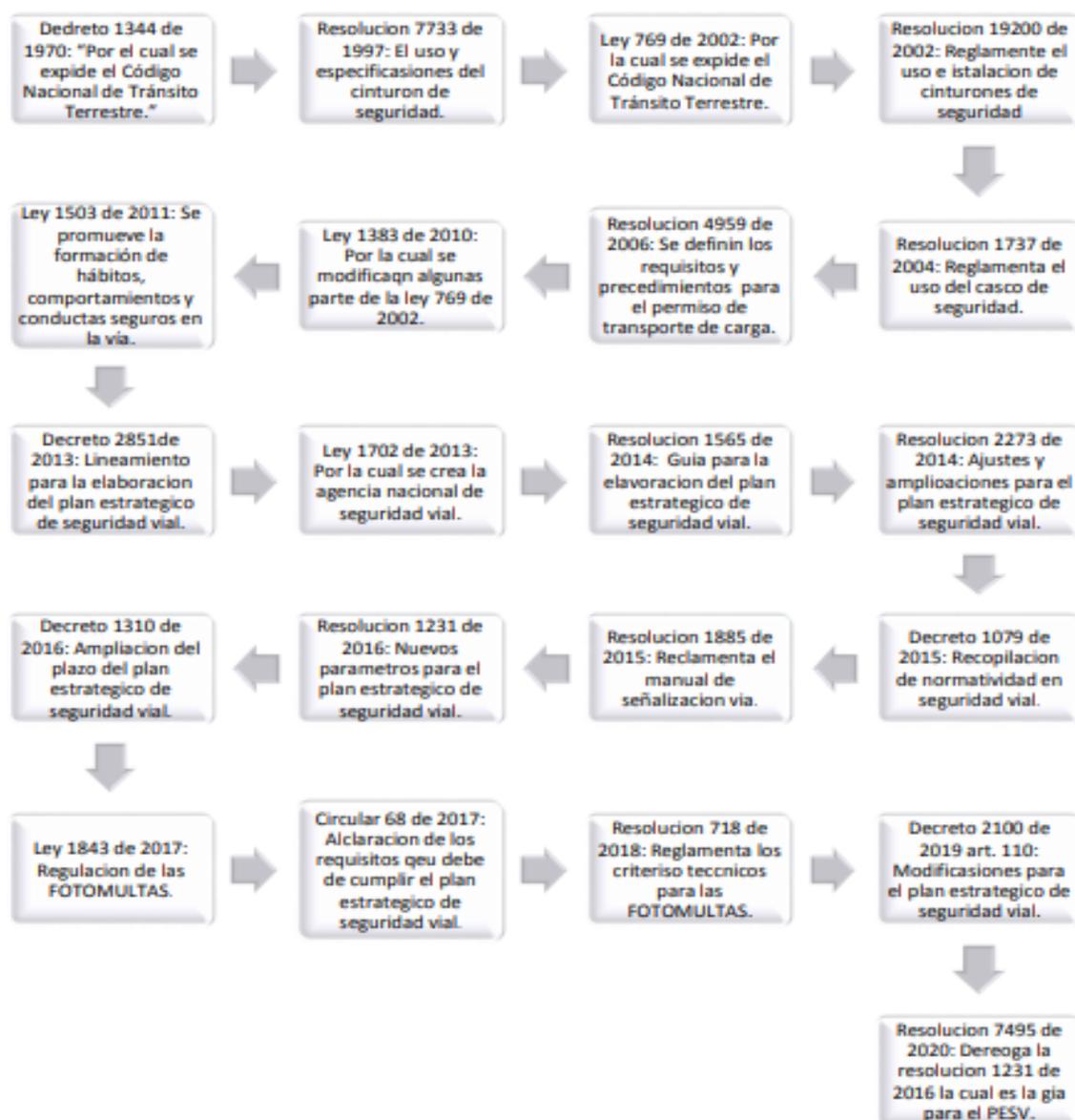
**Modificado:** Pico, González y Noreña, 2011

### ***5.2.1. Seguridad vial en Colombia***

La seguridad vial en Colombia se ha adaptado a nuevas tecnologías, priorizando los usuarios de las vías del territorio logrando al identificar fallas en las normas; aun así, no se ha llegado a lograr una reducción adecuada de la accidentalidad porque siempre hacen falta normativas que aseguren la seguridad vial, según (Giraldo, 2020)

Con la figura 5 podemos notar con mayor claridad la línea de tiempo de normativa en seguridad vial en Colombia

**Figura 5.** Línea de tiempo de normatividad en seguridad vial en Colombia



**Fuente:** Giraldo, J.L., 2020.

Por medio de la figura 6, se identifica el porcentaje de fallecidos y lesionados de actores viales a nivel general en toda Colombia, lo cual puede expandir el panorama del problema que representa la siniestralidad.

**Figura 6.** Cantidad de fallecidos y lesionados en Colombia 2021-2022



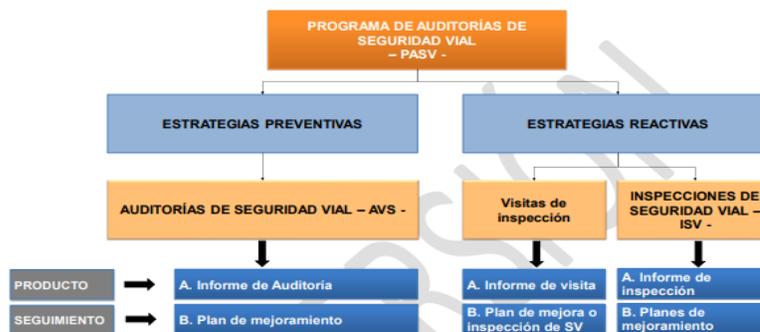
**Fuente:** Agencia nacional de seguridad vial 2021-2022

Por medio de la figura 6, se evidencia que el actor vial el cual tiene mayor porcentaje de fallecimientos y lesiones, son los usuarios en moto y los que menos son los usuarios en bicicletas.

### 5.3. Auditoría de seguridad vial (ASV)

Proceso sistemático, independiente y detallado de la revisión de las condiciones de seguridad vial aplicado en un proyecto con diferentes fases y etapas las cuales son (planificación, diseño, construcción y operación). Con esto se identifican y evalúan los riesgos de la infraestructura y los siniestros ocurridos en la zona vial (ANSV, 2020).

**Figure 10:** Mapa conceptual del Programa de auditorías de seguridad vial -PASV-



**Fuente:** ANSV, 2020

## 5.4. Modelos teóricos de la seguridad vial y peatonal

A través de la tabla 2, se identifica el tipo de accidentes que se ocasiona en el siniestro y la manera en que los actores viales, pueden realizar acciones que generen una prevención, para dichos siniestros.

### 5.4.1. *Accidente o siniestro*

**Tabla 2.** Modelos teóricos de la seguridad vial y peatonal

Tipo	Definición	
<b>Accidente</b>	Factores y causas que no se pueden diagnosticar ni mitigar su impacto y por lo cual no eran causa del azar (accidental)	
<b>Siniestro</b>	Cadena de acontecimientos debidamente tratados y que por lo tanto mediante modelos se pueden eliminar o al menos disminuir y saber sus causas permitiendo las debidas correcciones.	<b>Cómo se previenen</b>
		Como un elemento principal que busca disminuir la siniestralidad vial, corresponde a factores y causas que se pudieron diagnosticar y mitigar su impacto mediante herramientas y modelos matemáticos o estadísticos no eran causa del azar y por lo cual no son accidentales

**Fuente.** (Tabasso, s.f.),

**Nota.** La tabla presenta las definiciones correspondientes a Accidente y Siniestro, que claramente el autor muestra son diferentes acepciones dependiendo de la situación de riesgo o causa.

### 5.4.2. *Paradigmas particulares de la seguridad vial*

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, (OCDE 1997), editó un documento que resume en 4 momentos las teorías, modelos y metodología, modelos de causas, prevención y medidas específicas, la tabla muestra un resumen de los paradigmas de la seguridad vial divididos por la época de cada uno de ellos en los cuales se describe su

idea principal y foco, disciplinas involucradas, Terminología usada, Ideas sobre la inseguridad, Contramedidas típicas y finalmente Efectos.

**Tabla 3.** Resumen paradigmas particulares de la seguridad vial

<b>Resumen de paradigmas de la seguridad vial</b>				
<b>Aspecto</b>	<b>Paradigma I</b>	<b>Paradigma II</b>	<b>Paradigma III</b>	<b>Paradigma IV</b>
<b>Periodo</b>	<b>1900 - 1935</b>	<b>1935 - 1970</b>	<b>1970 - 1985</b>	<b>1985 - a hoy</b>
<b>Descripción</b>	Predominio de los autos	Predominio de las situaciones de tránsito	Gestión del método de tránsito	Gestión del método de transporte
<b>Idea principal y foco</b>	Uso de los autos mecanizados como carrozas	Adaptación del hombre al manejo de las situaciones de tránsito	Eliminación de los riesgos del sistema	Consideración de la exposición al riesgo. Regulación del régimen de transporte
<b>Principales disciplinas involucradas</b>	Aplicación de leyes	Ingenierías vial y automotriz	Ingenierías Medicina del tránsito Estadística avanzada	Tecnología avanzada. Análisis de sistemas Otras ciencias
<b>Términos usados para los eventos indeseables</b>	Colisión	Accidente	Víctima	Costo de padecer un evento
<b>Ideas sobre la inseguridad</b>	Dificultad en la transición. Etapa de ajuste	Problema individual de falta de ética o de habilidades	Defectos del sistema de tránsito	Exposición al riesgo
<b>Contramedidas típicas</b>	Inspección técnica de los vehículos Patrullas escolares	Estrategia de las 3E Detección del riesgo al siniestro	Políticas conjuntas para reducir los riesgos	Creación de grupos de apoyo Valoración del costo.
<b>Efectos</b>	Aumento gradual de los vehículos y del Rápido aumento del riesgo de lesión	Rápido aumento del riesgo de lesión y disminución de los riesgos viales	Ciclos sucesivos de disminución de los riesgos viales y de lesiones	Disminución continua de siniestralidad.

**Modificado:** OCDE, 1997. Como se citó en (Tabasso, s.f.)

### 5.4.3. Estrategias activas y pasivas en la prevención de un siniestro

Primer aporte de Haddon a la seguridad vial llamado: Estrategias activas y pasivas, que consiste en presentar una serie de acciones que se deben, modificar, aumentar, realizar, implementar, reparar en las máquinas (automóviles) de tal forma que dicha acciones, barreras o accesorios eviten o mitiguen el impacto y riesgo ocasionado en un siniestro vial.

**Figura 7.** Estrategias activas y pasivas de la condición

I. Aporte de Haddon: Estrategias activas y pasivas de la condición		
#	Acción	Como realizarla
1	Prevenir	Crear agentes potencialmente causantes de lesiones.
2	Reducir	La cantidad del agente
3	Prevenir	La liberación de energía por el agente potencialmente
4	Modificar	Liberación del agente o de la energía producida por este
5	Separar	Al agente de la víctima en el tiempo y el espacio
6	Separar	Al agente de la víctima mediante barreras físicas
7	Modificar	Cualidades básicas del agente
8	Aumentar	Resistencia de la víctima
9	Reducir	Injuria física causada y/o sus consecuencias
10	Estabilizar reparar y rehabilitar	A la víctima cuando es lesionada

**Algunas barreras activas y pasivas de la conducción**

**Modificado:** Haddon, (1973). Como se citó en (Tabasso, s.f.)

## 5.5. Actividades formativas de la Secretaría de Movilidad frente a la cultura para la seguridad vial.

- Movilidad segura:
- Cultura vial
- Percepción de riesgo.
- Espacio público.

La vía.

Dispositivos reguladores de tránsito.

Actores en la vía

- Normatividad:

Reglamento vigente aplicado al tipo de servicio.

Perfil del conductor.

Prevención de accidentalidad vial.

Accidentalidad.

Alcoholemia.

Manejo preventivo.

### **5.6. Dispositivos de control de tráfico:**

Se les llama dispositivos de control a los semáforos, señales, marcas, reductores de velocidad y de cualquier otro objeto que se ubica sobre las calles por una autoridad pública para prevenir los accidentes de tránsito, el exceso de velocidad y la conformidad entre conductores y peatones. Los dispositivos de control de tráfico se clasifican en:

- Señales: preventiva, restrictiva e informativa.
- Marcas: rayas, símbolos y letras.
- Obras y dispositivos diversos: cercas, defensas, indicadores de obstáculos, indicadores de alineación, reglas y tubos guías, bordos, vibradores, indicadores de curvas peligrosas.
- Dispositivos para protección en obra: señales preventivas, restrictivas e informativas.

- Semáforos: vehiculares, peatonales, especiales.

### **5.7. Clasificación de las señales**

- Señales verticales: Envían un mensaje al usuario por medio de símbolos y leyendas con la finalidad de que el tránsito sea más seguro, generalmente están sujetas a postes en forma de placa.
- Forma y color: Las señales verticales se clasifican en señales reglamentarias, que son en forma circular y sus colores son blanco, rojo, negro, y lleva el símbolo de la señal dentro de este perímetro. Dentro de las señalizaciones exceptuadas encontramos: ceda el paso, pare y estacionamiento permitido, dentro de la segunda categoría están las señales de advertencia de peligro, donde su diseño generalmente es cuadrada y se colocan con una de sus diagonales verticales, color naranja y su símbolo es negro y, por último, están las señales informativas que son de forma rectangular, en su mayoría se instalan de manera horizontal o vertical y su color es igual a la anterior, naranja y símbolos negros.
- Dimensión: El tamaño de las señales verticales está dado en función de la velocidad máxima permitida en cierta zona, ya que esta determina la distancia a la que la señal debe ser vista y leída.
  - a) Menor o igual a 50 km/hora.
  - b) 60 o 70 km/hora.
  - c) 80 o 90 km/hora.
  - d) Mayor a 90 km/hora.

### 5.7.1. Clasificación de las señales verticales

- Señales de prevención: Tienen como oficio informar al usuario de la existencia de un peligro, indicando de manera simbólica su origen. Requiere por parte del conductor disminuir la velocidad y ejecutar alguna maniobra para su beneficio y el de otras personas para favorecer el tránsito y evitar algún tipo de accidente.

**Figura 8.** Señales de Prevención



Fuente: Ministerio de Transporte (2002)

- Señales de reglamentación: Están diseñadas para informar al usuario acerca de sus prohibiciones, limitaciones y obligaciones que debe cumplir.

**Figura 9.** Señales de reglamentación

## Señales de reglamentación



**Fuente:** Ministerio de Transporte (2002)

- Señales de información: son las que guían al conductor de manera simple y directa, informando acerca de ciertas indicaciones que pueden ser de su interés.

**Figura 10.** Señales de Información



**Fuente:** Ministerio de Transporte (2002)

### **5.7.2. Señalización horizontal**

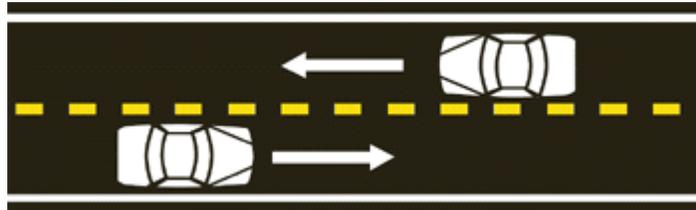
Se utilizan para indicar al conductor, las cuales están trazadas en el asfalto, estas señales brindan mayor seguridad, debido a que son más notorias para los actores viales

### **5.7.3. Marcas sobre el pavimento**

- Línea de centro: divide la calzada en dos o más carriles, de color blanco, generalmente discontinua, cuando es continua indica que no se puede adelantar ni cruzar.
- Línea de barrera: es una línea continua de color amarillo, se coloca al lado derecho de la línea central indicada en el pavimento, significa que el adelantamiento se prohíbe debido a que es un riesgo para los actores viales.
- Línea de parada: línea de color blanco continua y que se traza de forma transversal a la calzada y debe estar complementada con un semáforo, una señal que indique alto o senda peatonal, se indica la zona de parada y adelantamiento.
- Zona de paso: generalmente se le conoce con el nombre de cebra, y está formada por varios trazados de color blanco de manera longitudinal que ayudan a que los peatones crucen con seguridad.
- Línea de vía: se utilizan en vías de 3 o más carriles para dividir los mismos, es de color blanco y discontinua.
- Líneas de colores blanco y amarillo: se usan en los bordes de las vías y en los centros, con el fin de que los vehículos se mantengan alineados en su trayecto.

- Líneas amarillas discontinuas: se encargan de separar los carriles que se encuentran en direcciones contrarias. Las cuales indican la zona donde se puede rebasar al otro automóvil.

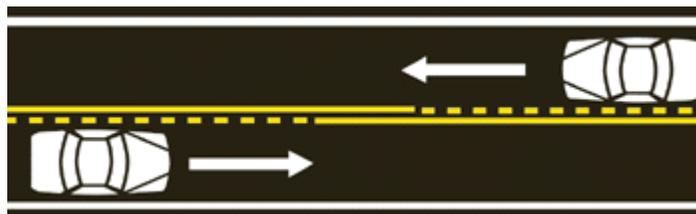
**Figura 11.** Líneas amarillas discontinuas



**Fuente:** Thomas K (2022)

- Doble línea amarilla, una continua y otra discontinua: una línea amarilla continua a la derecha, indica que está prohibido cruzar o adelantarse porque hay peligro, excepto al doblar a la izquierda, derecha o cuando la línea sea discontinua, indica que es posible realizar un adelanto, siempre y cuando tengo distancia, tiempo y visibilidad de hacerlo.

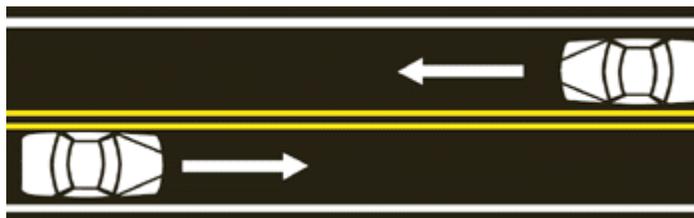
**Figura 12.** Doble línea amarilla, una continua y otra discontinua



**Fuente:** Thomas K (2022)

- Doble línea amarilla: estas líneas amarillas continúan prohíben el paso y adelanto de vehículos en ambas direcciones, excepto que se vaya a doblar a mano izquierda.

**Figura 13.** Doble línea amarilla



**Fuente:** Thomas K (2022)

- Línea blanca discontinua: separa dos carriles que se dirigen en la misma dirección y puede cambiar de carril mientras sea de manera segura.

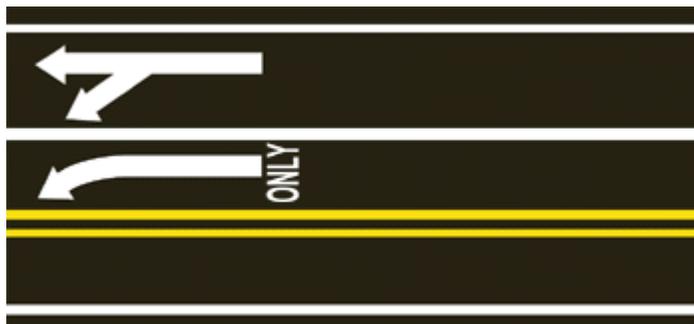
**Figura 14.** Línea blanca discontinua



**Fuente:** Thomas K (2022)

- Línea blanca continua: está hecha para marcar el borde derecho del carril o separa carriles de tráfico que se mueven en la misma dirección y está prohibido cruzar y adelantar.

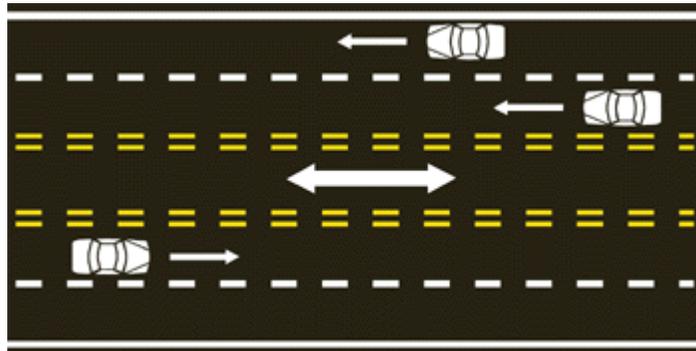
**Figura 15.** Línea blanca continua



**Fuente:** Thomas K (2022)

- Carriles reversibles: algunas vías tienen carriles reversibles para colaborar durante las horas de alta circulación, la dirección del tráfico normal es invertida durante horas de congestión vehicular.

**Figura 16.** Carriles reversibles



**Fuente:** Thomas K (2022)

#### 5.7.4. *Marcas en el cordón de la acera*

- Semáforo: Es un dispositivo que se encarga de regular el tráfico vehicular y peatonal en las calles por medio de sus luces roja, amarilla y verde, operadas por una unidad de control.

**Figura 17.** Semáforo



**Fuente:** Blanca Espada (2022)

El semáforo es el dispositivo que está encargado de interrumpir de manera temporal la corriente vehicular o peatonal, para permitir el paso de uno de los actores viales, regula la velocidad de manera que se mantenga constante, para disminuir el riesgo de accidentalidad en la vía, se clasifica en semáforos vehiculares, peatonales y especiales

### 5.7.5. Señales temporales

Estas señales se usan de manera transitoria para brindar seguridad a los actores viales que circulan por la vía donde se esté realizando algún tipo de obra, estas son: preventivas, restrictivas, informativas, canalizadores y señales manuales

**Figura 18.** Señales temporales



**Fuente:** Ministerio de Transporte (2002)

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Tipo de investigación: Cuantitativo-descriptivo

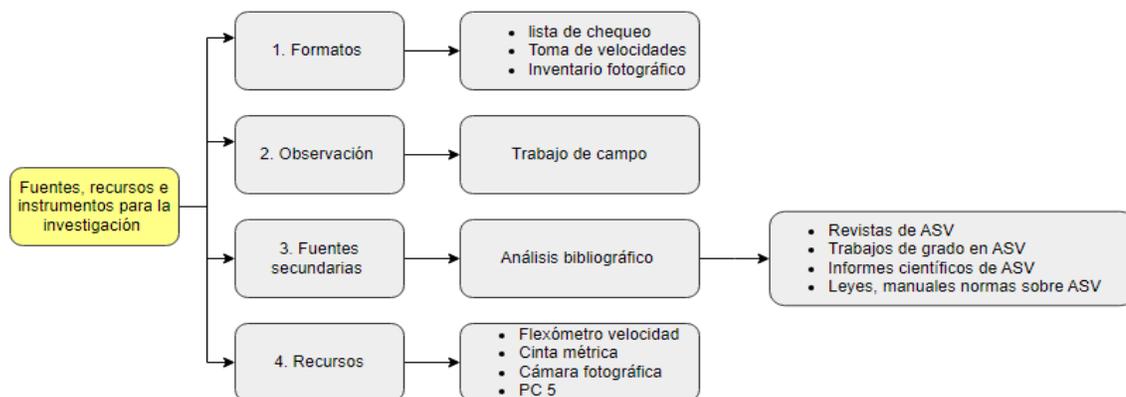
Según (Monje C. 2011) una investigación cuantitativa es de donde se deriva la predicción, la manipulación técnica y el control sobre los acontecimientos o hechos preferencialmente del mundo natural. Es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo siguiendo unos determinados pasos, son estructurados y controlados en general se incluye el uso de algún instrumento formal que permite tener la información de cada sujeto. Para estos datos cuantitativos se aplica el análisis estadístico mediante el cálculo de porcentajes, aritméticos, de correlaciones, ponderaciones, pruebas de significado, etc. Estos cálculos pueden ser realizados manualmente o por computadora.

Es descriptiva de acuerdo con los mismos autores porque se busca especificar las características de algún fenómeno investigado, sin intervenir las variables es decir se describe la información resultante.

#### 6.1.1. *Recolección de datos cuantitativos*

A través de la figura 19, se identifica los elementos utilizados para la realización de la investigación presentada en este documento, en donde se desglosan las fuentes, recursos e instrumentos

**Figura 19.** Fuentes, recursos e instrumentos para la investigación



Por medio de la figura 20, se evidencia las 4 fases para el desarrollo del proyecto, en el cual se desglosan cada uno de los elementos que se tuvieron en cuenta para dichas fases

**Figura 20.** Fases del proyecto



### 6.1.2. Operación de variables

- Procedimiento metodológico. Objetivo 1: A través de la figura 21, se describen los elementos que hicieron parte de las variables que se tenían en cuenta, las dimensiones de las calles analizadas, los indicadores para realizar comparaciones, los instrumentos de toma de datos y las fuentes de donde se obtuvo la información guía

**Figura 21.** Objetivo 1

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
KM de la vía	Abscisado entre la vía y el plano	Km vía / Km plano	Odómetro	Observación y planos de diseño
Lista de chequeo	Comprobación y chequeo que se encuentran en la vía	Ítems generales / Ítems seleccionados	Lista de chequeo	Observación y manuales de ASV
Fallecidos siniestros viales	Informe estadístico de siniestralidad en la vía	Actores viales siniestrados de diferentes años	Excel	Observación e información de la secretaria de tránsito y transporte
Puntos Críticos	Seleccionados de acuerdo con la siniestralidad	Registros topográficos	Excel	Observaciones y Manuales en ASV
Registros fotográficos	Seleccionado de acuerdo a normas y manuales	Registro fotográfico y manuales	Word	Observaciones y manuales en ASV

- Proceso metodológico. Objetivo 2: A través de la figura 22, se describen los elementos que hicieron parte de las variables físicas, las dimensiones de las calles analizadas, los indicadores del riesgo de los actores viales, los instrumentos de obtención de datos, tipo matriz de indicadores y las fuentes de donde se obtuvo la información guía

**Figura 22.** Objetivo 2

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
Elementos constructivos	Describir amenazas por KM	Riesgo = Amenazas X Vulnerabilidad	Lista de chequeo Siniestralidad Puntos críticos Excel	Observación y teórico e información de tránsito y transporte
Actores vulnerables de la vía	Describir actores vulnerables de la vía	Riesgo = Amenazas X Vulnerabilidad	Lista de chequeo Siniestralidad Puntos críticos Excel	Observación y teórico e información de tránsito y transporte
Grado de riesgo	Describir valoración seleccionada Analizar clasificación que arrojen las matrices	Escalas de valoración Escalas de clasificación Grado de amenaza Riesgo = Amenazas X Vulnerabilidad	Matriz de Excel	Observación y teórico del riesgo

- Proceso metodológico. Objetivo 3: Por medio de la figura 23, se describen los elementos que hicieron parte de las variables de siniestralidad, las dimensiones físicas y geométricas que hacen parte de las calles analizadas, los indicadores de la señalización, los instrumentos de obtención de datos, tipo matriz de indicadores y las fuentes de donde se obtuvo la información guía

**Figura 23.** Objetivo 3

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
Siniestros en puntos críticos	Clasificación de autos de acuerdo al manual Tabular información obtenida	Muestras tomadas por tipo de vehículo Muestras realizadas	Excel	Observación y método de establecer límites de velocidad
Análisis de siniestros	Introducir información geométrica de la vía Procesar información siniestros y señales	Señalización Grafico de señalización de diseño	Libre	Observación y método de establecer límites de velocidad

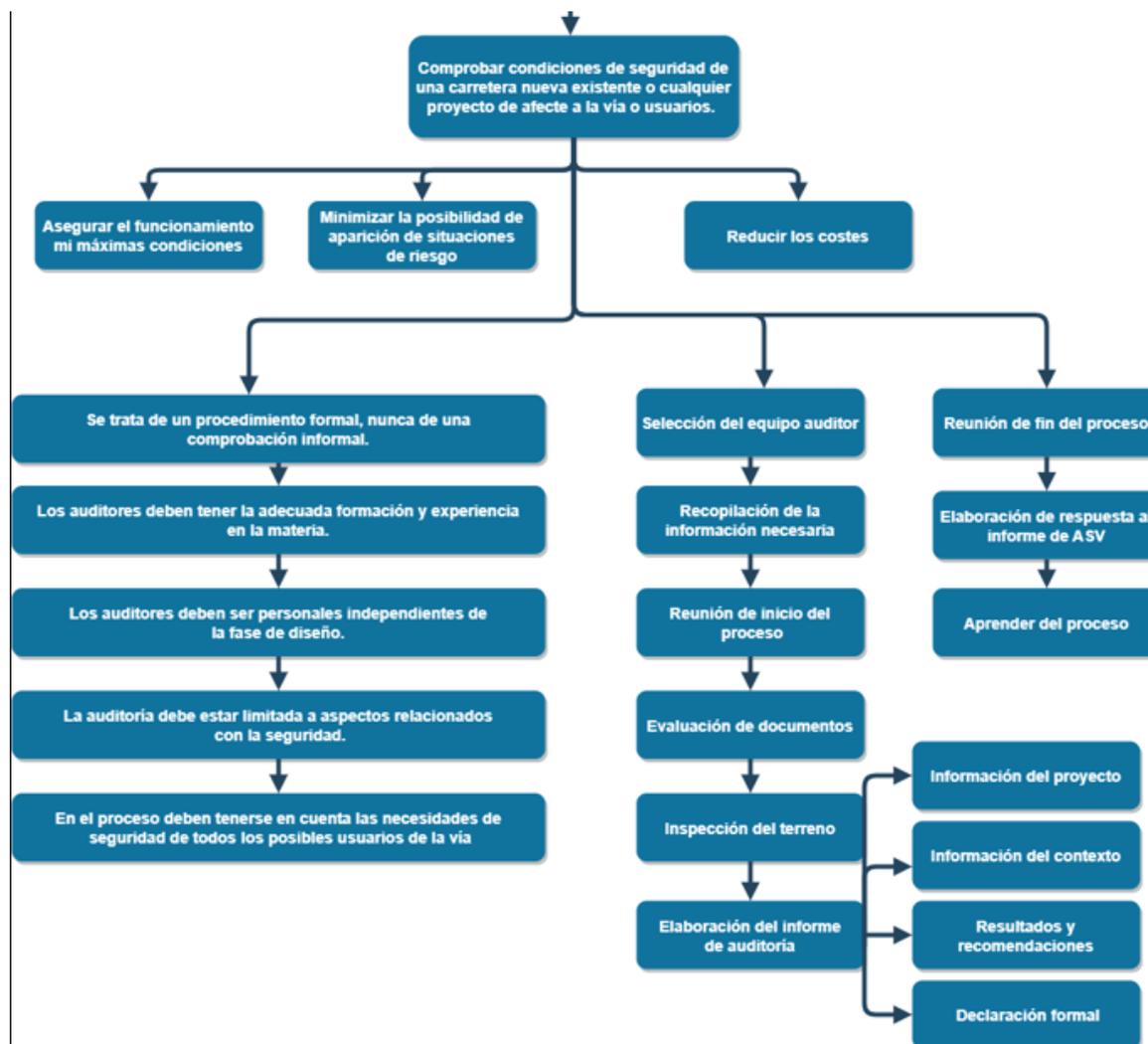
### 6.1.3. Metodología de una ASV

Para cada uno de los objetivos planteados se requieren desarrollar unas actividades, la cuales darán respuesta a ellos, estas actividades son:

- Al investigar la siniestralidad de la vía, se determinarán los puntos críticos.
- Al establecer los puntos críticos de siniestralidad se podrá estructurar la matriz de riesgo.
- Al elaborar las matrices de riesgos se establecerá la magnitud del riesgo.
- Al obtener mapas de riesgo, se podrá en forma gráfica ver puntos críticos del tramo.
- Al comprobar la consistencia del diseño y análisis del percentil 85, mediante paralelo Señales vs Inventario fotográfico, se podrá determinar que variables no cumplen la normatividad.

- Al desarrollar un Informe final, se podrá plantear las conclusiones y recomendaciones de la auditoría.

**Figura 24.** Distribución de la Auditoría Vial



**Modificado:** Días J (2017)

## **6.2. Organización Y orientación del proyecto:**

Parte fundamental del proyecto ya que es la generación de la idea del proyecto, la capacidad de entregarlo con éxito, coherente y predecible, se evidenciará el rumbo que tendrá el proyecto; teniendo en cuenta que gracias a la biblioteca virtual de la universidad Antonio Nariño, se cuenta con artículos que pueden favorecer con la realización de este proyecto, aunque los planos de la vía que se requieren no se encuentran en nuestra posesión, por lo que se deben solicitar a la entidad encargada de dicha vía.

### ***6.2.1. Recopilación de la información teórica***

Recopilación de información sobre variables establecidas sistemáticamente, que permite dar respuestas, probar hipótesis y evaluar resultados. De esta manera se verá una serie de investigaciones del porqué se decidió escoger dicha vía.

### ***6.2.2. Identificación de la zona de estudio:***

Se debe proporcionar toda la información de antecedentes relevantes que permita una descripción del área de estudio y área de influencia.

### ***6.2.3. Estudios complementarios (Siniestros):***

Modalidad de gerencia de búsqueda sistemática de beneficios, solucionar problemas y aprovechar ideas que lo constituirán. Presentando los índices de siniestralidad de la mencionada vía.

### ***6.2.4. Caracterización de la zona:***

. Demarcar la autopista norte calle 94 y 153 evaluar el estado de la vía, señalizaciones y semaforización estimando los altos niveles de siniestralidad.

**6.2.5. Recopilación de la información geográfica:**

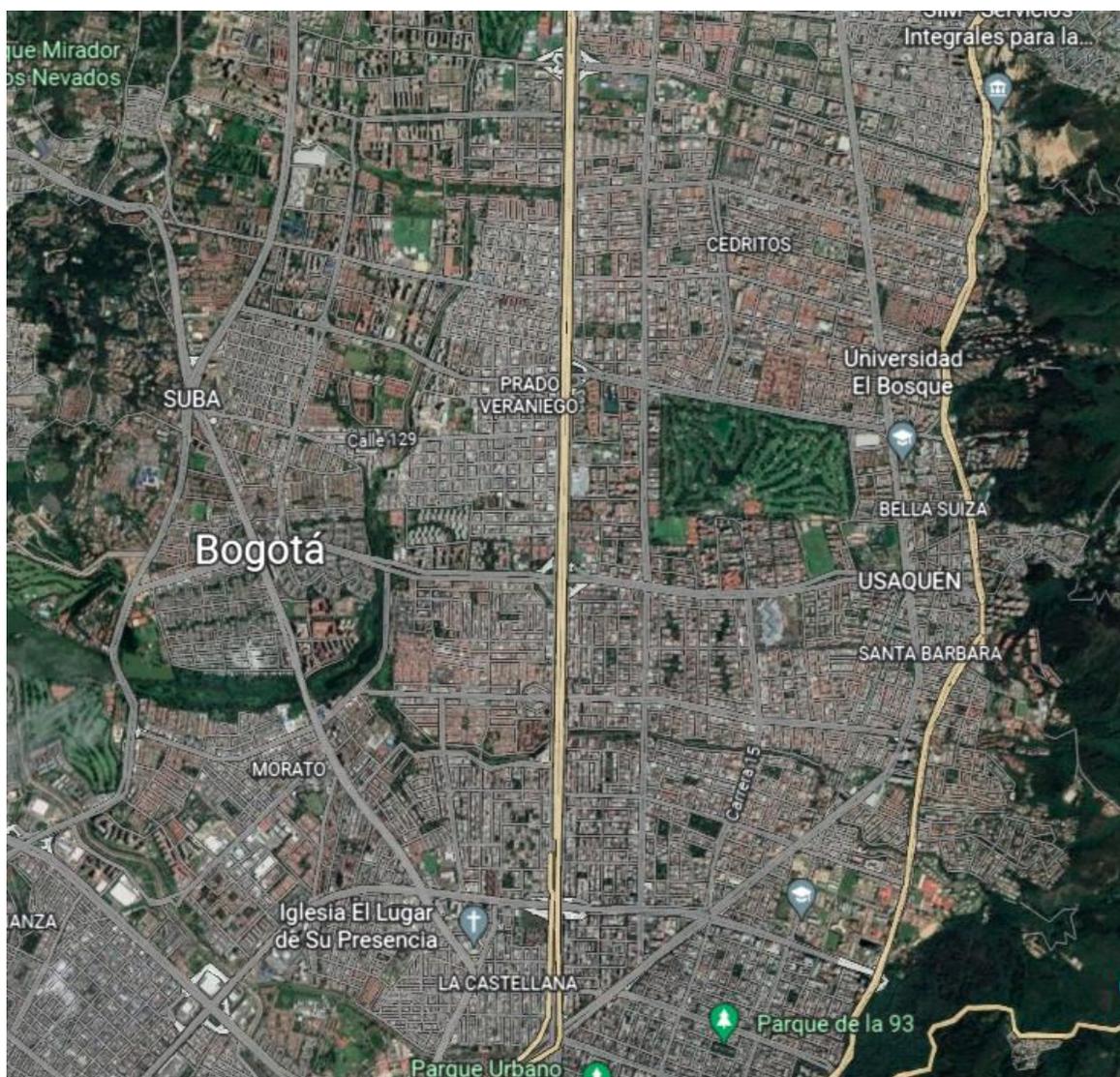
Relacionar los datos obtenidos con una localización geográfica, mostrando la distribución de recursos, edificaciones, población y más en un solo mapa.

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 7.1. Tramo autopista norte calle 94 a la calle 153.

Con base a los datos obtenidos por medio de registros fotográficos, se evidenciará a continuación las relaciones de señalización existente y señalización que debería existir en la autopista norte entre la calle 94 a la calle 153.

Figura 25. Bogotá (Zona Autopista Norte)



**Modificado:** Google Maps

## **7.2. Análisis de anexo 1. Tablas de señalizaciones.**

### **7.2.1. Carril de ciclovía sentido sur-norte**

Con base a los datos suministrados por el instituto de desarrollo urbano (IDU), se encontraron las siguientes señales en el diseño AUTOCAD y no en la autopista:

K1+815m señal reglamentaria vía para peatones y ciclos, K1+823 señal reglamentaria prioridad peatón, K3+594m señal informativa vehículos en la vía, K3+598 señal informativa fin de la ciclovía, K3+602 señal informativa inicio de la ciclovía, K3+623 señal informativa peatones en la vía, K3+695m circulación no compartida y prioridad ciclista y peatones, K3+768m señal informativa ceda el paso, K3+786m señal informativa vehículos en la vía y peatones en la vía, K3+794 señal reglamentaria ceda el paso, K3+826m señal reglamentaria ceda el paso, K3+837 señal preventiva vehículos en la vía, K3+845 señal reglamentaria prioridad peatón, K3+854m señal reglamentaria ceda el paso, K3+886m señal reglamentaria ceda el paso, K3+894m señal reglamentaria ceda el paso, K3+907m señal reglamentaria ceda el paso, K3+912 señal reglamentaria ceda el paso, K3+915 señal reglamentaria pare, K3+945m señal reglamentaria ceda el paso, K4+025 señal informativa prioridad ciclistas, K4+175m circule por su derecha y carril no compartido, K4+301m señal reglamentaria peatones y ciclistas en la vía, K4+303 señal reglamentaria ciclovía, K4+312 circule por su derecha y vehículos en la vía, K4+405 señal reglamentaria circule a su derecha, K4+413 señal reglamentaria prioridad peatón, K4+543 señal reglamentaria pare, K4+734 señal reglamentaria prioridad peatón y circule por la derecha, K4+838 señal reglamentaria prioridad peatón, K4+841 señal reglamentaria pare, K4+894m señal reglamentaria circulación prohibida de mascotas y circule por su derecha, K4+927m circule por su derecha y carril no compartido.

**Tabla 4.** Calzada Sur a Norte Carril Ciclorruta

Tramo	No	Si
1	0	0
2	3	3
3	0	1
4	0	18
5	0	39
6	0	21
Total	3	82
%	4%	96%

Por medio de la figura 26, se evidencia gráficamente la relación de señalización general del análisis que se realizó de cada uno de los tramos que conforman la calzada Sur-Norte Ciclovía

**Figura 26.** Relación de señales calzada Sur-Norte Ciclovía

En la calzada la autopista norte de sur a norte encontramos el 96% de señalización las cuales se encuentran en el lugar que corresponde o hasta máximo 15m de inconsistencia y el otro 4% son señales que no se registran en los diseños originales de la vía.

### **7.2.2. Carril de ciclovía sentido norte-sur**

En base a los datos suministrados por el instituto de desarrollo humano IDU, se encontraron las siguientes señales encontradas en el diseño AUTOCAD y no en la autopista: K0+003.63 señal preventiva peatones en la vía, K0+013.95 señal preventiva vehículos en la vía, K0+043.28 señal preventiva peatones en la vía, K0+083.13 señal preventiva peatones en la vía, K0+098.88 señal reglamentaria ceda el paso, K0+119.64 señal reglamentaria ceda el paso, K0+132 señal preventiva peatones en la vía, K0+178 señal preventiva vehículos en la vía, K0+240m señal informativa vehículos en la vía, K0+282m señal reglamentaria ceda el paso, K0+302m prioridad peatón, K0+318m ceda el paso, K0+ 358m señal reglamentario pare, K0+363 señal reglamentaria prioridad peatón, K0+734m señal reglamentaria transite por la derecha y carril no compartido, K0+806m señal preventiva vehículos en la vía, K0+813m señal preventiva vehículos en la vía, K0+867m señal reglamentaria pare, K0+867m señal reglamentaria pare, 878m señal reglamentaria prioridad patón, K0+882 señal preventiva peatón en la vía, K0+884 señal preventiva vehículos en la vía, K0+931m señal reglamentaria prioridad peatón y ceda el paso, K1+045 señal informativa peatones en la vía, K1+060 señal reglamentaria transite por la derecha y carril no compartido, K1+922 señal preventiva peatón en la vía, K2+694m señal preventiva peatones en la vía, K2+707m ceda el paso y prioridad peatón, K2+730m señal preventiva vehiculos en la via, K2+778m señal preventiva vehiculos en la via. K3+138m señal preventiva vehículos en la vía, K3+160m señal preventiva vehículos en la vía, K3+580m señal preventiva peatones en la vía, K3+600m señal reglamentaria obligatoria bajarse de la bicicleta,

**Tabla 5.** Calzada Norte a Sur Carril Ciclorruta

Tramo	No	Si
1	2	21
2	1	34
3	1	37
4	2	63
5	5	42
6	1	45
Total	12	242
%	5%	95%

Por medio de la figura 27, se evidencia gráficamente la relación de señalización general del análisis que se realizó de cada uno de los tramos que conforman la calzada Norte-Sur Ciclovía

**Figura 27.** Relación de señales calzada Norte-Sur Ciclovía

En la calzada la autopista norte de sur a norte encontramos el 95% de señalización las cuales se encuentran en el lugar que corresponde o hasta máximo 15m de inconsistencia y el otro 5% son señales que no se registran en los diseños originales de la vía.

### **7.2.3. Carril de tráfico lento sentido sur-norte**

Abscisa K0+140.50 Señal informativa triangulo, K0+235.46 señal informativa blanca detección electrónico, K0+344.19 señal preventiva obstáculo en la vía, K0+956 señal preventiva camino lateral. K0+1138.50 Señal informativa SITP, K0+1161 señal reglamentaria velocidad 60Km, K2+018.73 Señal reglamentaria velocidad máxima 60km, K2+184 señal reglamentaria velocidad 60km, K2+280 señal informativa, av. 116 al occidente, K2+391 señal informativa máxima velocidad 4-50Km, K2+502 señal informativa máx. velocidad 60km, K2+507 señal informativa máx. vel 60km, K2+677 señal reglamentaria vel máx. 60 km, K2+772 señal informativa (rio callejas), K2+788 señal informativa vel máx. 60km, K2+834 señal reglamentaria vel máx. 30km, K2+913 señal informativa vel máx. 60Km. K3+050.09 señal azul bus, K3+402 señal informativa vel máx. 60Km, K3+150 señal reglamentaria cuz roja, K3+500 señal informativa paradero SITP, K3+541 señal informativa vel máx. 60Km, K3+479 señal informativa vel máx. 4-50Km, K3+500 señal informativa bus, K3+541 señal informativa vel máx. 4-50Km, K3+617 señal informativa vel máx. 60Km, no señal informativa, K3+775 señal informativa veda el paso, K3+960 señal reglamentaria, K4+175.05 señal reglamentaria tipo en bici, K4+477 Señal preventiva Identificación de obstáculo en la vía, K4+441 señal informativa hacia dónde dirigirse, K4+928 señal informativa blanca, K5+040.45 señal informativa indicaciones, K5+146 señal informativa paradero del SITP

Relacionando los datos mencionados anteriormente con la tabla CARRIL DE TRÁFICO LENTO SENTIDO SUR-NORTE, se evidencia lo siguiente.

**Tabla 6.** Calzada de tráfico lento sentido Sur a Norte

Tramo	No	Si
1	9	11
2	6	19
3	12	14
4	17	4
5	1	7
6	6	9
Total	51	64
%	44%	56%

Por medio de la figura 28, se evidencia gráficamente la relación de señalización general del análisis que se realizó de cada uno de los tramos que conforman la calzada tráfico lento Sur-Norte

**Figura 28.** Relación de señales calzada tráfico lento Sur-Norte

En la calzada la autopista norte de sur a norte encontramos el 56% de señalización las cuales se encuentran en el lugar que corresponde o hasta máximo 10m de inconsistencia y el otro 44% son señales que no se registran en los diseños originales de la vía.

#### 7.2.4. Carril de tráfico lento sentido norte-sur

K0+096.39 señal informativa paradero del SITP, K0+190 señal reglamentaria máximo velocidad 40km, K0+866m Señal reglamentaria prioridad ciclistas, K0+916m señal informativa paradero SITP, K1+988m señal informativa sentido único de circulación. K2+314m señal informativa precaución, K3+640m señal preventiva camino lateral

Relacionando los datos mencionados anteriormente con la tabla CARRIL DE TRÁFICO LENTO SENTIDO NORTE-SUR, se evidencia lo siguiente.

**Tabla 7.** Calzada Norte a Sur Carril lento

Tramo	No	Si
1	5	16
2	4	20
3	3	21
4	0	15
5	6	10
6	5	8
Total	23	90
%	20%	80%

Por medio de la figura 29, se evidencia gráficamente la relación de señalización general del análisis que se realizó de cada uno de los tramos que conforman la calzada tráfico lento Norte-Sur

**Figura 29.** Relación de señales calzada tráfico lento Norte-Sur



En la calzada la autopista norte de sur a norte encontramos el 80% de señalización las cuales se encuentran en el lugar que corresponde o hasta máximo 15m de inconsistencia y el otro 20% son señales que no se registran en los diseños originales de la vía.

#### **7.2.5. Calzada de tráfico rápido sentido sur-norte**

Hay una señal informativa a los K0+1740m “precaución galibo del puente 4.10m, a los K1+750 m señal preventiva “camino lateral”, K1+842m señal preventiva “identificación de obstáculo en la vía”, Hay una señal reglamentaria de velocidad máxima 60km a K1+190m, a la K2+293m hay una señal reglamentaria de altura máxima permitida, a los K2+310m hay una señal preventiva de altura máxima permitida, a los K2+411 m hay una señal preventiva de empalme lateral. En el tramo K3+511m hay una señal reglamentaria de altura máxima, K3+422m hay una señal reglamentaria de máximo de velocidad, K3+560m hay una señal preventiva de obstáculo en la vía. En el tramo K4+040 m hay una señal reglamentaria máximo de velocidad 60km, K4+130m señal reglamentaria máximo de velocidad 60km, K4+173m señal reglamentaria altura máxima permitida, K4+694m señal reglamentaria velocidad máxima 60km. En el tramo K5+901m hay una señal reglamentaria de velocidad máxima permitida 60km.

Relacionando los datos mencionados anteriormente con la tabla CARRIL DE TRÁFICO RAPIDO SENTIDO SUR-NORTE, se evidencia lo siguiente.

**Tabla 8.** Calzada de tráfico lento sentido Sur a Norte

Tramo	No	Si
1	6	8
2	3	7
3	0	4
4	0	5
5	0	3
6	0	14
Total	9	41
%	18%	82%

Por medio de la figura 30, se evidencia gráficamente la relación de señalización general del análisis que se realizó de cada uno de los tramos que conforman la calzada tráfico rápida Sur-Norte

**Figura 30.** Relación de señales calzada tráfico rápida Sur-Norte



En la calzada la autopista norte de sur a norte encontramos el 82% de señalización las cuales se encuentran en el lugar que corresponde o hasta máximo 10m de inconsistencia y el otro 18% son señales que no se registran en los diseños originales de la vía.

### 7.2.6. Carril de tráfico rápido sentido norte-sur

En el tramo 2435m hay una señal reglamentaria de velocidad máxima 60km, K2+575m hay una señal preventiva de empalmes laterales a la derecha, K2+830m hay una señal reglamentaria de velocidad máxima 60km, K2+915m hay una señal preventiva de máximo de altura. En el tramo K3+750m hay una señal reglamentaria de velocidad máxima 60km. En el tramo K4+862m hay una señal reglamentaria de velocidad máxima 60km. En el tramo K5+075m hay una señal reglamentaria de altura máxima permitida, K6+300m hay una señal reglamentaria máxima permitida.

Relacionando los datos mencionados anteriormente con la tabla CARRIL DE TRÁFICO LENTO SENTIDO NORTE-SUR, se evidencia lo siguiente.

**Tabla 9.** Calzada Norte a Sur Carril lento

Tramo	No	Si
1	4	11
2	8	6
3	0	6
4	0	6
5	2	6
6	0	6
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>41</b>
<b>%</b>	<b>25%</b>	<b>75%</b>

Por medio de la figura 31, se evidencia gráficamente la relación de señalización general del análisis que se realizó de cada uno de los tramos que conforman la calzada tráfico rápida Norte-Sur

**Figura 31.** Relación de señales calzada tráfico rápida Norte-Sur



En la calzada la autopista norte de sur a norte encontramos el 75% de señalización las cuales se encuentran en el lugar que corresponde o hasta máximo 15m de inconsistencia y el otro 25% son señales que no se registran en los diseños originales de la vía.

#### 7.2.7. Relación general de las señalizaciones existentes y no existentes.

**Tabla 10.** relación porcentual de señales del diseño y de las existentes.

	No	Si
Total	112	560
%	17%	83%

Por medio de la figura 32, se evidencia gráficamente la relación de señalización total del análisis que se realizó de cada uno de los tramos que conforman las calles de la 94 a la 153 de la autopista norte

**Figura 32.** Relación de todas las señalizaciones

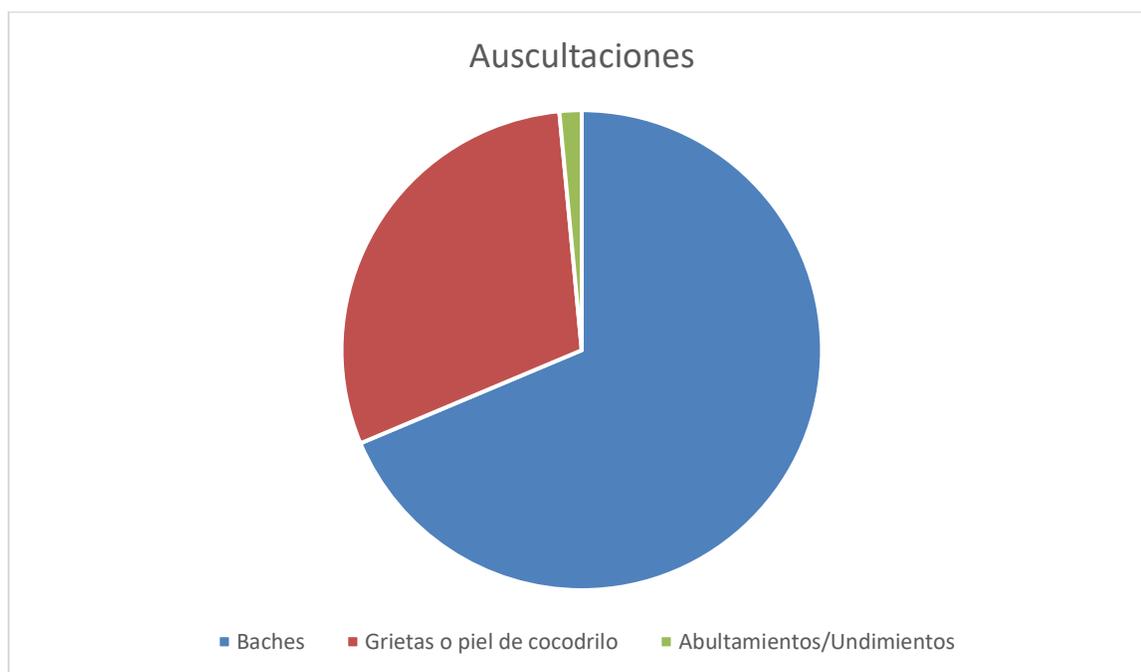


Se puede observar en la tabla 8, que un 83% del total de las señalizaciones de toda la vi si se encuentran acorde con el diseño de la vía.

### 7.3. Análisis de anexo 2. Tablas de auscultaciones.

Una vez revisado el anexo 2 referente a las tablas de auscultaciones, se entiende que el tipo de auscultación de mayor incidencia que se presenta a lo largo de la autopista norte entre la calle 94 a la 153 son los baches, los cuales por carril pueden llegar a haber más de 50 bache los cuales se pudieron haber creado por la alta concurrencia de actores viales que transitan por la vía. Estos baches Si el diámetro es mayor que 762 mm, puede generar un alto porcentaje de riesgo para los actores viales, donde aumenta, según las condiciones climatológicas, se realiza el análisis de las auscultaciones para generar un factor de riesgo con el cual llegar a comparar de manera superficial en relación a los factores de riesgos provocados por las señalizaciones.

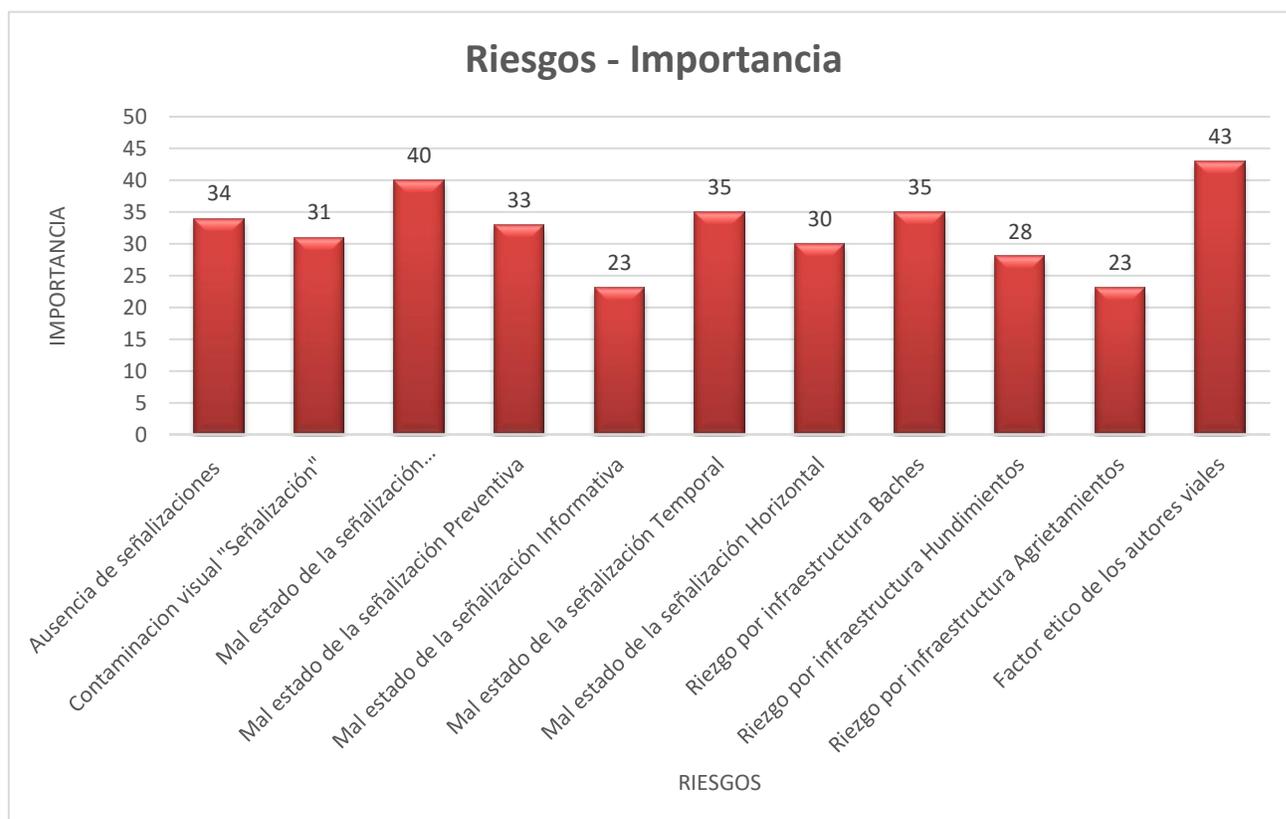
**Figura 33.** Auscultaciones Viales en la Autopista Norte



#### 7.4. Análisis de anexo 3. Matriz de riesgos.

Al revisar la matriz de riesgo que se realizó en el anexo 3, se puede evidenciar que los riesgos con menor peligro para los actores viales en la autopista norte entre la calle 94 a la 153, son en mal estado por la señalización informativa, ya que esta no afecta directamente el manejo de los vehículos. Siendo así también se visualiza que el riesgo que más puntuación de importancia de peligrosidad posee es la infraestructura por baches, ya que estos son unas afectaciones viales muy peligrosas para todos los actores viales que trascurren la vía y estos están muy presentes por toda la sección evaluada de la autopista Norte.

**Figura 34.** Relación Riesgos vs Importancia



### 7.5.Siniestralidad Vial

La siniestralidad en las vías es un tema muy importante, al ser los eventos capaces de tomar la vida de los autores viales en las carreteras, siendo así los análisis realizados en el documento llegan a suponer los diversos factores pueden generar algún siniestro, desde aquellos que solo generan rayones en los vehículos hasta los más severos que generan la muerte.

En el momento de revisar los factores de riesgo referente a las señalizaciones, se puede entender que uno de los que pueden llegar a generar un alto índice de siniestralidad en la vía llegarían a ser la del deterioro de señales de tránsito tipo reglamentarias, ya que estas al ser aquellas que indican alguna prohibición específica para evitar que se creen siniestros en la vía, al estar esta poco visible puede guiar al actor vial a un peligro inminente. Como lo muestra la Figura 33, en donde la señal de PARE es poco visible, puede generar un choque entre actores viales.

**Figura 35.** Señalización de PARE, poco visible



Con base a los datos de siniestralidad suministrados por la secretaria de Movilidad para generar una comparación con los datos de actores viales relacionados con sus factores de riesgos.

A través de la tabla 11, se evidencia la el grado de riesgo que sufren los actores viales.

**Tabla 11.** Importancia de Riesgos por Actores viales

	SEGURIDAD ACTORES VIALES				
RIESGO	Transito peatones	Transito de ciclistas (vehículos no motorizados)	Motociclistas	Automóviles	PASAJEROS
IMPORTANCIA	48	39	37	35	27

**Fuente:** Anexo 3 (Matriz de riesgos)

Por medio de la tabla 11, se evidencio que el actor vial el cual sufre mayor índice de riesgo son los peatones, uno de los factores que pueden generar este índice, es que debido a que no cuentan con elementos de protección personal, esto incida en ser el grupo más afectado en un siniestro.

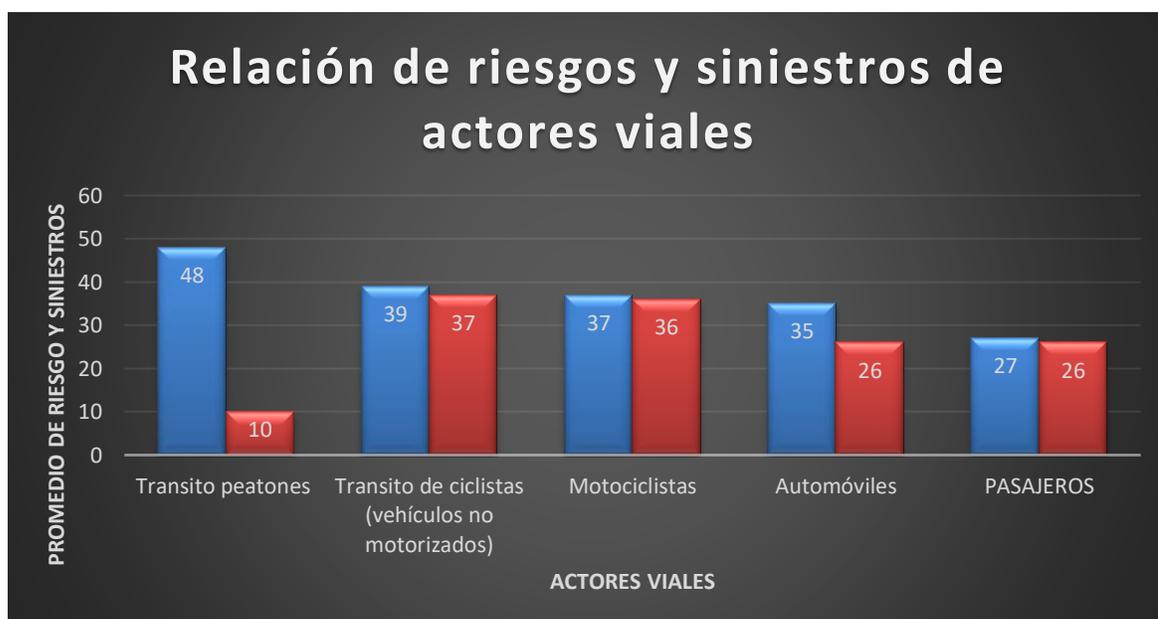
Por medio de la tabla 12, evidencia la el grado de riesgo que sufren los actores viales, con datos de la secretaria de movilidad.

**Tabla 12.** Siniestros por actores viales del tramo

Actores viales	No.
PEATON	10
CICLISTA	37
MOTOCICLISTA	36
CONDUCTOR	26
PASAJERO	26

**Modificado:** secretaria de movilidad, 2022

Por medio de la tabla 12, se evidencio que el actor vial el cual sufre mayor índice de riesgo son los ciclistas, uno de los factores que pueden generar este índice, es que debido a que no cuentan con elementos de protección personal, esto incida en ser el grupo más afectado en un siniestro.

**Figura 36.** Relación de riesgos y siniestros de actores viales

Al compara la relación existente entre los datos de riesgos y actores viales evalúalos en el Anexo 3 (Matriz de riesgos) y los datos de siniestros por actor vial en el tramo de la autopista norte de la calle 94 a la calle 153, se puede evidenciar que los riesgos evaluados

de los actores viales poseen la misma escala a los siniestros que se poseen, con la única diferencia en los conductores de automóviles y los pasajeros, los cuales en la matriz de riesgos se evaluaron con un mayor riesgo a los siniestros que estos poseen durante los meses de Enero a Septiembre del año 2022.

A través de la figura 38, se realiza una comparación del número de señalización faltante en la calzada lenta y rápida, esta grafica se genera por medio de los datos entregados sobre siniestros

**Figura 37.** Señalizaciones faltantes por calzadas



A través de la figura 38, se realiza una comparación de los porcentajes de siniestros por calzada lenta y rápida, esta grafica se genera por medio de los datos entregados sobre siniestros

**Figura 38.** Cantidad de siniestros registrados por calzada.



Relacionando los datos de las señalizaciones faltantes por calzadas, se obtiene que la calzada lenta no posee 53 señalizaciones en el diseño, siendo esta la que pueda tener más probabilidades de generar siniestros y al relacionar los siniestros por calzada de la vía, se observa que la calzada lenta posee 2 siniestros más que la calzada rápida, por lo que la diferencia de siniestralidad no es lo suficientemente grande como para determinar que la ausencia de señalizaciones en el diseño puedan generar la cantidad de siniestros por calzada.

## 8. CONCLUSIONES

Al determinar la cantidad de señalizaciones ubicadas en el tramo de la autopista norte y relacionarla con las del diseño, se encontró que el 17% de las señales de tránsito están en la vía más no en los diseños originales de la vía y el otro 83% está en vía y en los diseños originales de la vía, este 17% son aproximadamente 112 señales, con base a esto se puede deducir que la presencia de estas señalizaciones sea relacionada con los siniestros de la zona

De acuerdo a la matriz de riesgos presente en el Anexo 3, se puede evidenciar que el riesgo que puede generar una mayor tasa de siniestros en la vía sería, el deterioro de infraestructura que genera Baches, y en relación a la toma de datos de las señalizaciones el deterioro de señalizaciones en específico las reglamentarias llegan a ser los factores de mayor riesgo para todos los actores viales que transitan por toda la autopista norte y se muestra que el actor vial que puede estar mayormente involucrado en un siniestro por los factores de riesgos evaluados llegaría a ser el ciclista

Realizando el análisis respecto a la cantidad de señalizaciones faltantes y siniestros se pudo evidenciar que a pesar de que en la calzada lenta falte mayor número de señalizaciones que en la calzada rápida y que la calzada lenta posee más siniestros que la calzada rápida, no indicaría que la ausencia de estas señalizaciones pueda llegar a ser la responsable de esa diferencia de siniestros, puesto que es muy mínima la cantidad de siniestros en relación a las señalizaciones faltantes.

## 9. RECOMENDACIONES

En relación con los datos obtenidos y todo lo evaluado en el tramo auditado se mencionan las siguientes recomendaciones:

- Se solicita el mantenimiento de las diversas señalizaciones que se encuentran en mal estado cumpliendo con lo especificado en el Manual de señalización vial 2015, siendo este el que se encuentra vigente actualmente.
- Se requiere de una actualización del diseño de señalizaciones por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y así generar una comparación más actualizada para futuras auditorias.
- Con relación a futuras auditorias referentes a la zona, se recomienda la actualización de datos, puesto que tanto el estado de las señalizaciones y los siniestros son datos variables.
- Se sugiere el relacionar la norma ISO 39001 la cual establece los requisitos mínimos para un sistema de gestión de la seguridad del tráfico en carretera, para futuras auditorias.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). American Psychological Association.  
<https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Ávila, N., Navarro, F. y Tapia, M. (2020). Identidad, voz y agencia: claves para una enseñanza inclusiva de la escritura en la universidad. *Archivos analíticos de políticas educativas*, 28(98). <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4722>
- Baldacchino, L. (2019). Intuition in entrepreneurial cognition. In A. Caputo & M. Pellegrini (Eds.), *The anatomy of entrepreneurial decisions* (pp. 29–56). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-19685-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-19685-1_3)
- Cassany, D. (2012). En línea: Leer y escribir en la red. Anagrama.
- Hammer, D., Melhuish, E., & Howard, S. J. (2017). Do aspects of social, emotional and behavioural development in the pre-school period concurrently predict later cognitive and academic attainment? *Australian Journal of Education*, 61(3), 270–287. <https://doi.org/10.1177/0004944117729514>
- Thomas K. (2022), *Manual De Conductores La Florida: Deslinde de Responsabilidades*.  
<https://www.lowestpricetrafficschool.com/handbooks/driver/sp/0/1#content>
- Ministerio de Transporte. (2022). Parágrafo 1, artículo 110, Ley 769 de 2002
- Espada <https://okdiario.com/curiosidades/sabes-que-colores-semaforos-son-asi-increible-historia-que-hay-detras-1560919>
- Blanca Espada. (2022) <https://okdiario.com/curiosidades/sabes-que-colores-semaforos-son-asi-increible-historia-que-hay-detras-1560919>

- Rodríguez, J. M., Camelo, F. A., & Chaparro, P. E. (2017). Seguridad vial en Colombia en la década de la seguridad vial: resultados parciales 2010-2015. *Revista de la universidad industrial de Santander. salud*, 49(2), 280-289.
- Cabrera, G., Velásquez, N., & Valladares, M. (2009). Seguridad vial, un desafío de salud pública en la Colombia del siglo XXI. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 27(2), 218-225.
- Cabrera-Arana, G., & Velásquez-Osorio, N. (2015). La década de acción en seguridad vial en Medellín, Colombia, a 2015. *Revista de Salud Pública*, 17, 140-150.
- Pineda Uribe, B. E. (2019). Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 212-232.
- KATZ, R., ROPER, M. C. V., & MEDINA, G. (2018). Análisis de la relación existente entre los accidentes viales y la señalización vial. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, (112), 37-43.
- Delgado-Forero, B. C., & Reyes-Benito, J. E. (2020). Propuesta de un plan de seguridad vial en los estudiantes de la comunidad académica del Liceo Universidad Católica de Colombia
- González, P. R., Noreña, A. O., & Pico, M. M. (2011). Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. *Hacia la Promoción de la Salud*, Volumen 16, No.2, julio - diciembre. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/hpsal/v16n2/v16n2a14.pdf>, 190 - 204.
- Gómez Contreras, F. P., & Pabón Clavijo, A. G. (2018). Señalización vial para peatones.

Mateus, F. M., Méndez, N. R., Herrera, M. A. P., & Valero, E. M. C. F. F. CRITERIOS DE SEGURIDAD VIAL PARA EL DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN EN VÍAS DE BAJAS ESPECIFICACIONES GEOMÉTRICAS.

Bossa Borja, L., Henao Saldaña, W., & Rojas Rodríguez, E. (2017). Como mejorar la movilidad en el municipio de Girardot, a través de una adecuada y completa señalización vial (Doctoral dissertation).

GARZÓN, M., ESCOBAR, D., & GALINDO, J. (2017). Auditorias de seguridad vial. Ejemplo de aplicación metodológica. *Revista Espacios*, 38(41).

Alarcón Maza, W. D. (2021). Análisis y criterios para auditorias de seguridad vial en caminos de montaña.

Tabasso, C. (s.f.). Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial. INFORVIA. Disponible en: [http://94.23.80.242/~aec/ivia/tabasso\\_124.pdf](http://94.23.80.242/~aec/ivia/tabasso_124.pdf), 1 - 74.

Dallos, J. R. A. (2015). Índices de severidad para auditorías de seguridad vial en carreteras colombianas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (44), 203-221.

Mendoza Salavarría, M. G. (2021). Diseñar el plan de mejora del sistema de gestión de seguridad vial, alineado a una Auditoria de Seguridad Vial ASV (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2021.).

OMS (2021). Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021-2030. Obtenido de: <https://www.who.int/es/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>