

 Vigilada Mineducación	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		VERSIÓN	02
			FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): YEIFER ELIAN APELLIDOS: PEREZ GARCIA

NOMBRE(S): NIDIAN DAYANA APELLIDOS: SUAREZ AFANADOR

FACULTAD: INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): EDGAR JAVIER APELLIDOS: VILLAMIZAR FLOREZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): INVENTARIO DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LAS CONDICIONES DEL TRAMO VIAL QUE UNE LOS CASCOS URBANOS DESDE EL K7+00 AL K15+00 VÍA SECUNDARIA GRAMALOTE – LOURDES, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.

El mantenimiento de las vías secundarias comienza con una planificación adecuada. Se debe llevar a cabo un inventario de las vías secundarias, identificando su ubicación, longitud, ancho, características del pavimento y otros elementos relevantes. Con base en esta información, se establecen prioridades de mantenimiento, teniendo en cuenta el estado actual de las vías, la cantidad de tráfico y las necesidades de los usuarios. El mantenimiento preventivo es esencial para prevenir y minimizar daños en las vías secundarias. Esto incluye actividades como la limpieza regular de las vías, el mantenimiento de las señales de tráfico, la poda de árboles y arbustos, y la inspección y reparación de elementos como alcantarillas y desagües. El mantenimiento preventivo ayuda a prevenir problemas mayores y a mantener las vías en buen estado de conservación. Además del mantenimiento preventivo, es necesario realizar actividades de mantenimiento correctivo para abordar problemas existentes. Estas actividades pueden incluir la reparación de baches, el reasfaltado de tramos dañados, la reconstrucción de pavimentos deteriorados y la reparación o reemplazo de elementos de drenaje defectuosos.

PALABRAS CLAVES: Inventario, Mantenimiento, Señalización, Transito, Vías.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 136 PLANOS: \_\_\_\_\_ ILUSTRACIONES: \_\_CD ROOM: \_\_\_\_\_

\*Copia No controlada\*\*

INVENTARIO DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLANTEAMIENTO DE  
ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LAS CONDICIONES DEL TRAMO VIAL  
QUE UNE LOS CASCOS URBANOS DESDE EL K7+00 AL K15+00 VÍA SECUNDARIA  
GRAMALOTE – LOURDES, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

YEIFER ELIAN PEREZ GARCIA  
NIDIAN DAYANA SUAREZ AFANADOR

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL  
CÚCUTA  
2023

INVENTARIO DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLANTEAMIENTO DE  
ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LAS CONDICIONES DEL TRAMO VIAL  
QUE UNE LOS CASCOS URBANOS DESDE EL K7+00 AL K15+00 VÍA SECUNDARIA  
GRAMALOTE – LOURDES, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

YEIFER ELIAN PEREZ GARCIA  
NIDIAN DAYANA SUAREZ AFANADOR

Proyecto presentado como requisito para optar al título en Ingenieros Civiles.

Director

CARLOS JAIR PORRAS MARTINEZ

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL  
CÚCUTA  
2023

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 6 DE MARZO DE 2023 HORA: 2:00 p. m.

LUGAR: SALA DE JUNTAS - FU308 - UFPS

DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "INVENTARIO DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LAS CONDICIONES DEL TRAMO VIAL QUE UNE LOS CASCOS URBANOS DESDE EL K7+00 AL K15+00 VIA SECUNDARIA GRAMALOTE - LOURDES, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER."

JURADOS: ING. EDGAR JAVIER VILLAMIZAR FLOREZ  
ING. GERSON LIMAS RAMIREZ

DIRECTOR: INGENIERO CARLOS JAIR PORRAS MARTINEZ

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
YEIFER ELIAN PEREZ GARCIA	1113470	4,0	CUATRO, CERO
NIDIAN DAYANA SUAREZ AFANADOR	1113461	4,0	CUATRO, CERO

# APROBADA

  
ING. EDGAR JAVIER VILLAMIZAR FLOREZ

  
ING. GERSON LIMAS RAMIREZ

Vo. Bo.   
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## **Resumen**

El mantenimiento de las vías secundarias comienza con una planificación adecuada. Se debe llevar a cabo un inventario de las vías secundarias, identificando su ubicación, longitud, ancho, características del pavimento y otros elementos relevantes. Con base en esta información, se establecen prioridades de mantenimiento, teniendo en cuenta el estado actual de las vías, la cantidad de tráfico y las necesidades de los usuarios. El mantenimiento preventivo es esencial para prevenir y minimizar daños en las vías secundarias. Esto incluye actividades como la limpieza regular de las vías, el mantenimiento de las señales de tráfico, la poda de árboles y arbustos, y la inspección y reparación de elementos como alcantarillas y desagües. El mantenimiento preventivo ayuda a prevenir problemas mayores y a mantener las vías en buen estado de conservación. Además del mantenimiento preventivo, es necesario realizar actividades de mantenimiento correctivo para abordar problemas existentes. Estas actividades pueden incluir la reparación de baches, el reasfaltado de tramos dañados, la reconstrucción de pavimentos deteriorados y la reparación o reemplazo de elementos de drenaje defectuosos.

**Palabra clave:** Inventario, Mantenimiento, Señalización, Transito, Vías.

## **Abstract**

Maintenance of secondary roads begins with proper planning. An inventory of secondary roads should be carried out, identifying their location, length, width, pavement characteristics and other relevant elements. Based on this information, maintenance priorities are established, taking into account the current condition of the roads, the amount of traffic and the needs of road users. Preventive maintenance is essential to prevent and minimise damage to secondary roads. This includes activities such as regular cleaning of roads, maintenance of traffic signals, pruning of trees and shrubs, and inspection and repair of items such as culverts and drains. Preventive maintenance helps to prevent major problems and to keep roads in a good state of repair. In addition to preventive maintenance, corrective maintenance activities are necessary to address existing problems. These activities may include repairing potholes, resurfacing damaged sections, reconstructing deteriorated pavements and repairing or replacing defective drainage elements.

**Keyword:** Inventory, Maintenance, Signalling, Traffic, Roads.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	14
1. Problema	16
1.1 Título	16
1.2 Planteamiento del problema	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Formulación del problema	18
1.5 Justificación	20
1.6 Delimitaciones	21
1.6.1 Delimitación espacial	21
1.6.2 Delimitación temporal	22
1.6.3 Delimitación conceptual	22
2. Referentes Teóricos	23

2.1 Antecedentes	23
2.1.1 Antecedentes internacionales	23
2.1.2 Antecedentes nacionales	24
2.1.3 Antecedentes regionales	25
2.2 Marco Teórico	26
2.2.1 Red vial primaria	32
2.2.2 Red vial secundaria	32
2.2.3 Red vial Terciaria	33
2.2.4 Historia de la infraestructura vial secundaria y el desarrollo en Colombia	35
2.2.5 Parque vehicular	41
2.2.6 Transporte rural	44
2.2.7 Patrones de Transporte Rural	46
2.2.8 Movilidad rural	47
2.2.9 Transporte en zonas rurales	48
2.2.10 Características de la movilidad	49
2.2.11 Análisis de la movilidad	49

2.2.12 Evaluación de la movilidad	50
2.2.13 Sistema de transporte	51
2.3 Marco conceptual	56
2.4 Marco Legal	58
3. Metodología	61
4. Desarrollo del Proyecto	63
4.1 Viabilidad	99
4.1.1 Vía	99
4.1.2 Diseño Geométrico de Vías	99
4.1.3 Pavimentos	101
4.1.4 Evaluación de pavimentos	101
4.1.5 Causas del surgimiento de fallas	102
4.2 Señalización Vial	104
4.2.1 Señalización Horizontal	105
4.2.2 Dispositivos Complementarios	108
4.2.3 Líneas longitudinales	113

4.2.4 Líneas de separación de flujos opuestos	115
4.2.5 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta	116
4.2.6 Zonas de NO REBASAR	119
5. Conclusiones	125
6. Recomendaciones	127
Referencias Bibliográficas	130
Anexos	133

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Características de la movilidad	49
Tabla 2. Sistema de indicadores de movilidad	51
Tabla 3. Planificación del transporte	54
Tabla 4. Esquema de cambios al pasar de tráfico a la movilidad	55
Tabla 5. Ficha técnica dirección por tramo de estudio	63
Tabla 6. Ficha técnica dirección por tramo de estudio	77
Tabla 7. Definición de elementos de la vía	100
Tabla 8. Tipos de pavimento	101
Tabla 9. Fallas en el pavimento flexible	102
Tabla 10. Fallas	103
Tabla 11. Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización	109
Tabla 12. Niveles mínimos de retro reflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m <sup>2</sup> )	111
Tabla 13. Relación línea de separación de circulación opuesta	116
Tabla 14. Distancia de rebasamiento mínimo, según la AASHTO, para autopistas y calles	120

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto	21
Figura 2. Participación de las fuentes de los recursos municipales invertidos	29
Figura 3. Elementos del acceso físico	46
Figura 4. Porcentajes inventario	83
Figura 5. Cantidades inventariadas	83
Figura 6. Puntos críticos	84
Figura 7. Diseño geométrico de una vía	99
Figura 8. Diámetro de ojos de gato, tachas	110
Figura 9. Demarcadores (ojos de gato, tacha)	111
Figura 10. Ángulos de iluminación y observación	112
Figura 11. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta	117
Figura 12. Doble línea continua (línea de barrera), con ejemplo de tachas a 12,00 m	118
Figura 13. Doble línea mixta: continua y segmentada	118
Figura 14. Zonas de NO REBASAR en curva vertical	119
Figura 15. Zonas de NO REBASAR en curva horizontal	120
Figura 16. Imagen señal de Pare	122
Figura 17. Señal de tránsito ceda el paso	123
Figura 18. Señal de tránsito una vía	124
Figura 19. Señal de tránsito doble vía	124

## **Lista de Anexos**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Registro Fotográfico	134

## Introducción

El pavimento flexible es un elemento fundamental en la infraestructura vial, ya que su función es proporcionar una superficie de rodadura segura y cómoda para los vehículos y los peatones, así como soportar las cargas y el tráfico que se producen durante su vida útil. Sin embargo, debido a la exposición a las condiciones climáticas extremas, el tráfico pesado y otros factores, el pavimento puede sufrir daños y fallas que pueden afectar la seguridad y el funcionamiento de la red vial.

Para abordar este problema, se requiere un inventario detallado de las fallas del pavimento flexible en un tramo vial específico, así como la identificación de alternativas de mejoramiento para su reparación y mantenimiento. Esto permitirá mejorar la calidad de la red vial, reducir los costos de mantenimiento y mejorar la seguridad vial.

En este proyecto, se llevará a cabo un inventario de las fallas del pavimento flexible en un tramo vial específico, con el objetivo de identificar los tipos de fallas más comunes, su ubicación y su gravedad. Además, se plantearán alternativas de mejoramiento para cada tipo de falla, con el fin de ofrecer soluciones efectivas y eficientes para el mantenimiento del pavimento flexible en el tramo vial.

El tramo vial seleccionado para este proyecto es uno de los más importantes de la región, ya que conecta importantes centros urbanos y rurales, así como zonas de producción y servicios. Además, es una vía con un alto tráfico vehicular y un elevado flujo de transporte de mercancías, lo que la convierte en un elemento clave para el desarrollo económico de la zona.

El objetivo principal de este proyecto es mejorar la calidad y la seguridad del pavimento flexible en el tramo vial seleccionado, a través de la identificación y la reparación de las fallas existentes y la implementación de alternativas de mejoramiento para su mantenimiento. Esto permitirá mejorar la movilidad y la seguridad vial en la zona, reducir los costos de mantenimiento y promover el desarrollo económico local.

El Ministerio de transporte y el Instituto Nacional de Vías; han establecido a través de normas la ejecución de planes viales donde contengan la caracterización de las vías y sus inventarios, así mismo, implementan la metodología donde se recopile la mayor información que pueda ser útil para realizar la georreferenciación de las mismas. Esta georreferenciación está orientada a facilitar el mejoramiento y mantenimiento de las vías, a través de la implementación de procesos y herramientas de gestión vial que incluyen principalmente el inventario vial, con el fin de dar fortalecimiento institucional de los municipios para que ejerzan sus competencias en materia vial.

El desarrollo vial de un municipio permite una mejora socio-económica a sus habitantes porque brinda oportunidades para la entrada y salida de productos de la ganadería, la agricultura, productos propios de cada región, fomenta el turismo, mejora la calidad y facilidades de servicio de transporte, genera empleo, facilita la movilidad de bienes y personas y además da mejores comunicaciones intermunicipales.

## 1. Problema

### 1.1 Título

Inventario de fallas del pavimento flexible y planteamiento de alternativas de mejoramiento para las condiciones del tramo vial que une los cascos urbanos desde el K7+00 al K15+00, vía secundaria Gramalote – Lourdes, Departamento Norte de Santander.

### 1.2 Planteamiento del problema

Aunque parezca extraño, hoy en día no todas las vías principales y secundarias cuentan con ambos tipos de inventario vial e incluso algunas carreteras aún manejan inventarios viales con otros formatos, es decir, no todas tienen inventarios viales estandarizados y sistematizados acorde a lo indicado en el Manual de Inventarios; algunas carreteras aún siguen administrando su inventario vial con sus propios formatos. ¿Por qué? Desde nuestro punto de vista, bosquejo algunas causas:

- El Estado a través de cualquiera de sus órganos no podido exigir el cumplimiento de lo indicado en el manual de Inventarios Viales, en carreteras de orden nacional, regional y local, esto a su vez porque aún no están correctamente establecidos/definidos los instrumentos contractuales para su “elaboración y presentación” (esto sucede principalmente en casos en que contratos antiguos que nacieron antes de la entrada de vigencia el manual de inventarios viales).
- En el orden de ideas del punto anterior, en el caso de la administración de carreteras por parte de empresas privadas, generar un inventario básico o calificado se puede visualizar como un “sobre-costos” el crear, mantener y actualizar el inventario vial, y más aún, si no se tiene claro quién debe incurrir en dicho costo: si el Estado o la empresa privada.

Actualmente el crecimiento rápido de la población y del parque automotor en los municipios del departamento de norte de Santander, así mismo la poca señalización vial, falta de espacios para parqueos, andenes, aceras y la falta de cultura vial, son algunos de los factores que se juntan y evitan una convivencia ciudadana segura en la forma en que los ciudadanos acceden a las vías que interconectan los municipios.

Entre los municipios de Lourdes y gramalote, no exhibe una buena señalización vial, los instrumentos de seguridad vial en la mayoría de los casos son pocos y confusos, en algunos puntos del corredor vial rural indica cual es el sentido de circulación de las vías, y eso provoca constantes accidentes.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** El principal objetivo de este documento es Ejecutar un inventario de fallas en el pavimento flexible para los kilómetro 7+00 hasta el k15+00, vía secundaria gramalote – Lourdes, norte de Santander.

**1.3.2 Objetivos específicos.** Identificar los componentes viales del corredor vial de estudio y cuál es su estado actual, verificando el cumplimiento de las normas que regulan los procesos de seguridad vial en los municipios de Gramalote a Lourdes.

Efectuar ficha técnica en el software Excel que contenga la dirección por tramo de estudio, identificando las fallas auscultadas, los grados de severidad, porcentajes de área afectada y registro fotográfico.

Recomendar la Educación de los Usuarios para generar más seguridad en las vías de

tránsito Implementando programas integrales para un mejor uso de estas en función del comportamiento del usuario.

#### **1.4 Formulación del problema**

Es fundamental que los países implementen medidas que hagan que las calles y carreteras sean más seguras no solo para los ocupantes de vehículos, sino también para los usuarios más vulnerables, como los peatones, los ciclistas, y los motociclistas. Los usuarios vulnerables responden por la mayor proporción de muertes y lesiones en los países de bajo y mediano ingreso en la Región. De hecho, las muertes de motociclistas causadas por el tránsito aumentaron de 15% en 2010 a 20% en 2013, reflejando el aumento del número de motocicletas en esta Región. Los jóvenes de la Región de las Américas tienen un mayor riesgo de sufrir lesiones o morir por lesiones ocurridas en el tránsito; estas son la principal causa de muerte en niños de 5 a 14 años y la segunda causa en el grupo de 15 a 19 años.

En respuesta a la magnitud y las repercusiones de las muertes y los traumatismos no mortales causados por el tránsito, en el 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la resolución 64/255, por la que se estableció el Decenio de Acción para la Seguridad Vial con el objetivo de estabilizar y reducir las cifras previstas de muertes causadas por el tránsito a escala mundial. En el 2011, el 51.º Consejo Directivo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) aprobó el Plan de acción de seguridad vial, cuyos objetivos se fundamentan en la situación de la Región. Este plan, que se ajusta al Decenio de Acción para la Seguridad Vial, establece directrices para los Estados Miembros a medida que avanzan hacia el objetivo de prevenir y controlar el número de muertes causadas por el tránsito en la Región.

La seguridad vial se refiere a las medidas adoptadas para reducir el riesgo de lesiones y

muertes causadas por el tránsito. A través de la coordinación y colaboración intersectorial, los países de la Región de las Américas pueden mejorar la legislación sobre seguridad vial, creando un entorno más seguro, accesible, y sostenible para los sistemas de transporte y para todos los usuarios. La velocidad excesiva contribuye a aproximadamente un tercio de todas las muertes causadas por el tráfico en países de altos ingresos y la mitad de ellos en países de ingresos bajos y medios.

Con ello, además de conseguir trayectos más seguros, también son más sostenibles y ecológicos. De este modo, el objetivo principal es inspirar a los países a actuar de forma valiente y decidida, empleando las herramientas y los conocimientos adquiridos en la última Década de Acción para cambiar de rumbo.

La OMS afirma que este plan global describe las recomendaciones a partir de intervenciones comprobadas y efectivas, así como las mejores prácticas para prevenir los traumatismos causados en los accidentes de tráfico.

Por todo ello, va dirigido a los responsables políticos de alto nivel y a otras partes interesadas que puedan influir en la seguridad vial, como la sociedad civil, el mundo académico, el sector privado y los líderes comunitarios y juveniles.

La Dirección de Tránsito Nacional de la Policía Nacional, considera que los accidentes viales pueden reducirse mediante estudios y decisiones acertadas especialmente para generar actitudes responsables en conductores y demás personas usuarias de las vías. También agregan que se deben mejorar los estándares en el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras.

Mejorar los niveles de seguridad vial depende directamente de lograr el buen

funcionamiento del sistema de tránsito, previendo las condiciones necesarias en su configuración para eliminar o disminuir, en lo posible, las causas y efectos de su mal funcionamiento, de tal manera que la seguridad vial es una consecuencia del buen funcionamiento del sistema de tránsito (Ximena, 2002).

Ante esta problemática que afecta la vida como derecho fundamental y dados los impactos socioeconómicos que se derivan, la implementación de estrategias para la prevención y reducción de los accidentes de tránsito ha ocupado la atención de los formuladores y ejecutores de política pública. Al respecto, el diseño y la construcción de infraestructura vial segura han sido reconocidas como estrategias necesarias para avanzar en la implementación del enfoque de sistema seguro en Colombia. Sobre el particular, la señalización vial ha sido identificada como uno de los elementos determinantes para la puesta en servicio de vías seguras, pues es a través de ella que se organiza el tránsito, se advierte de peligros y se imparten instrucciones para que las maniobras realizadas por los actores viales se ejerzan en consideración de la protección de la vida propia y de los demás usuarios (Dextre J., 2012).

## **1.5 Justificación**

Con la ayuda de este estudio, ahora es posible comprender el entorno y cómo afecta el área de estudio, así como el comportamiento general de quienes utilizan el corredor vial de estudio, el grado de vulnerabilidad y los mayores riesgos encontrados en las vías. así como la forma en que los usuarios perciben su inseguridad vial.

Esta investigación pretende ofrecer componentes para el desarrollo de las intervenciones necesarias que permitan disminuir significativamente el número de víctimas por accidentes de tránsito en las vías del área de estudio, para aumentar el nivel de conciencia de los gobernantes

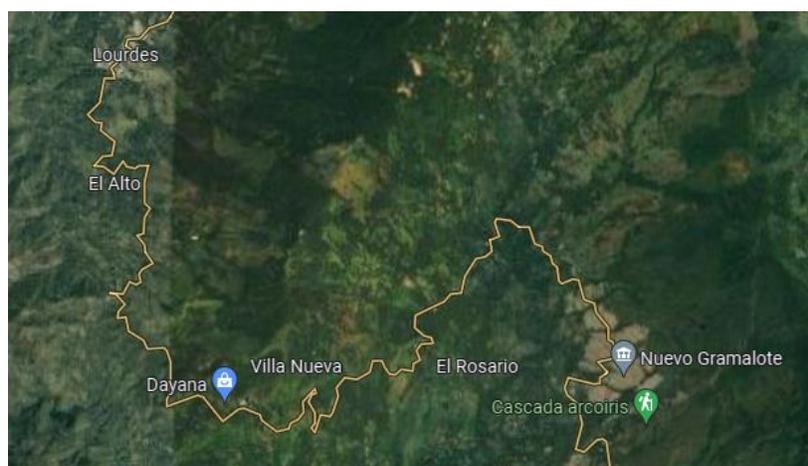
de los municipios sobre la importancia del usuario por el respeto a las señales de tránsito, el régimen jurídico de la circulación vehicular, y la necesidad común y social de involucrar especialmente a los usuarios como principales víctimas de los accidentes de tránsito.

Así que se espera que los efectos del presente estudio puedan tener su principal repercusión en los municipios, en el uso correcto del espacio público de movilidad urbana, en la economía de los hogares que hacen uso de las vías públicas, así como en el correcto aprovechamiento de las inversiones municipales.

Esta investigación permite que los órganos e instituciones tomadores de decisión en materia de seguridad vial, cuenten con un estudio actualizado que refleje las condiciones actuales del entorno y su infraestructura vial en materia de señalización vial, que refleje los puntos vulnerables y de mayor peligrosidad para los usuarios.

## 1.6 Delimitaciones

**1.6.1 Delimitación espacial.** Se implementará este documento para el corredor vial secundario ubicado entre los municipios de Lourdes y Sardinata.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del proyecto.

Fuente: Imagen Google maps

**1.6.2 Delimitación temporal.** El estudio se llevará a cabo dentro de cuatro meses iniciando con la presentación del anteproyecto y culminando con la ejecución del proyecto.

**1.6.3 Delimitación conceptual.** Se tendrán en cuenta conceptos como:

- Inventario
- Mejoramiento
- Señalización
- Tramos

## 2. Referentes Teóricos

### 2.1 Antecedentes

**2.1.1 Antecedentes internacionales.** Quinto (2019) en su investigación titulada *“Propuesta de implementación de un inventario vial en la provincia de Concepción - Junín 2018”*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental, Huancayo, Perú. En este trabajo se muestra un análisis de los componentes físicos y estructurales de la Infraestructura vial, Dispositivos de Control y Obras de arte que tiene la red vial de Concepción para ello haremos trabajos correspondientes a campo y también haremos uso de un software que nos permitirá realizar los trabajos de Inventario vial en formato digital, este software se denomina LINCE (ver Apéndice B). El objetivo de trabajar con este software es realizar un Inventario vial completo con la finalidad de determinar los puntos críticos del sistema vial, tanto en su infraestructura, señalización y sistema de agua pluvial. La recolección de la información se realizó siguiendo las normativas propuestas por el Manual de Inventarios Viales (Manual IV), Manual de Dispositivos de Control y Manual de Conservación.

Se presenta la ejecución del inventario vial georreferenciado de la región Piura el cual fue ejecutado el año 2009 a través la oficina de gestión vial del Gobierno Regional Piura y una breve descripción de los criterios que se adoptaron para elaborar los documentos que sirvieron de base para este inventario. Con esto se logra conocer las características físicas y de estado de la red vial, observándose la problemática existente en la carencia de una política firme del mantenimiento vial, así como de una falta de integración tanto a nivel regional como nacional en la administración de pavimentos. Este trabajo representa un paso importante para iniciar la

gestión vial regional la cual debe ser retomada por las autoridades para el manejo adecuado los recursos del Estado.

**2.1.2 Antecedentes nacionales.** Giraldo (2017), en su proyecto titulado "Inventario y evaluación del estado del pavimento de la red vial secundaria del departamento de Antioquia". Esta tesis presenta un inventario de fallas en el pavimento flexible de la red vial secundaria del departamento de Antioquia, Colombia. Se realiza una evaluación del estado del pavimento mediante inspección visual y técnicas de muestreo, y se clasifican las diferentes fallas encontradas.

Ortiz (2015), en su investigación *"Inventario de fallas y deterioro del pavimento en la ciudad de Bogotá, Colombia"*. Este estudio se centra en el inventario de fallas y deterioro del pavimento flexible en la ciudad de Bogotá. Se utilizan técnicas de inspección visual y evaluación de las condiciones del pavimento para identificar y categorizar las fallas presentes en las vías de la ciudad.

Muñoz (2014), en su proyecto titulado *"Análisis del estado del pavimento en la red vial secundaria de Cali"*, realiza un análisis del estado del pavimento flexible en la red vial secundaria de Cali, Colombia. Se lleva a cabo un inventario de fallas y se evalúa la condición del pavimento mediante técnicas de muestreo y análisis de datos.

García (2016), es su investigación titulada *"Evaluación del estado y deterioro del pavimento en una red vial municipal de Colombia"*. Esta tesis presenta una evaluación del estado y el deterioro del pavimento flexible en una red vial municipal en Colombia. El estudio incluye un inventario de fallas y utiliza técnicas de muestreo y evaluación visual para determinar

la condición del pavimento y las causas de las fallas.

Gómez (2015), en su investigación titulada *"Identificación y clasificación de fallas en el pavimento flexible en una carretera principal de Colombia"*. Esta investigación se enfoca en la identificación y clasificación de fallas en el pavimento flexible en una carretera principal de Colombia. Se realiza un inventario de fallas utilizando inspección visual y técnicas de muestreo, y se analizan los factores que contribuyen a la aparición de las fallas.

Torres (2014), en su proyecto titulado *"Metodología para la evaluación de la condición del pavimento en carreteras secundarias en Colombia"*. Esta tesis propone una metodología para evaluar la condición del pavimento flexible en carreteras secundarias en Colombia. El enfoque incluye la realización de un inventario de fallas, el análisis de la severidad de las mismas y la evaluación de los factores que contribuyen al deterioro del pavimento.

**2.1.3. Antecedentes regionales.** Aso municipios a través del programa Colombia Transforma gestionó recursos para realización de inventarios viales en los Municipios del Catatumbo, ya que la norma 1321 de 2018 del Ministerio de Transporte establece que hasta el 31 de diciembre del presente año, los Municipios deben presentar estos inventarios para su estudio y posterior aprobación; así mismo establece la estructura del inventario de vías terciarias, el cual se debe realizar bajo nueve capaz: eje, foto-eje, propiedades, muro, túneles, puentes, obras de drenaje, puntos de referencia y sitios críticos, cada una de estas tiene atributos que se encuentran especificados dentro de esta norma.

La importancia de estos inventarios para los municipios radica en que es uno de los requisitos fundamentales para que puedan obtener recursos a nivel nacional o departamental para

su inversión, además, el Consejo Nacional de Política Económica y Social en su documento Conpes 3857 establece que uno de los reglamentos para que los municipios puedan acceder a los recursos de Orden Nacional es tener un inventario vial.

En el Catatumbo se han presentado cinco inventarios viales, de los cuales, cuatro, están aprobados por el Ministerio Nacional de Transporte para los municipios de El Tarra, Teorama, El Carmen y San Calixto, luego de esa aprobación los municipios deben realizar planes de control y mantenimiento vial. Todos estos inventarios serán publicados en el Sistema Integral Nacional de Carreteras, donde el público en general podrá tener acceso a estos.

“Son muy pocos los Municipios que han presentado sus inventarios viales, por eso el Ministerio Nacional de Transporte tomará medidas, es decir, puede sacar otra resolución dando plazo aquellos Municipios que no cumplan o simplemente se van a quedar así”, indica Yolimar Bermúdez, Ingeniera Geodesta.

Gracias a los inventarios viales se puede obtener una matriz de priorización que les facilite a los municipios realizar un plan de intervención y mantenimiento vial, a través de bancos de maquinarias, mejorando las condiciones de transitabilidad de la comunidad, comercialización de los cultivos que se producen, contribuyendo así con el bienestar de las comunidades de la región.

## **2.2 Marco Teórico**

Todo lo que concierne al avance y desarrollo de la infraestructura en general de un país, se debe direccionar bajo unos parámetros técnicos y normativas que se han establecido previamente de manera clara y específica dentro del campo global e histórico respectivo de la

ingeniería, que garanticen la funcionalidad y el nivel de servicio mínimo para su implementación y posterior uso, que priorice la búsqueda de las opciones más acertadas dependiendo de las características de la zona a intervenir, soportados en manuales y normativas de ámbito nacional e internacional. Comprendiendo el hecho de que el proceso de desarrollo o mejoramiento de una vía, abarca desde la pre factibilidad del proyecto pasando por los procesos de construcción y mantenimiento de la misma.

No es una novedad para el país afirmar que uno de los mayores obstáculos en materia de competitividad es el rezago de infraestructura vial. De hecho, las recientes evaluaciones a nivel internacional arrojan que el país ha venido perdiendo posiciones en los temas relacionados con logística, transporte y calidad de la infraestructura vial, pasando de la posición 62 en 2010 a la 98 en 2014 entre 159 países, por lo que se hace necesario fomentar el desarrollo y evolución.

Ahora bien, como es de suponerse en el ámbito nacional en cuanto a las labores de planificación, el país mantiene la misma tendencia poco ideal, priorizando el hecho de que ha de tenerse una visión más amplia, que involucre instancias futuras más allá del periodo de administración gubernamental. Con el Plan Vial Regional (PVR) se tiene a disposición inventarios y planes, aun así, dicha información no ha sido actualizada. Si se traslada la observación a nivel municipal, se encuentra que la situación se complica aún más, dado que en algunos casos solo hay información preliminar y en cuanto a inventarios viales la gestión es precaria, pues no hay una debida planificación de la red, dificultando de esta manera el acceso a fuentes de inversión, que en los casos municipales podría ser en gran medida el Sistema de Gestión de Regalías (SGR). Adicionalmente no se está teniendo en cuenta la problemática de los caminos ilegales, cuyo impacto deberá ser analizado, y determinarse si puede añadirse como una

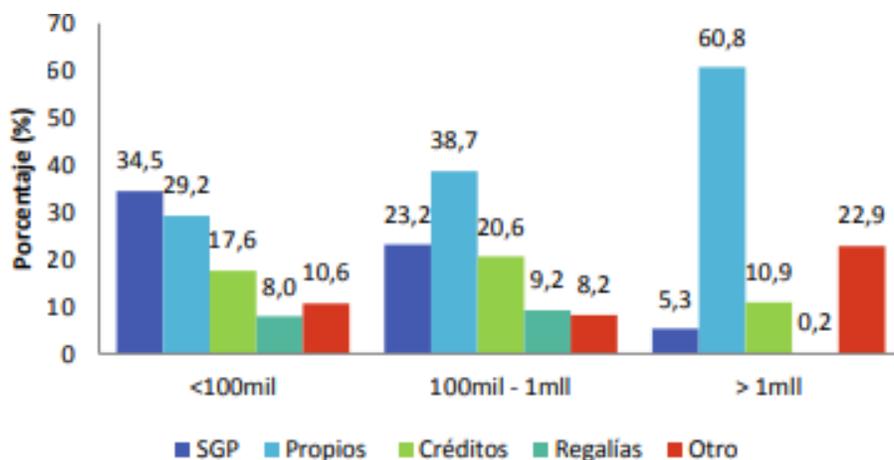
extensión de la red ya existente o simplemente inhabilitar su uso.

Es dentro del proceso de desarrollo que las vías más que una finalidad, pueden considerarse el medio ideal por el cual puede abrirse el espacio de crecimiento a las demás actividades económicas. En este sentido, según La Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo), dentro de un análisis estimo que el impulso a la producción económica a partir del uso de la infraestructura es de 1,4 pesos por cada peso invertido en obras civiles. En el país, la infraestructura actualmente no está dentro de los estándares a nivel de los países desarrollados, y adicionalmente tampoco logra ponerse en línea con sus similares en América latina.

En este caso la Inversión destinada para tal desarrollo en las redes de orden secundario y terciario surge del Ministerio de Transporte, por medio del Instituto Nacional de Vías INVIAS, los distintos entes tanto departamentales como municipales y a su vez todos los aportes provenientes del Sistema General de Regalías (SGR). Ahora, teniendo en mente la ruta de los recursos previstos para los proyectos de inversión, cualquier representante territorial tiene autonomía para exponer frente a los Órganos Colegiados de Administración y Decisión Regional (OCAD) su situación y la manera en la que planea ejecutar cualquier intervención, esperando la ayuda de financiación.

La inversión destinada para la infraestructura vial, por parte de los departamentos se comporta de manera relativa al tamaño de los mismos, pues los departamentos de mayor área se apoyan en sus propios recursos como la entrada principal de inversión, explicándose así el 61% del total. Ahora en cuanto a los departamentos de menores características territoriales como lo son los pequeños y medianos, la proporción se rige de manera similar basados en su tamaño,

29% y 38% respectivamente; en estos casos las transferencias y los créditos tienen un nivel de importancia inversamente proporcional al aumento de tamaño de los departamentos.



**Figura 2.** Participación de las fuentes de los recursos municipales invertidos.

Fuente: Fedesarrollo con base en Ejecuciones Presupuestales Municipales recogidas por la DDTS – DNP

La cantidad de inversión que se hace efectiva en la mayoría de los sectores está definida a partir del gestiona miento político y los niveles de ingresos fiscales que obtienen los mismos municipios. Por su parte el Gobierno nacional, puede tener cierta incidencia al momento de determinar el nivel de inversión, así como las zonasa las cuales intervenir por medio de la especificación del uso de las transferencias y los mecanismos ya establecidos para la entrega de los recursos. En cuanto a los distintos gobiernos de orden municipal en el país, deben enfocarse, primeramente, en generar el crecimiento de los recursos que poseen actualmente y procurar la debida administración de los mismos.

De igual forma lo ideal en cuanto al manejo de recursos, sería el procurar la utilización de estos bajo los menores costos de inversión, sin embargo, existen muchos proyectos que demandan un fuerte impulso económico para su realización, y es allí, donde se hace necesario la utilización de herramientas financieras. Cómo se mencionaba anteriormente los pequeños y

medianos municipios, son quienes tienden a optar por los recursos a base de crédito, y consecuentemente son quienes gracias a su perfil de deuda se ven afectados en mayor medida en cuanto a tasas de interés excesivas en algunos casos. Por otra parte, los municipios de mayor tamaño supondrían una mejor situación respecto a su calificación de nivel de riesgo crediticio, permitiéndoles de esta manera facilidades de apalancamiento financiero, siendo que esta opción de recursos no deja ser muy importante tanto para municipios pequeños como grandes. Ahora la pregunta se trasladaría más hacia cuál es el costo de financiamiento al cual se están sometiendo todos los municipios. También hay que sugerir la gran necesidad de acciones de transparencia que se demandaría en los procesos por parte de las entidades y la autorregulación en la participación de las licitaciones.

Se hace evidente que hay que trabajar en la optimización de la inversión basados en un mejor conocimiento del estado de las vías secundarias y de los proyectos identificados, para así poder canalizar la inversión hacia áreas geográficas específicas y proyectos prioritarios. Por ejemplo, zonas críticas de desarrollo durante el posconflicto.

La accidentalidad vial constituye una de las principales causas de mortalidad en Colombia, por lo que se le considera un problema de interés público. Este fenómeno en las vías toma mayores proporciones debido a la imprudencia de los conductores (Grupo Sura, 2015). Un ejemplo palpable es el del informe entregado por el Instituto Nacional de Medicina Legal en 2018, que registró 46 416 casos atendidos por accidentes de tránsito, de los cuales las lesiones fatales corresponden a un total de 6 879 personas fallecidas (equivalentes al 14.82%) y las no fatales a 39 537 lesionados (85.18%) (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2018).

El análisis de resultados demuestra que, en 2018, se continuó con la tendencia de los últimos años, ya que el número de muertes aumentó en 1.85% respecto a 2017. Por causas de accidentes de tránsito, en 2018 se registraron 125 fallecidos más que en el año anterior. De acuerdo con lo analizado, los hombres son los más afectados con lesiones, tanto fatales como no fatales, frente a las mujeres. La proporción es más sobresaliente en el caso de las muertes, en donde alcanza 80.63% para un total de 5 546 casos; el restante 19.36% corresponde a mujeres y representa 1 332 casos del total de muertes en el país (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2019).

Las ciudades con mayor porcentaje de índices de muerte por accidentalidad vial en Colombia durante 2018 son: Bogotá D.C., con 521 fallecidos; Cali, con 356; Medellín, con 238; Barranquilla, con 107; y Villavicencio, con 91; mientras que Ibagué presenta una tendencia maestral parecida a las ciudades mencionadas, en relación con el volumen poblacional (El Tiempo, 2018). El incremento de la movilidad por las principales vías de Ibagué es consecuencia del crecimiento en la dinámica económica, y se ha constituido en un factor de riesgo pues se ha acompañado por la forma de conducción arriesgada y temeraria de los conductores, lo cual genera que la accidentalidad se agrave y cobre la vida de muchos ibaguereños (Caracol Radio, 2017).

La interacción entre los vehículos, las infracciones al código de tránsito y la velocidad excesiva son, entre otras, las causas principales en el incremento de accidentes, que se ha convertido en un gran problema que genera altos promedios de fallecimientos, miles de lesionados y millonarias pérdidas materiales, provocando una complicación de salud pública para los gobiernos locales (DNP, 2019).

En Colombia la gestión vial está a cargo de la nación, los departamentos y los municipios. Cada uno de estos niveles administrativos tiene a su cargo una malla vial que va descendiendo en calidad y categoría en la medida que se pasa del primer nivel al tercero, pero que en longitud se incrementa en sentido inverso (sin embargo, no es raro encontrar que algunas carreteras nacionales tienen menores especificaciones geométricas que algunas carreteras departamentales y, a su vez, que algunos caminos vecinales tengan mejores especificaciones que algunas carreteras departamentales).

**2.2.1 Red vial primaria.** Está constituida por las carreteras que unen las principales ciudades entre sí, con los puertos marítimos, fronteras terrestres y otros nodos de intercambio modal. Esta red es básica para la integración y competitividad del país (pues une a las áreas de producción con las de consumo) y, en su mayor parte, está constituida por vías de doble calzada y carreteras bidireccionales pavimentadas y con especificaciones geométricas adecuadas. En esta red se tienen los mayores movimientos de pasajeros y carga en el país, particularmente en los corredores de comercio exterior. El planeamiento de esta red está definido por el Plan Maestro de Transporte Intermodal.

**2.2.2 Red vial secundaria.** Compuesta por carreteras de calzada bidireccional, con o sin pavimento. Durante largo tiempo hubo desconocimiento sobre las características de esta red, pero gracias a la realización del Plan Vial Regional (PVR), adelantado por el Ministerio de Transporte (MT), actualmente se tiene una idea más clara sobre su longitud y estado. Se sabe, por ejemplo, que cerca de 8.000 km están pavimentados y que los volúmenes de tránsito son, por lo general, inferiores a 500 vehículos por día.

En el año 1961 las carreteras departamentales tenían una longitud de 14.851 km y, de

acuerdo con varios estudios realizados en esa época, su estado era precario, tanto en lo que se refiere a sus especificaciones geométricas, como al estado de la superficie.

Esta red fue creciendo, tanto por la adición de nuevos tramos, como por la transferencia de algunas vías de la Nación a los departamentos y el compromiso que existía en el sentido de que éstos debían encargarse del mantenimiento de las carreteras construidas por el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV), el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA), el programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI) y otras entidades, aunque en realidad pocas veces lo hicieron.

Con la expedición de la Ley 105 de 1993, se estableció que las vías primarias deberían pertenecer a la nación y aquellas de carácter secundario deberían ser responsabilidad de los departamentos. Estos, a su vez, deberían replicar el ejercicio y ceder el control de las vías terciarias (incluidos los caminos vecinales) a los municipios. Para esta transferencia, la ley creó el Fondo de Cofinanciación de Vías, por medio del cual se entregaría a los departamentos o municipios una suma fija para el mantenimiento de las vías asignadas. Pese al esfuerzo realizado, pocas vías fueron transferidas y siguen bajo la gestión nacional.

Según el inventario realizado por el PVR, la Red Vial Departamental tiene una longitud de 44.399 km de los cuales el 48,2 % corresponde a vías en afirmado; 24 % a vías pavimentadas, y 28 % a vías destapadas (en tierra). Solo el 31 % de las vías pavimentadas se encuentran en buen estado.

**2.2.3 Red vial Terciaria.** Que cumple una función de interconexión entre las veredas, las cabeceras municipales y las carreteras departamentales. Muchas de estas vías son angostas y

tienen fuertes pendientes, y solo cerca de 1.400 km están pavimentados. En esta red los volúmenes de tránsito son, en promedio, inferiores a 30 vehículos por día.

Esta malla vial se encuentra bajo la gestión de INVIAS, los departamentos y los municipios, y tiene una longitud de 27.577 km, que representa el 18 % del total y corresponde a la red no transferida del antiguo Fondo Nacional de Caminos Vecinales. La red a cargo de los departamentos suma 13.959 km lo que equivale al 9 %, mientras que la red a cargo de los municipios alcanza los 100.419 km y representa el 65 % del total. Existe también una red privada de caminos que ha sido construida para fines específicos, como pueden ser el acceso a proyectos de exploración y explotación petrolera. Esta red privada de caminos se estima en 12.251 km, o sea el 8 %. Estas cifras no incluyen los caminos construidos ilegalmente por grupos al margen de la ley ni tampoco aquellos que soportan las actividades de la minería ilegal.

En la conformación de esta malla vial han participado distintas entidades gubernamentales, empresas privadas, e incluso los ciudadanos, estos últimos en forma individual o bajo diferentes modalidades de organización ciudadana, como las Juntas de Acción Comunal. Los pequeños caminos son las obras que verdaderamente llegan al campesino, apoyan la producción y comercialización de sus productos y facilitan su acceso a los servicios básicos, pero muchas de estas son simples trochas.

Claramente existe una diferencia notable entre aquellas áreas con y sin acceso vial. No en vano, distintos estudios destacan una relación directa entre pobreza, ruralidad y aislamiento geográfico”. Los caminos incluidos en esta red son los que llegan a los más lejanos extremos de la geografía nacional, en apoyo de los campesinos y comunidades aisladas.

Hasta 1960 la gestión de los caminos vecinales a nivel nacional estuvo orientada por el Ministerio de Obras Públicas, y a nivel regional por los departamentos y municipios. En todos los casos, sin mayor coordinación o planificación, aunque siempre hubo conciencia de la importancia de este tipo de vías, ya fuese para colonización, acceso a comunidades en áreas aisladas, o para comunicación intra e intermunicipal.

Desde su creación, en 1960, el FNCV tuvo como objetivo atender y coordinar la construcción, conservación y el mejoramiento de caminos regionales y vías locales, logrando grandes avances en la conformación de la malla vial terciaria. Aunque se utilizaban manuales y especificaciones de diseño, estos no estaban adecuados a las condiciones especiales de las vías con bajos volúmenes de tránsito.

El decreto extraordinario 77 de 1987, consignado en la Ley 12 de 1986, estableció la transferencia de recursos del IVA a los municipios, y obligó al FNCV a disminuir su tamaño y ejecutar solamente obras que fueran cofinanciadas por los municipios. En 1993, la Ley 105 fijó una política de descentralización y cofinanciamiento vial y se inició el proceso de Cuando se decretó su supresión, la Red terciaria a cargo del FNCV llegaba a más de 32.000 km, una longitud superior a la correspondiente a la red primaria a cargo del Ministerio de Obras Públicas. En cumplimiento de la Ley 105 del 93 se trató de transferir las vías que la conformaban a los municipios, pero esto solo se pudo realizar parcialmente y las vías no transferidas pasaron a constituir lo que se conoce como la Red Terciaria, actualmente a cargo de INVIAS.

**2.2.4 Historia de la infraestructura vial secundaria y el desarrollo en Colombia.** Pese a que las comunidades indígenas ya poseían sus propios sistemas de vías; claro está bajo las condiciones esperadas para la época, es importante resaltar que el proceso de desarrollo de las

primeras etapas de la red vial nacional; se produjo en simultánea con la época de colonia del territorio colombiano por parte los españoles, dicho desarrollo se produjo dadas las condiciones impuestas a largo del río Magdalena y el río Cauca como principales afluentes, lo que ha generado históricamente un complicado escenario al momento de movilizarse. Grandes tramos de las carreteras actuales de Colombia se trazaron siguiendo los caminos reales coloniales, de igual manera que estos mejoraron las condiciones de trochas y caminos indígenas. Buena parte de esta superposición de rutas obedece a las características de nuestra topografía, donde se alternan valles, ríos y cordilleras que obligan a buscar los puntos más accesibles para salvar las alturas y los puntos de mayor estrechez en el cauce de los ríos, para vadearlos o construir los puentes (Osorio, 2014).

Los caminos reales eran los de mayor importancia ya que conectaban varias provincias y funcionaban como redes de suministro; gracias a su capacidad de recibir un tránsito pesado, pues adicional al tránsito de los hombres; circulaban por allí todo tipo de insumos transportados por caballos, bueyes y los mismos indios cargueros.

Posteriormente por medio de los españoles llegarían nuevas tecnologías como la rueda que generaría un desarrollo notable en temas de movilidad, sin embargo, esta no podría ser aprovechada en su totalidad, sino hasta tiempo después en el que las condiciones del terreno lo permitieron. Dentro de los primeros caminos reales oficialmente establecidos e implementados para todo lo que implicaba transporte y abastecimiento, se encuentra el Opón como uno de los más importantes, siendo este la primera ruta de llegada a Cundinamarca procedente de la costa Atlántica; y a partir del cual se origina la historia hispano-india, cargada de los primeros pasos de la civilización cultural Sin embargo; pese a los avances realizados para la época, lo más

importante que se había hecho en la Colonia en materia de infraestructura era el Canal del Dique, unos 150 años antes de la independencia, para dar un acceso mejor por el río Magdalena al puerto natural de Cartagena y el puerto de Santa Marta.

Al terminar la mitad del siglo pasado sólo se tenía las infraestructuras naturales, con la única excepción del Canal del Dique y unos cuantos caminos de calidad muy regular. La historia de la infraestructura del país empieza con el general Mosquera con un primer plan vial que definió los caminos principales desde Bogotá a los puertos y a los sitios de frontera (Bogotá, Cúcuta, Cartagena, Turbo, Tumaco y Pasto).

Hacia 1846 empezó en Bogotá el transporte urbano de mercancías, muebles, entre otros, en carros tirados por bueyes y caballos, y fue objeto de protestas hasta 1859, por daños en edificios y cañerías. En el año de 1856, había hasta doscientos. En 1869, destrozaban las calles, adicional a ello los atanores que conducían las aguas eran de barro y no de hierro, y por eso no soportaban cargas pesadas. En el siglo XIX, entre Bogotá y Facatativá circulaban al año más de 32 000 carros, con cargas de una tonelada en promedio. Hacia 1887 había en la Sabana unos 2000 carros de bueyes. La Ley del 28 de mayo de 1864, que puede considerarse como el primer paso fundamental en la estructuración de un plan vial integral, fue completada con 23 Enrique Ramírez Romero; Colombia su infraestructura y el desarrollo nacional 39 la Ley 52 (1872), en la época de la segunda presidencia de Murillo Toro, y no fue sino hasta 1873 que se desato la verdadera fiebre vial en toda Colombia, A mediados del siglo XIX son de destacar además del plan vial de Mosquera, el establecimiento de la escuela de ingeniería; la visita y labor de Codazzi, la construcción del ferrocarril de Panamá; el establecimiento de la navegación a vapor en concesión por el Magdalena; el telégrafo y el mejoramiento de los caminos desde las capitales

de los Estados ribereños al Magdalena y al final del siglo la iniciación de la transformación de esos caminos en ferrocarriles con la entonces tecnología de punta.

Con el general Rafael Reyes se creó el Ministerio de Obras Públicas; Reyes inició el camino hacia su tierra de Santa Rosa, impulso a la que luego se llamó Carretera Central y la conexión hacia el Magdalena por el llamado Camino de Cambao, por donde entró el primer automóvil a Colombia a comienzos de este siglo. Vino luego el Plan Vial de Concha que básicamente era el mismo de Mosquera.<sup>26</sup> Durante la primera mitad del siglo XX, la movilización por carretera entre los diferentes centros urbanos era una actividad muy compleja, no sólo por el lento desarrollo de las obras sino además por la gran dispersión a lo largo de todo el territorio. Sólo hasta finales de los años cuarenta y principios de los cincuenta, se inicia una nueva etapa en la historia del desarrollo vial del país con la construcción de nuevas redes de transporte y el mejoramiento de las existentes.

Fueron múltiples los factores que incidieron en el cambio de la dinámica vial en Colombia. Dentro de los factores externos sobresale el período de posguerra, que llega al país con el aumento del número de vehículos causado por la recuperación <sup>24</sup> OSORIO BAQUERO, «Breve reseña histórica de las vías en Colombia,» vol. 10, nº 17, 2014. <sup>25</sup> Enrique Ramírez Romero; Colombia su infraestructura y el desarrollo nacional <sup>26</sup> Enrique Ramírez Romero; Colombia su infraestructura y el desarrollo nacional La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia- Gerson Javier Pérez V.-2005 40 de la economía mundial. Este incremento del parque automotor demandaba un mayor mantenimiento de la red vial existente, así como un aumento en el número de carreteras alternas.

En el año 1961 las carreteras departamentales tenían una longitud de 14.851 km y, de

acuerdo con varios estudios realizados en esa época, su estado era precario, tanto en lo que se refiere a sus especificaciones geométricas, como al estado de la superficie. Esta red fue creciendo, tanto por la adición de nuevos tramos, como por la transferencia de algunas vías de la Nación a los departamentos y el compromiso que existía en el sentido de que éstos debían encargarse del mantenimiento de las carreteras construidas por el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV), el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA), el programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI) y otras entidades, aunque en realidad pocas veces lo hicieron. En los 90s el Ministerio de Transporte tenía bajo su cargo aproximadamente 27.000 Km. de vías. Y a principios de esa misma década su reestructuración condujo a la descentralización administrativa y se creó el INVÍAS, más exactamente el de diciembre de 1994, entidad que paso a tener bajo su cargo el mantenimiento y conservación de cerca de 16.363 Km, de la red vial nacional principal. Con la expedición de la Ley 105 de 1993, se estableció que las vías primarias deberían pertenecer a la nación y aquellas de carácter secundario deberían ser La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia- Gerson Javier Pérez V.-2005.

El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia Ospina (2016) y Concesiones viales en Colombia (Muñoz, 2002), responsabilidad de los departamentos. Consciente de las debilidades existentes en la gestión de la malla vial Secundaria, en el año 2008 el Gobierno Nacional tomó la iniciativa de adelantar el Plan Vial Regional (PVR), con el objeto de apoyar a los Departamentos para enfrentar su debilidad financiera e institucional y la ausencia de políticas de sostenibilidad y buen uso de las vías. Dicho programa incluía en cada departamento la realización de un inventario de longitudes, especificaciones geométricas y estado de las superficies viales, el cual debería servir de base para la elaboración de un Plan Vial Departamental, de acuerdo con criterios y lineamientos establecidos por el

Ministerio de Transporte. Como se indicó anteriormente el Programa Plan Vial Regional fue concebido por el Gobierno Nacional con el propósito de asistir al Ministerio de Transporte, adicionalmente desarrollar las herramientas necesarias técnicas e institucionales que le permitan brindar un apoyo eficiente y continuo a los departamentos en su gestión vial y de transporte, teniendo como objetivos específicos:

- Fortalecer la capacidad de gestión del Ministerio de Transporte en su rol de entidad rectora del sector transporte a nivel nacional.
- Actualizar el marco normativo y técnico de inversión y gestión de la red vial secundaria
- Actualizar o desarrollar los planes viales departamentales y planes de fortalecimiento institucional asociados
- Mejorar los sistemas de gestión vial departamental

Sin embargo, pese al gran esfuerzo realizado por parte del ministerio de transporte; la problemática que ha postergado la entrega de un inventario de la red vial El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia Germán Ospina Ovalle2016 PVR-Plan Vial Regional- Ministerio de Transporte, 2019 secundaria, radica inicialmente en la falta de coordinación, tanto de los departamentos como del INVIAS, en cuanto a la transferencia y adjudicación de las vías, y su posterior expansión y mantenimiento.

Pues desde la creación del INVIAS en la década de los 90s, el principal objetivo del ministerio de transporte ha sido el de transmitir a los departamentos la responsabilidad de su malla vial, y así mismo poder sentar las bases, para realización de un inventario con el mayor grado de credibilidad frente al verdadero escenario de las vías secundarias. Adicionalmente el desempeño de los departamentos en cuanto a la gestión de su malla vial, no ha sido el esperado, provocando

retrasos y vacíos en la recolección de información concerniente al PVR. Independientemente de todos los percances que ha sufrido la red vial secundaria, gracias a su estado de marginación en pro de su desarrollo. Al día de hoy ya se puede concebir la idea de un Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras – SINC, que en ultimas viene siendo la meta del MT, pues gracias a la gestión del invias desde la creación del PVR; que ya se remonta a más de una década, los avances ya son notorios, tanto así que se han generado los espacios en las respectivas plataformas suministradas por el ministerio de transporte, en los que se puede consultar la información actualizada, del desarrollo del inventario de la red vial secundaria nacional.

El Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras - SINC, cuenta con inventarios de la red nacional a cargo del INVIAS y de la ANI, así como de la red departamental. Actualmente cuenta con la capa del eje de la vía completa en un 90%, y se ha avanzado en las demás capas en un total de 8 departamentos, los cuales se han pasado al formato especificado por las Resoluciones 1860 de 2013 y 1067 de 2015, que para el caso de algunos inventarios departamentales fueron anteriores a las resoluciones citadas. Asimismo, el SINC se encuentra en constante actualización de los inventarios municipales que han entregado y que cumplen con la Resolución.

**2.2.5 Parque vehicular.** Otro de los elementos importantes que inciden en la accidentalidad es sin duda el parque vehicular. De hecho, tal y como lo referimos anteriormente, la legislación especial que regula el tránsito y transporte establece que solo puede considerarse un accidente como parte del tránsito si está involucrado al menos un vehículo en movimiento.

Los vehículos son los medios modernos de transporte que sirven para el traslado de personas, bienes o mercaderías desde un lugar hasta otro. Como en todo el mundo, el transporte

es y ha sido en Latinoamérica un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas.

El transporte comercial está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes.

Para la Organización Mundial de la Salud, el transporte por carretera beneficia tanto a las naciones como a los individuos porque facilita el movimiento de bienes y personas. Permite un mayor acceso a los empleos, los mercados económicos, la educación, la recreación y la atención sanitaria, lo cual, a su vez, incide positivamente de forma directa e indirecta en la salud de las poblaciones (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Según los criterios utilizados en Colombia por el Ministerio de Transporte, hoy en día podemos resumir que nuestro país, en materia del transporte terrestre público y privado, objeto de nuestro estudio se divide en:

**Transporte Pesado:** Están constituidos por vehículos de gran peso tanto de pasajeros (buses) y de mercancías (camión y furgones), provistos de motor de 848 cc hasta 21,630 cc y de peso bruto vehicular máximo de 17,000 kg. y 32,000 kg. Para los vehículos de pasajeros y mercancías respectivamente (Sánchez Vidal, 2007).

**Transporte Liviano:** Están constituidos por vehículos de poco peso tanto de pasajeros (automóvil, station wagon y camioneta rural) y mercancías (camionetas pick up y panel), provistos de motor de 796 centímetros cúbicos hasta 5,995 cc y de peso bruto de 1,380 kilogramos hasta 4,838 kg., así mismo variando su largo de 3.49 metros hasta 5.78 m, su ancho

de 1.48 m. hasta 2.06 m. y su alto de 1.42 m hasta 2.49 m. (Ob. Cit. 2007)

Actualmente, la progresión del parque vehicular y del tráfico es estimulada por el crecimiento demográfico. (Bussiere, 2005, pág. 130). Hay que recordar que a nivel nacional según datos del VIII Censo de Población, la estimación poblacional nacional del año 2005 era de 5,142,098 y para el año 2008, las autoridades policiales reportaron la cantidad de 5,668,880 habitantes a nivel nacional, como calculo poblacional del Instituto Nacional de Información y Desarrollo, mostrándose un incremento poblacional del 10.2% en ese periodo.

Tal y como lo mencionamos con anterioridad a nivel nacional en el año 2007 hubo un vehículo por cada 14.4 personas, y durante el año 2008, los datos muestran que hubo un vehículo por cada 13.9 personas, todo esto sin incluir la cantidad de vehículos, motocicletas, bicicletas y carretones que no han sido registrados pero que andan circulando.

La pobreza rural está generalizada y es difícil de abordar. La mejora de la movilidad puede reducir la pobreza rural al facilitar un acceso más fluido a los servicios (educación, salud, finanzas, mercados), a la obtención de bienes e ingresos y a la participación en las actividades sociales, políticas y comunitarias de mujeres, hombres y niños que viven en las zonas rurales. La movilidad requiere una combinación de infraestructura apropiada de transporte, mejores servicios de transporte y medios de transporte asequibles, tanto motorizados como no motorizados. Esta publicación se concentra en los muchos y variados tipos de transporte que proporcionan esa movilidad, tales como los servicios de autobús, camiones de carga, taxis colectivos, animales de transporte, bicicletas o carretillas.

Los autores recalcan la interdependencia y la complementariedad de los diferentes medios de transporte, motorizados y no motorizados, grandes y pequeños, urbanos y rurales,

terrestres y acuáticos. Subrayan la necesidad de un enfoque integrado para desarrollar (y mantener) la infraestructura y los servicios de transporte, con mayor conectividad entre los sistemas de transporte (vial, acuático, aéreo, ferroviario), los tipos de servicio (larga distancia, local) y los operadores (públicos, comerciales, individuales). Inevitablemente, esto incluye potencialmente a una gama muy amplia de interesados e involucrados directos, tanto por el lado de la demanda como por el lado de la oferta de los servicios de transporte.

Como resultado, esta publicación ayudará a los planificadores de transporte, a los gobiernos, a los proveedores de servicios de transporte, a las organizaciones comunitarias, a los organismos donantes y a los profesionales del desarrollo en otros sectores. Trata las opciones para crear un entorno favorable para permitir un transporte eficiente y lucrativo y una mayor movilidad rural para los grupos desfavorecidos. Sugiere un enfoque holístico de la planificación que incluya a todos los interesados e involucrados directos, gobiernos, operadores de medios de transporte y usuarios y que aliente la formación de redes que atraviesen los límites geográficos y los sectores, para maximizar el progreso.

**2.2.6 Transporte rural.** En muchos países en desarrollo, la infraestructura de transporte rural—camino vecinales, sendas, veredas y puentes usados para llegar hasta las fincas, mercados, fuentes de agua, escuelas y consultorios—a menudo está en malas condiciones durante todo el año o parte de él (en algunas zonas rurales las vías navegables y los ferrocarriles son también elementos importantes de la infraestructura de transporte rural, pero ellos no se tratan en este informe). Además, los servicios de transporte, tanto los medios motorizados de gran tamaño como camiones, autobuses, camionetas y automóviles, así como los medios intermedios de menor tamaño, como carretillas de mano, bicicletas, motocicletas y carretas de

tracción a sangre son a menudo inadecuados y demasiado costosos para la población rural.

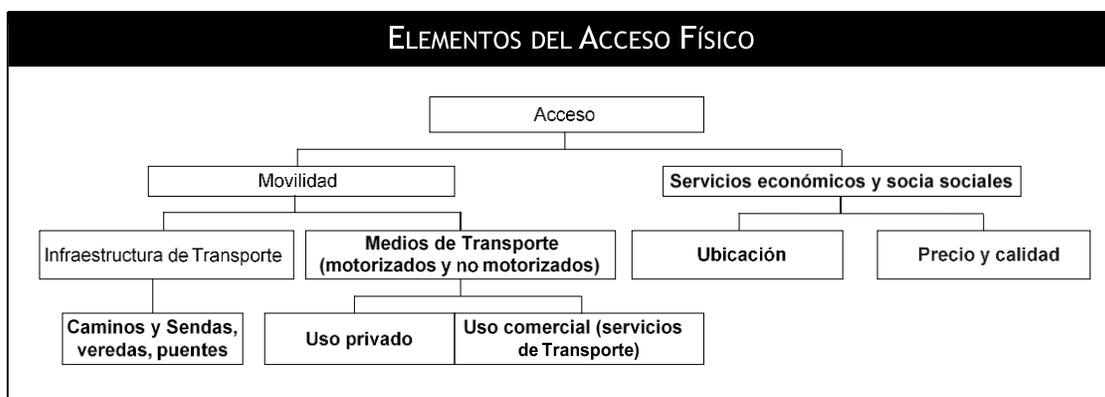
Si bien el costo constriñe el uso de los servicios de transporte, la falta de concentración de la demanda constriñe el desarrollo de servicios más baratos y eficientes. La mejora de la movilidad rural para reducir la pobreza requiere, por lo tanto, una combinación de infraestructura de transporte apropiada y mejores servicios de transporte utilizando medios de transporte asequibles. Este informe se centra en los servicios de transporte; otros dos informes en esta serie, *Options for Managing and Financing Rural Transport Infrastructure* (Opciones para la gestión y el financiamiento de la infraestructura de transporte rural) (Malmberg Calvo 1998) y *Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure: Ensuring Basic Access for Rural Communities* (El diseño y la evaluación de la infraestructura de transporte rural: Asegurando el acceso básico a las comunidades rurales) (Schelling y Lebo 2001), exploran la infraestructura de transporte.

Toda comunidad requiere acceso a suministros, servicios, medios y oportunidades. Las necesidades básicas incluyen el agua, la energía, los alimentos, los servicios de salud, la educación y el empleo. La gente necesita acceso a los mercados y puede desear participar en actividades cívicas, religiosas y de esparcimiento. La accesibilidad puede ser medida en tiempo, esfuerzo y costo.

Ella depende de la infraestructura (disponibilidad de fuentes de agua, caminos y puentes, escuelas, hospitales, mercados) y de las opciones de transporte disponibles y asequibles para la gente y sus cargas. La población rural pobre con frecuencia tiene que emplear mucho tiempo y esfuerzo para satisfacer sus necesidades básicas, y la disminución del aislamiento y la inaccesibilidad son fundamentales para la reducción de la pobreza. La accesibilidad depende de la movilidad (facilidad y frecuencia de movimientos) y la proximidad (distancia). El acceso

puede ser mejorado por una movilidad y una proximidad mayores a los servicios (agua corriente, centros de salud locales).

El medio de transporte más básico es el transporte humano: gente caminando entre lugares y cargando cosas consigo. Caminar y acarrear es sencillo, barato y eficiente para distancias cortas, terrenos difíciles y cargas pequeñas. En el otro extremo del espectro están los medios de transporte de gran tamaño, incluidos los camiones, autobuses, automóviles, trenes, aviones y buques. Éstos son generalmente diseñados para trasladar gente y bienes rápidamente a través de grandes distancias y con grandes cargas. Estas tecnologías son intrínsecamente complicadas y costosas. Sin embargo, las economías de escala pueden reducir el costo de la tonelada-kilómetro o persona-kilómetro transportada, siempre que las operaciones sean eficientes y la utilización de la capacidad sea alta.



**Figura 3.** Elementos del acceso físico.

Fuente: Starkey et al. (2004).

**2.2.7 Patrones de Transporte Rural.** El transporte rural incluye muchos tipos de movimiento para una gama amplia de finalidades, tanto dentro de las aldeas como más allá de ellas (Recuadro 2). La finalidad del viaje puede relacionarse con el hogar (obtener agua, combustible y alimentos), la agricultura (atender y comercializar cultivos y ganado) o una

variedad amplia de actividades socioeconómicas (educación, religión, recreación, salud, empleo, generación de ingresos). Los viajes pueden tener finalidades múltiples. El medio de transporte apropiado puede diferir, dependiendo de la infraestructura, la finalidad, la distancia, el sexo y la edad, pasajeros y productos, cuyo tipo y diversidad dependen de la infraestructura, las condiciones ambientales, los usuarios y la demanda. La mayor parte del transporte rural tiene lugar en los alrededores de las aldeas. Los viajes implican en general distancias cortas y cargas pequeñas por senderos y sendas, por lo general para comerciar, recoger agua y leña y atender los cultivos y los animales. Los medios intermedios de transporte son ideales para tales finalidades, pero no son promovidos lo suficiente o apoyados por los planificadores de transporte del gobierno y son costosos para la población rural pobre.

Los viajes fuera de la aldea son menos comunes, pero de enorme importancia económica y social, incluidos los viajes hacia y desde las fincas y mercados distantes, las oportunidades laborales, las escuelas, los establecimientos sanitarios, los molinos y los amigos y familiares. Estos viajes suponen distancias más largas y es más probable que impliquen medios intermedios de transporte o servicios de transporte motorizados. Pero en muchas zonas rurales, el caminar y acarrear puede hacerse aun para distancias largas. Los servicios de transporte motorizado rural, públicos y privados, se concentran en las rutas desde las aldeas hacia los pueblos con mercado, y de los pueblos a las ciudades, donde hay mayor demanda y mejor infraestructura.

**2.2.8 Movilidad rural.** Las dificultades en el medio rural es un hándicap más que provoca la pérdida de población en los pueblos. No existe una definición comúnmente aceptada de movilidad rural, sin embargo, el criterio básico y común utilizado para caracterizar a la movilidad rural es la capacidad de desplazamiento de un lugar a otro empleando eficientemente

los medios y modos de transporte existentes, comprendiendo las limitaciones, posibilidades y predisposición de las diferentes características de las zonas rurales (densidad poblacional, nivel económico, geografía entre otros).

Las zonas rurales tienen como características principales las actividades económicas a las que se dedican, la disponibilidad de servicios, su reducida población, su extenso espacio geográfico y su vinculación directa con el campo. En Colombia, la idea de zona rural está relacionada a aquellos territorios con escasa cantidad de habitantes donde la principal actividad económica es la agropecuaria, enfocándose directamente a pequeñas industrias o servicios.

La movilidad rural se encuentra constituido por los desplazamientos efectuados en las afueras de una ciudad más conocidas como zonas rurales, mediante diferentes medios o sistemas de transporte, pero con notables restricciones, desventajas o debilidades. Históricamente la movilidad en las áreas rurales representa disminuidos desplazamientos cíclicos, actualmente debido a la migración constante se caracteriza por movimientos diarios o de corta duración, lo cual marca una nueva dinámica territorial a considerar en estudios de movilidad y transporte.

**2.2.9 Transporte en zonas rurales.** Allí donde la población es mucho menos densa, más dispersa geográficamente y donde no todos los servicios se pueden encontrar en una sola localidad se le denomina zonas rurales.

La característica general del transporte rural es el deteriorado servicio que brindan a la población.

Este transporte se basa en las “leyes del mercado” y no responde en gran medida a las expectativas de los usuarios del campo, sobre todo en las comunas o áreas menos densamente

pobladas y geográficamente alejadas (Clotteau, 2014).

**2.2.10 Características de la movilidad.** La movilidad es un parámetro que calcula la cantidad de desplazamientos realizados por personas o mercancías en un ámbito social. Tiene por finalidad salvar la distancia que separa a las personas de los lugares donde satisfacen sus necesidades, por lo cual la accesibilidad es el objetivo de la movilidad a través de los medios de transporte.

**Tabla 1.** Características de la movilidad.

<b>1. Problemas puntuales de tráfico en horas punta.</b>	Porque si la movilidad no tiene una buena organización durante las horas punta pueden producirse problemas de congestión, por el incremento del vehículo privado
<b>2. Interoperabilidad de los elementos.</b>	Para conseguir una buena movilidad lo ideal es que exista interoperabilidad entre los diferentes medios de transporte, fomentando así la utilización de los diferentes transportes públicos.
<b>3. Existe una estrecha relación entre los usos del suelo y la movilidad.</b>	Como hemos comentado el modelo de ciudad compacto es el que menos problemas de movilidad genera porque sus actividades se encuentran cerca las unas de las otras, por lo que no se necesita el vehículo privado.
<b>4. Sistema dinámico.</b>	La población evoluciona según las necesidades, por ello el modelo de movilidad debe adaptarse a estas necesidades y evolucionar a la misma vez que la población.

**2.2.11 Análisis de la movilidad.** La caracterización de la movilidad conlleva analizar una serie de variables explicativas acerca de la población y grado de motorización.

- Las familias, número de personas por núcleo familiar
- La disponibilidad o no de vehículo privado
- Reparto modal
- Situación laboral de las personas del GAD

- Población por rangos de edad

El factor predominante en la actualidad es el vehículo privado, principalmente por los efectos que conlleva su uso en el resto de los elementos del modelo caracterizador de la movilidad.

La funcionalidad del transporte público viene condicionada por el uso del vehículo privado, un aumento del uso de este índice directamente en la eficiencia del autobús urbano, percibiendo el ciudadano más eficaz el vehículo privado (Ayuntamiento de Gijón, 2016).

**2.2.12 Evaluación de la movilidad.** Se trata de un sistema de indicadores que permite evaluar cuantitativamente el grado de adecuación existente a las necesidades de los usuarios.

Determina la situación existente con el fin de presentar sugerencias a las entidades gubernamentales. Se debe elaborar un sistema de indicadores territoriales. (Aquellos que están destinados a medir las diferencias espaciales en la situación de cualquier fenómeno, y también aquellos que reconocen esas diferencias espaciales como consecuencia de la estructura espacial de la ocupación del suelo, redes de transporte, localización de recursos o tipologías residenciales).

El Sistema de Indicadores está compuesto de un conjunto de componentes que se derivaran directamente de los atributos de un modelo de movilidad sostenible, lo que proporciona consistencia conceptual al sistema de indicadores.

- Unos patrones de movilidad caracterizados por un bajo número de desplazamientos, especialmente los de largo radio, y un uso mayoritario de medios no motorizados.

- Un sistema de transporte público eficaz y espacialmente equitativo, que favorezca tanto o más la accesibilidad que la movilidad de la población y que garantice la conexión entre los desplazamientos a escala intra e interurbana.
- Un modelo urbano caracterizado por la densidad y mezcla de usos, que minimice la necesidad de desplazamientos de largo radio, y por el bajo impacto ambiental y social de las infraestructuras de transporte.

**Tabla 2.** Sistema de indicadores de movilidad.

<b>Componente 1. Movilidad observada</b>	
Variables:	Desplazamientos no motorizados
	Desplazamientos en transporte público
	Medio de transporte según motivo
	Duración de los desplazamientos por motivo trabajo
	Duración media de los desplazamientos intra e interurbanos
<b>Componente 2. Sistema de Transporte público</b>	
Variables:	Dotación y calidad
	Distribución espacial:
	- Interconectividad
	- Accesibilidad
	- Intermodalidad
<b>Componente 3. Modelo urbano</b>	
Variables:	Densidad de población
	Fragmentación del espacio urbanizado
	Mezcla de usos del suelo
	Impacto infraestructuras 1: Consumo de espacio
	Impacto infraestructuras 2. Efecto barrero
	Impacto infraestructuras 3. Impacto social y ambiental

**2.2.13 Sistema de transporte.** Según (Molinero & Sánchez, 2005; citados en (Latorre, 2016)), el sistema de transporte es un conjunto organizado de modalidades, coordinadas e interrelacionadas que logran una acción conjunta de movilidad eficaz, siendo la clave para el

desarrollo socioeconómico de un país.

Un sistema de transporte es un conjunto de instalaciones físicas (redes y terminales), entidades de flujo (vehículos) y un sistema de control que permiten movilizar eficientemente personas y bienes satisfaciendo necesidades humanas de movilidad. Es decir, un sistema de transporte es un conjunto de entidades que permiten que las personas o cosas se puedan movilizar libremente y con seguridad (Velásquez, 2011; citado en (Latorre, 2016)).

*Análisis de los sistemas de transporte.* De acuerdo a Manheim, el análisis de los sistemas de transporte debe gravitar en:

El sistema global de transporte de una región debe ser visto como sistema multimodal simple. Por lo tanto, se debe considerar:

- Todos los modos de transporte.
- Todos los elementos del ST (personas y mercancías; los vehículos; la red de infraestructura incluyendo las terminales y puntos de transferencia).
- Todos los movimientos a través del sistema, incluyendo los flujos de pasajeros y mercancías desde todos los orígenes hasta todos los destinos.
- El viaje total, desde el origen al destino, en todos los modos y medios, para cada flujo específico.

El análisis del ST no puede separarse del análisis del sistema social, económico y político de la región. En efecto el sistema de transporte de una región relaciona:

- El sistema de transporte (T).

- El sistema de actividades (A).
- La estructura de flujos (F).

***Componentes físicos de un sistema de transporte.*** Un sistema de transporte se compone primordialmente por:

- Vehículos: Son las unidades de transporte y su conjunto se describe como parque vehicular en el caso de autobuses, trolebuses y de equipo rodante en el transporte férreo.
- Infraestructura: Está compuesta por los derechos de vía en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones, terminales de transbordo o normales, los garajes, depósitos, encierros o patios, los talleres de mantenimiento y reparación, los sistemas de control, tanto de detección del vehículo como de comunicación y señalización y los sistemas de suministro de energía.
- Red de transporte: Está compuesta por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las líneas de trolebús, tren ligero y metro que operan en determinada ciudad (Molinero & Sánchez, 2005).

***Planificación del transporte:*** La planificación del transporte se define como un proyecto que estudia demandas presentes y futuras de la movilidad de personas y bienes. Estos proyectos están precedidos por estudios de movimientos y necesariamente involucran a los diferentes medios de transporte (Allen, 2011).

La planificación es la fase fundamental del proceso de desarrollo y organización del transporte, pues permite conocer los problemas, diseñar o crear soluciones y en definitiva optimizar y organizar los recursos, enfocándolos a atender la demanda de movilidad. En ella hay

que destacar la importancia de asignar en los presupuestos los recursos necesarios para su realización.

Según, (Lavado Yarasca, 2014), la planificación del transporte es un proceso dinámico que permite decidir qué hacer para cambiar o prever una determinada realidad o problemática a un estado, del modo más eficiente y eficaz posible con la menor concentración de esfuerzos y recursos, en el cual se establece que el transporte es el proceso de:

**Tabla 3.** Planificación del transporte.

<b>Establecimiento</b>	De una visión de lo que una comunidad quiere ser y como el sistema encaja en esta visión.
<b>Entendimiento</b>	De los tipos de decisiones que necesitan hacer para lograr esta visión.
<b>Evaluación</b>	De las oportunidades y limitaciones del futuro en la relación a las metas y las medidas de actuación del sistema deseado.
<b>Identificación</b>	De las cortas y largas consecuencias en la comunidad y en los usuarios del sistema de transporte de diferentes alternativas de diseño, aprovechando las oportunidades y respondiendo a las limitaciones.
<b>Relacionamiento</b>	De las alternativas de decisión a las metas, objetivos o las medidas de actuaciones establecidas para un área, agencia o empresa.
<b>Presentación</b>	De esta información a los responsables de la toma de decisión en una forma entendible y útil.
<b>Ayuda</b>	A los tomadores de decisión, estableciendo prioridades.

*Niveles de planificación del transporte.* Si la finalidad es lograr una adecuada planificación del transporte, se debe tomar en cuenta políticas de transporte, planes reguladores de uso de suelo y ocupación entre otros. Se tiene niveles de análisis de estado macro, meso y micro, los cuales determinan la planificación de resultados sostenibles, técnicos y políticos acordes a los objetivos de cada realidad.

- La alta administración define estrategias que se relacionan con los objetivos de largo plazo, para atender estos objetivos utiliza los medios que afectan al sistema en conjunto. Este nivel organizacional tiene que desarrollar el planteamiento estratégico para tomar decisiones estratégicas.
- La mediana administración desarrolla los planteamientos tácticos, que considera la ordenación de los grupos de recursos, para el mejor alcance de los resultados estratégicos y engloba a su vez el planteamiento operacional, el cual tiene que ver con los objetivos a corto y los medios por los cuales se alcanzaran.
- La baja administración aborda las operaciones diarias de la organización y sus objetivos son de alcance inmediato.

***Diferencia entre movilidad y transporte.*** La principal diferencia entre los estudios de tráfico convencionales y los de movilidad, radica en que el primero le brinda mucha prioridad al vehículo privado, a diferencia del segundo que se acerca más a las necesidades del ciudadano común (Moreno, 2012).

**Tabla 4.** Esquema de cambios al pasar de tráfico a la movilidad.

	<b>Tráfico</b>	<b>Movilidad</b>
Objeto de estudio	Flujos de vehículos y en todo caso de viajeros del transporte colectivo.	Todos los medios de desplazamiento de viajeros y de mercancías. Todas las situaciones de desplazamiento.
Sujeto de estudio	Conductores de vehículos, desplazamientos al trabajo.	Diferencias de los conflictos y oportunidades de los distintos sujetos de la movilidad. Desplazamientos de mercancías.
Método de análisis	Intensidades de flujos, parque de vehículos, infraestructuras.	Que midan no solo flujos y desplazamientos de todo tipo, sino percepciones y demandas latentes de todos los grupos sociales.
Procedimientos de elaboración de los planes	Meramente técnico y en el ámbito de los	Participación de los diferentes agentes sociales. Consulta y coordinación con los distintos departamentos y administraciones.

	departamentos de vía pública, obras y urbanismo.	
Técnicas de intervención	Construcción o renovación de infraestructuras.	Gestión de la demanda. Multiplicidad de agentes involucrados.
Métodos de evaluación y seguimiento	Volúmenes de tráfico, niveles de congestión, ocupación de las plazas de aparcamiento.	Indicadores y parámetros explicativos revisados y ampliados.
Instrumentos de gestión	Programa de obras y gestión de un departamento de la administración.	Mecanismos de coordinación y toma de decisiones entre departamentos y de seguimiento ciudadano.

Fuente: Montezuma, 2010.

### 2.3. Marco Conceptual

La economía en Colombia como en la mayoría de países gira en torno a sus ciudades, ya que aparte de que contienen el 76% de la población, son estas quienes impulsan de manera contundente el PIB con un aporte del 85% en el país; sin contar claro está, con el beneficio económico adicional que generan las áreas rurales, ahora tanto el área urbana como rural se encuentran altamente correlacionadas entre sí como también con una calidad ideal de vida de su población. Ahora, en esta instancia, es importante evaluar la forma en que las ciudades se interrelacionan y promover la gestión de políticas que ayuden a incrementar los beneficios tanto sociales como económicos. Con base a lo anterior la infraestructura es la mayor prioridad en cuanto conexión, y se convierte en el único medio para alcanzar un nivel de calidad de vida óptimo. Por lo cual es importante que se atienda a las demandas en cuanto a temas de la productividad, supliendo esta con la construcción de vías y servicios de calidad, adicionalmente proporcionar a los habitantes un entorno ideal de su habitad que sea deseable, todo esto por medio de la accesibilidad tanto de vivienda como de servicios básicos domiciliarios, educativos, de salud y espacios públicos.

Ahora bien, en cuanto a la infraestructura vial se refiere se comprende como un sistema a base de componentes físicos interrelacionados, que bajo condicionamiento y normativas técnicas logran conformar un medio viable para el transporte, ampliando de manera significativa el panorama de movilidad respecto al nivel de oportunidades que pueden generarse.

En Colombia la clasificación de las carreteras, puede basarse por lo especificado en el Manual de Diseño Geométrico de 2008, adoptado como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional, mediante la Resolución número 0744 del 4 de marzo del 2009, que establece la clasificación de las carreteras según su funcionalidad y según el tipo de terreno.

A partir de ello se determina que según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación, la clasificación puede ir desde vías primarias hasta terciarias, en donde las primarias son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas. Por otro lado, se encuentran las llamadas vías de segundo orden, siendo estas las que conectan cabeceras municipales, y adicionalmente sirven de puente entre la red terciaria y la red primaria, la superficie de rodadura de este tipo de carreteras puede darse en pavimento y afirmado. Y en última instancia, con el mayor porcentaje de la red nacional, se encuentran las vías terciarias, las cuales tienen como función el conectar las distintas cabeceras municipales con las veredas aledañas, al mismo tiempo que funcionan como único medio de acceso entre las mismas veredas, este tipo de carreteras por lo general se encuentran en afirmado, por otra parte, si se llegan a pavimentar deberán contar con las especificaciones geométricas

requeridas para una vía secundaria.

Otras características a tener en cuenta para seccionar las vías son a partir de la topografía predominante en el tramo en estudio, es decir que a lo largo del proyecto pueden presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno.

En cuanto a la Planeación y preparación de proyectos a nivel departamental con el PVR se han realizado esfuerzos importantes. En los municipios esta actividad es incipiente. No hay coordinación con otros municipios ni tampoco con los departamentos. La mayoría de los caminos son obras intermunicipales, pero no se definen corredores de integración. En las labores de planificación es importante contar con una visión de largo plazo más allá del periodo de los gobernadores y alcaldes; por otro lado, es necesario mejorar la calidad de la inversión. Siempre habrá limitación de recursos, pero también mecanismos para asegurar su eficiente utilización. En materia de financiamiento hay que aunar esfuerzos con los municipios, departamentos, la Nación y el SGR para mejorar la red y concentrarse en vías de mayor impacto.

## **2.4 Marco legal**

El Consejo Superior Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander, estableció el Estatuto Estudiantil el día 26 de agosto de 1996 mediante el acuerdo No. 065, donde Artículo 38. Ningún estudiante podrá graduarse con promedio ponderado acumulado inferior a tres, uno (3.1).

Parágrafo: El Estudiante que haya aprobado el 80% de los créditos de su plan de estudios, podrá matricular adicionalmente proyectos académicos en áreas de investigación, aprobación del 30 Comité Curricular del plan de estudios respectivo, con el fin de mejorar su promedio

ponderado acumulado, o de iniciar su proyecto de grado.

El proyecto se enmarca desde la Constitución Política de Colombia (1991), la cual en su artículo 1º menciona que: “Colombia es un Estado Social de Derecho, fundado en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que lo integran, y en la prevalencia del interés general”.

De igual forma, el artículo 2 de la misma establece en su segundo inciso que:

Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias, y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares.

Es decir que las autoridades de tránsito son las que realizan las actividades de control de las carreteras para el cumplimiento de las normativas reglamentadas en la circulación de las vías. El respeto por estas normas permite que se salvaguarden la vida y los bienes de quienes por ellas circulan, es decir que deben velar no solamente porque los ciudadanos cumplan con las normas de tránsito, sino que también deben velar porque las vías se encuentren en un excelente estado, con sus respectivas demarcaciones, señalizaciones y semáforos.

El artículo 24 de la precitada Constitución plantea: “todo colombiano puede circular libremente por el territorio nacional, con las limitaciones que establezca la Ley” y, en su Artículo 79 dicta que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, y es deber del Estado protegerlo”. En este sentido, el Estado colombiano, y especialmente los alcaldes, gobernadores y autoridades de tránsito, deben brindar a los usuarios de las vías seguridad y éstos a su vez respetar las normas y reglamentación estipulada para su protección.

**Ley 1503 (2011).** La cual tiene por objeto definir lineamientos sobre “(...) formación de

hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía y, en consecuencia, la formación de criterios autónomos, solidarios y prudentes para la toma de decisiones en situaciones de desplazamiento o de uso de la vía pública” y en la cual define la importancia de la seguridad vial. Ley 769 (2002). Mediante el cual se expide el Código Nacional de Tránsito tiene como objetivo: “(...) la seguridad de los usuarios, calidad, oportunidad, cubrimiento, libertad de acceso, plena identificación, libre circulación, educación y descentralización”.

### 3. Metodología

Se procedió a realizar un sondeo de información a través de las diferentes entidades estatales (INIVAS, Ministerio de transporte, ANI, DNP y las gobernación a cargo) con esto se consigue saber el inventario que posee cada una de ellas y hacer una breve comparación, conociendo esta inventario se observar el estado en el cual se encuentra y que parámetros usan para clasificar el estado de la red vial, a partir de acá se estudiara los planes de inversión que tiene propone el estado para optimizar dicho estado y así saber qué oportunidad y que tecnología cuenta la ingeniería civil para la mejorar de la red vial secundaria.

***Definición de objetivos:*** Establece claramente los objetivos del estudio, como identificar y evaluar las fallas en el pavimento flexible, determinar su gravedad y extensión, o evaluar el estado general del pavimento.

Elige la vía de estudio y define los tramos representativos que se van a analizar. Puedes considerar criterios como la variabilidad de las condiciones del pavimento o la importancia estratégica de la vía.

Realiza una inspección visual de los tramos seleccionados para identificar las fallas y deterioros presentes en el pavimento. Esta inspección puede incluir la observación de grietas, baches, deformaciones, desprendimientos, entre otros.

Crea un formato o sistema de registro para documentar las fallas identificadas. Puedes utilizar un formulario impreso o una aplicación móvil para registrar la ubicación de cada falla, su tipo, tamaño, severidad y cualquier otro dato relevante.

En algunos casos, puede ser necesario realizar mediciones más precisas de ciertas características de las fallas. Por ejemplo, se pueden medir las dimensiones de las grietas o la profundidad de los baches utilizando equipos de medición adecuados. También se puede realizar un muestreo aleatorio para obtener una muestra representativa de las fallas presentes en los tramos seleccionados.

Una vez recopilados los datos, puedes realizar un análisis para determinar la gravedad y la extensión de las fallas en el pavimento. Esto puede implicar el cálculo de índices de condición del pavimento, la generación de mapas de deterioro o cualquier otro análisis cuantitativo o cualitativo que se ajuste a tus objetivos.

## 4. Desarrollo del Proyecto

Tabla 5. Ficha técnica dirección por tramo de estudio.

Punto GPS	Abscisas	Altura ASNM (GPS)	Coordenadas		Puente			Alcantarilla			Muro				
			Norte	Este	Dimensión	Estado actual			Dimensión	Materia	Estado físico		Costa	Dimensión	Estado actual
						Buena	Regular	Mala			Concreto	Gaviones			
P01	K7+000	1.573,00	1.366.773,00	1.138.837,00					7	16	x				
P02	k7+004	1.573,00	1.366.773,00	1.138.837,00								x	25,00	3,50	0,25
P03	k7+040	1.572,00	1.366.786,00	1.138.815,00											
P04	k7+150	1.582,00	1.366.859,00	1.138.712,00											
P05	k7+213	1.586,00	1.366.913,00	1.138.681,00			box culvert	L= 7,80	A= 0,60	H= 0,80					
P06	k7+252,40	1.591,00	1.366.927,00	1.138.652,00								x	12,60	3,60	0,30
P07	k7+296	1.592,00	1.366.943,00	1.138.609,00				6,50	36,00	x					x









P59	P58	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
K10+715 1706,41 1368464,22	K10+700 1709,52 1368452,17	K10+685 1708,66 1368437,77	K10+677 1709,11 1368436,30	K10+600 1713,36 1368423,14	K10+571 1715,24 1368401,97	K10+539 1714,97 1368373,39	K10+500 1717,11 1368340,36	INST. EDUC EL 1719,93 1368302,89	K10+410 1724,78 1368253,79
1137582,93	1137586,17	1137579,04	1137568,68	1137496,81	1137482,21	1137468,51	1137446,55	1137459,45	1137462,25
8,70		8,80			6,30	5,00			11,00
36,00		BOX			BOX	36,00			0,9 X 0,7
X		0,9 X 0,7			0,6 X 0,6				
X		X				X			X
			X			COLMATAD			
			11,00						
			4,00						
			0,50						
			X						

P70	P69	P68	P67	P66	P65	P64	P63	P62	P61	P60
K11+100 1682,14 1368743,85 1137465,19	K11+071 1685,14 1368749,09 1137443,11	K11+031 1687,07 1368715,51 1137421,38	K11+000 1689,01 1368694,80 1137449,78	K11+000 1689,01 1368694,80 1137449,78	K10+901 1695,33 1368618,51 1137499,53	K10+900 1692,40 1368614,97 1137499,54	K10+893 1695,90 1368608,55 1137499,56	K10+803 1699,69 1368524,23 1137528,60	K10+800 1735,90 1368523,34 1137526,51	K10+715 1708,56 1368461,55 1137577,98
		6,50					6,70	7,00		
		36,00					36,00	36,00		
		MURO h=2,5 A=0,3					X	X		
		COLMATADA					X	X		
					PROTECCIÓ					X MURO
					14,00					X
					3,20					X
					0,30					6,00
										3,50
										0,40
										X







P114	P113	P112	P111	P110	P109	P108	P107	P106	P105	P104
K12+771 1580,28 1369788,05 1137590,42	K12+745 1584,22 1369774,93 1137604,47	K12+700 1585,09 1369754,36 1137643,79	K12+662 1586,67 1369740,62 1137671,41	K12+658 1585,04 1369741,07 1137675,38	K12+600 1590,04 1369759,39 1137733,55	K12+566 1595,03 1369723,46 1137741,93	K12+540 1594,68 1369720,06 1137713,60	K12+523 1594,96 1369705,67 1137711,10	K12+500 1595,47 1369692,42 1137681,59	K12+483 1595,36 1369684,19 1137666,06
	7,20 36,00 X X		8,30 BOX 1,5 x 1 X				6,00 BOX 1 x 0,8 X			36,00 X COLMATA
				X 15,80 3,30 0,30 X				X 5,04 2,80 0,33		



P138	P137	P136	P135	P134	P133	P132	P131	P130	P129	P128	P127
K14+090	K13+930	K13+818	K13+730	K13+635	K13+517	K13+477	K13+400	K13+369	K13-318	K13+311	K13+303
1495,45	1497,98	1577,58	1512,4	1518,66	1528,61	1531,6448	1531,29	1540,47	1543,99	1543,53	1545,3471
7,937047	7,936782	7,935104	7,935131	7,93435	7,934888	7,935242	7,935213	7,936007	7,936352	7,936352	7,936432
-72,83332	-72,83348	-72,83333	-72,83336	-7283373	-72,83297	-72,832818	-72,83277	-72,83224	-72,832	-72,832	-72,831881
6,00	6	6	6	6,00	6,00	6,00			6		
36,00	36	36	36	36,00	36,00	36,00			36		
X	X	X	X	X	X	X			X		
X	X	X	X	X	X	X			X		X

P139	K14+147	1493,38	7,937272	-72,83346				
P140	K14+228	1491,63	7,937305	-72,83359				
P141	K14+294	1488,55	7,9375	-72,83389	INICIO DE UN SISTEMA PLUVIAL POZO 1			
P142	K14+322	1487,4	7,937592	-72,83402	6	36	X	X
P143	K14+389	1484,97	7,937849	-72,83424	POZO AGUAS LLUVIAS PALL 2			
P144	K14+415	1481,98	7,93818	-72,83458	POZO AGUAS LLUVIAS PALL 3, PRESENTA HUNDIMIENTO DE CAPA ASFALTICA SOBRE LA FAJA DE REPOSICION SOBRE FRANJA DE AGUAS LLUVIAS			
P145	K14+502	1480,35	7,938356	-72,8347	POZO AGUAS LLUVIAS PALL 4			
P146	K14+637	1476,34	7,938786	-72,83454	POZO AGUAS LLUVIAS PALL 5			
P147	K14+714	1475,38	7,938918	-72,83464	POZO AGUAS LLUVIAS PALL 5			
P148	K15+000	1477,25	7,94	-7283478,00				





P46		
P47		
P48		
P49		
P50		
P51		
P52		
P53		
P54		
P55		
P56		
P57		
P58		
P59		
P60		
P61		
P62		
P63		
P64		
P65		
P66	X	X
P67	X	X
P68		
P69		X
P70		
P71		
P72		
P73		
P74		
P75	X	X

P76			
P77			
P78			
P79			
P80			
P81			
P82			
P83			
P84			
P85			
P86			
P87			
P88			
P89			
P90			
P91	X		
P92			
P93			
P94			
P95			
P96	X		
P97			
P98			
P99			
P100	X - 11 m	X	
P101			
P102	X		
P103			



P126					
P127					
P128		X		X	
P129					
P130		X	5,40	X	ASFALTO CON PERDIDAS EN EL LADO ISQUIERDO
P131		X	5,40 X		LONG. 100 m.
P132					
P133		X	5,40	X	EXISTE UN DISIPADOR, SIN LACANTARILLA SE PROYECTA HACER UNA Y EL PAVIEMNTO EN MAL ESTADO 53 ML
P134		X(63m)		X	se observan muchas fisuras longitudinales a lo largo de pavimento
P135					
P136					
P137					ENTRADA VEREDA
P138					
P139		X		X	PRESENTA PIEL DE COCODRILO Y FISURAS LONGUITUDINLES
P140		X		X	PERDIDA DE CAPA ASFALTICA Y PRESENTA PIEL DE COCODRILO (30M)
P141					
P142					
P143					
P144		X	X		
P145		X	X		

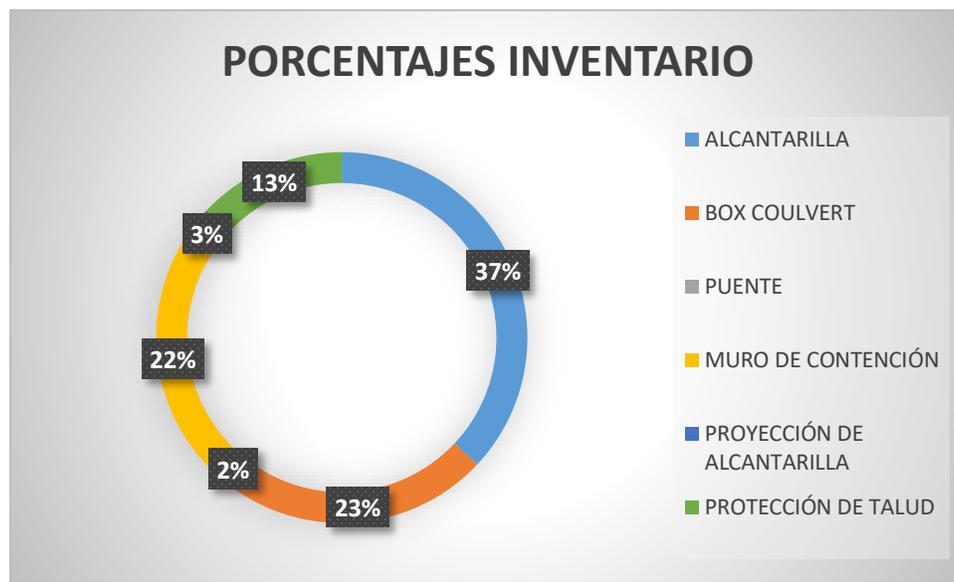
P146

X

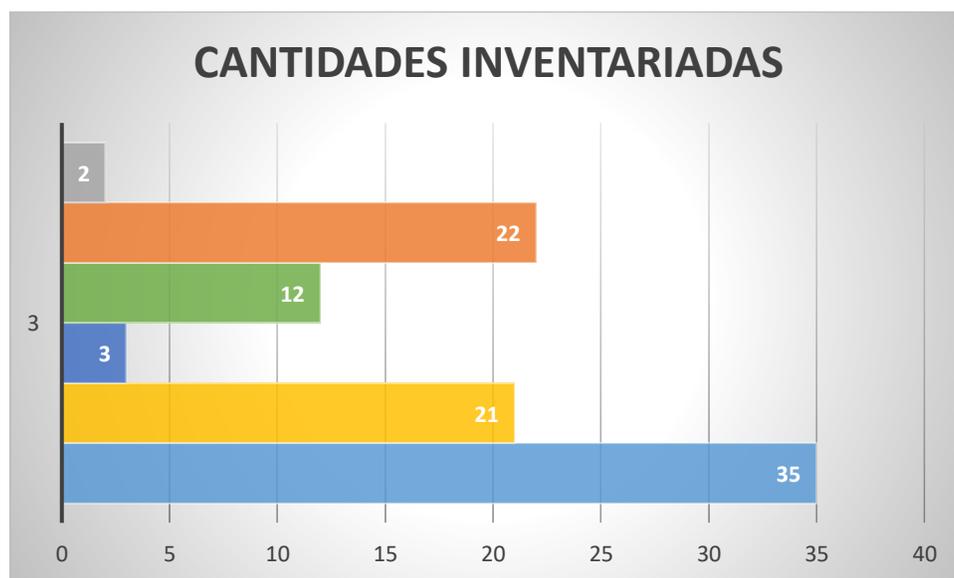
X

P147

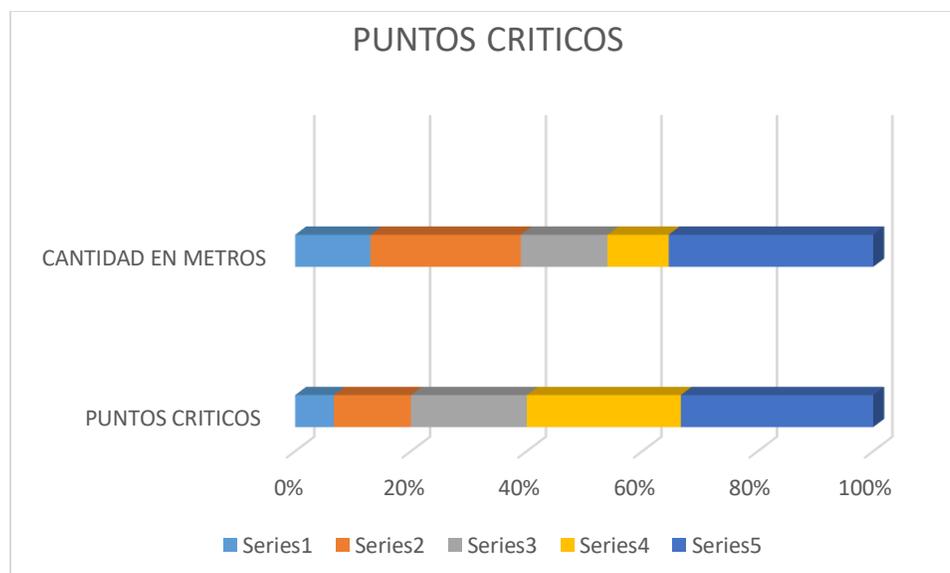
P148



**Figura 4.** Porcentajes inventario.



**Figura 5.** Cantidades inventariadas.



**Figura 6.** Puntos críticos.

Representan el 3.5% de la totalidad de la vía.

A lo largo de los kilómetros de estudio encontramos 35 alcantarillas que representan el 37% de la totalidad de los puntos encontrados durante el proceso de estudio para este documento; Las alcantarillas desempeñan un papel crucial en la infraestructura vial de los departamentos, especialmente en las vías secundarias. Estas estructuras permiten el flujo controlado del agua y evitan inundaciones, erosionando el suelo y dañando las carreteras. En este ensayo extenso, exploraremos la definición de las alcantarillas, su función en las vías secundarias de los departamentos y los desafíos asociados con su diseño y mantenimiento. Además, analizaremos su importancia en el desarrollo socioeconómico y sostenible de los departamentos.

Las alcantarillas se definen como estructuras subterráneas o en la superficie que permiten el paso controlado del agua bajo las vías. Su función principal es evitar la acumulación de agua y permitir su flujo hacia los sistemas de drenaje naturales, como ríos, arroyos o embalses. Las alcantarillas son fundamentales para prevenir inundaciones, proteger las vías secundarias y

garantizar la seguridad vial.

Existen varios tipos de alcantarillas utilizadas en las vías secundarias de los departamentos, y su elección depende de factores como el caudal de agua, la topografía del área y los materiales disponibles. Algunos tipos comunes incluyen:

- **Alcantarillas de tubo:** estas alcantarillas están compuestas por tubos de metal, concreto o plástico y se utilizan en cruces pequeños o medianos de corrientes de agua.
- **Alcantarillas de caja:** estas estructuras rectangulares o cuadradas, hechas de hormigón armado o acero, se emplean en cruces de corrientes de agua más grandes.
- **Alcantarillas de placa:** consisten en placas de acero o concreto que se colocan sobre una zanja excavada. Se utilizan en áreas donde el flujo de agua es menor y se necesita una solución más económica.

Las alcantarillas son esenciales para el desarrollo socioeconómico y sostenible de los departamentos por varias razones:

- **Prevención de inundaciones:** Las alcantarillas controlan el flujo de agua, evitando inundaciones que podrían afectar negativamente a las comunidades y la infraestructura local.
- **Seguridad vial:** Al mantener el agua alejada de las vías secundarias, las alcantarillas aseguran una conducción segura y reducen el riesgo de accidentes relacionados con el agua estancada.
- **Acceso a servicios básicos:** Las alcantarillas permiten el acceso a servicios esenciales como hospitales, escuelas y mercados, al evitar el aislamiento de áreas debido a

inundaciones.

- **Desarrollo económico:** El buen funcionamiento de las vías secundarias gracias a las alcantarillas promueve el comercio y el desarrollo económico local al facilitar el transporte de bienes y servicios.
- **Protección del medio ambiente:** Las alcantarillas controlan el flujo de agua y evitan la erosión del suelo, protegiendo los ecosistemas y preservando la biodiversidad local.

Desafíos en el Diseño y Mantenimiento de las Alcantarillas (aprox. 1200 palabras). El diseño y mantenimiento adecuados de las alcantarillas presentan desafíos técnicos, financieros y logísticos en los departamentos. Algunos de los desafíos comunes incluyen:

- **Ingeniería y diseño:** El diseño de alcantarillas requiere un estudio detallado de las condiciones hidrológicas, topográficas y geotécnicas de la zona, así como consideraciones ambientales y de seguridad.
- **Financiamiento:** El costo de construcción y mantenimiento de las alcantarillas puede ser elevado, y los departamentos pueden enfrentar limitaciones presupuestarias para llevar a cabo los proyectos necesarios.
- **Mantenimiento y limpieza:** Las alcantarillas requieren un mantenimiento regular para asegurar su buen funcionamiento. La acumulación de sedimentos, basura o vegetación puede obstruir las alcantarillas y afectar su eficiencia.
- **Participación comunitaria:** La participación activa de la comunidad es crucial para mantener las alcantarillas en buen estado. La concientización sobre el cuidado y la importancia de las alcantarillas puede ayudar a prevenir daños y promover la conservación a largo plazo.

Las alcantarillas son elementos esenciales en las vías secundarias de los departamentos, asegurando el flujo controlado del agua y previniendo inundaciones. Su correcto diseño y mantenimiento contribuyen al desarrollo socioeconómico y sostenible de las comunidades, garantizando la seguridad vial y el acceso a servicios básicos. Aunque los desafíos en su diseño y mantenimiento son significativos, el reconocimiento de su importancia y la cooperación entre los diferentes actores involucrados pueden ayudar a superar estos obstáculos y garantizar el funcionamiento óptimo de las alcantarillas en los departamentos.

También encontramos 22 box culvert que en esencia son; En el diseño y construcción de las vías secundarias, es fundamental contar con infraestructuras adecuadas para el manejo del agua, especialmente en zonas donde se presentan corrientes o flujos de agua más significativos. En este ensayo extenso, exploraremos en detalle el concepto y uso del box culverts, también conocidos como alcantarillas cajón. Analizaremos su definición, función y ventajas en el contexto de las vías secundarias, así como sus características y desafíos asociados.

***Definición y Función de los Box Culverts.*** Los box culverts son estructuras de drenaje utilizadas en las vías secundarias para permitir el paso controlado del agua en zonas donde se requiere una capacidad mayor de flujo. Se componen de elementos prefabricados de hormigón armado o acero y se construyen en forma de caja o cajón, lo que les confiere mayor resistencia y capacidad de carga. Su función principal es facilitar el paso del agua por debajo de las vías, evitando inundaciones y minimizando el riesgo de erosión en el entorno.

***Características y Ventajas de los Box Culverts.*** Los box culverts presentan una serie de características y ventajas que los hacen una opción preferida en el diseño de vías secundarias:

- **Capacidad de flujo:** Los box culverts permiten un flujo continuo y controlado del agua, incluso en condiciones de alta carga hidráulica, lo que ayuda a prevenir inundaciones y a mantener el flujo normal de las corrientes.
- **Resistencia estructural:** Gracias a su diseño en forma de caja o cajón, los box culverts son estructuras robustas y resistentes, capaces de soportar grandes cargas, incluyendo el tráfico vehicular y las fuerzas del agua.
- **Versatilidad en el diseño:** Los box culverts se fabrican en diferentes tamaños y formas para adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto. Pueden ser rectangulares, cuadrados, ovalados o de forma especial, lo que permite su adaptación a diversos entornos y condiciones.
- **Facilidad de instalación:** Al ser prefabricados, los box culverts se fabrican en condiciones controladas y se transportan al sitio de construcción. Esto facilita su instalación y reduce el tiempo y los costos de construcción en comparación con otros métodos de construcción in situ.
- **Mantenimiento relativamente bajo:** Los box culverts suelen requerir un mantenimiento mínimo, ya que su diseño resistente y duradero los hace menos propensos a daños y obstrucciones. Sin embargo, es importante llevar a cabo inspecciones regulares para asegurar su buen funcionamiento.

*Desafíos y Consideraciones en el Uso de Box Culverts.* A pesar de sus ventajas, el uso de box culverts en las vías secundarias también presenta desafíos y consideraciones importantes:

- **Diseño hidráulico:** El diseño adecuado de los box culverts debe tener en cuenta los aspectos hidráulicos, como el caudal máximo esperado, la topografía y las características

del flujo de agua. Esto garantiza que la estructura tenga la capacidad necesaria para manejar el flujo de agua de manera eficiente y segura.

- **Impacto ambiental:** La construcción de box culverts puede tener un impacto en el medio ambiente, especialmente cuando se requiere alterar o desviar cursos de agua existentes. Es necesario llevar a cabo estudios de impacto ambiental y tomar medidas para mitigar cualquier efecto negativo en los ecosistemas locales.
- **Costos:** Aunque los box culverts ofrecen una solución duradera y de alta capacidad, su costo inicial puede ser más elevado que otras alternativas de drenaje. Es importante evaluar los beneficios a largo plazo y considerar la relación costo-beneficio antes de seleccionar esta opción en el diseño de las vías secundarias.
- **Mantenimiento y limpieza:** Aunque el mantenimiento de los box culverts es generalmente bajo, es esencial llevar a cabo inspecciones regulares para identificar posibles obstrucciones o daños. La limpieza de sedimentos y residuos acumulados también es importante para asegurar un flujo óptimo del agua.
- **Seguridad vial:** Durante la construcción y posterior uso de los box culverts, es necesario tomar medidas de seguridad para evitar riesgos para los trabajadores y los usuarios de las vías. Se deben implementar barreras de seguridad adecuadas y señalización para advertir a los conductores sobre la presencia de la estructura.

Los box culverts son elementos clave en el diseño y construcción de las vías secundarias, proporcionando una solución eficiente y confiable para el manejo del agua. Su diseño en forma de caja o cajón, combinado con su capacidad de carga y resistencia estructural, los convierte en una opción preferida en zonas con flujos de agua significativos. Sin embargo, es fundamental considerar los desafíos y consideraciones asociados con su uso, como el diseño hidráulico, el

impacto ambiental, los costos y el mantenimiento. Al abordar estos aspectos de manera adecuada, se puede asegurar que los box culverts desempeñen su función de manera óptima y contribuyan a la seguridad y eficiencia de las vías secundarias.

Existen a lo largo del sector vial de estudio 2 puentes en buen estado; Los puentes son elementos clave en la infraestructura vial, especialmente en las vías secundarias. Estas estructuras permiten el cruce seguro y eficiente de obstáculos naturales, como ríos, arroyos y valles, facilitando la conectividad y el acceso a diferentes áreas. En este ensayo extenso, exploraremos en detalle el concepto y uso de los puentes en las vías secundarias, analizando su definición, función, ventajas y desafíos asociados.

**Los puentes.** Se definen como estructuras construidas para cruzar obstáculos como cuerpos de agua, valles o carreteras. Están diseñados para soportar el peso de vehículos y peatones, permitiendo el paso seguro y continuo sobre el obstáculo. Los puentes tienen como función principal proporcionar una vía de tránsito confiable, reduciendo la distancia de viaje y mejorando la conectividad entre diferentes áreas geográficas.

**Tipos de Puentes Utilizados en las Vías Secundarias.** Existen varios tipos de puentes utilizados en las vías secundarias, cada uno adaptado a las características del terreno y los requerimientos de carga. Algunos de los tipos más comunes incluyen:

- **Puentes de vigas:** Estos puentes consisten en vigas horizontales que se apoyan en pilares o columnas. Son utilizados en vías secundarias de corta y mediana longitud.
- **Puentes de arco:** Estos puentes utilizan una estructura curva para distribuir la carga del puente hacia los soportes en los extremos. Son utilizados en vías secundarias con grandes

luces y pueden ser de arco de medio punto, arco rebajado o arco parabólico.

- **Puentes colgantes:** Estos puentes se sostienen mediante cables suspendidos de torres o pilares y utilizan una plataforma suspendida para el paso de vehículos y peatones. Son utilizados en vías secundarias con obstáculos de gran envergadura, como cuerpos de agua anchos.
- **Puentes basculantes:** Estos puentes tienen una sección central que se eleva o gira para permitir el paso de embarcaciones. Son utilizados en vías secundarias que atraviesan áreas de navegación frecuente.

Los puentes ofrecen una serie de ventajas y beneficios en el contexto de las vías secundarias:

- Los puentes permiten el cruce eficiente de obstáculos naturales, facilitando la conectividad y el acceso a diferentes áreas. Esto promueve el desarrollo económico y social de las comunidades.
- Los puentes proporcionan una vía segura para el tránsito de vehículos y peatones, evitando el riesgo de accidentes asociados con el cruce de obstáculos sin la estructura adecuada.
- Los puentes acortan las distancias de viaje al proporcionar una ruta directa y eficiente sobre el obstáculo. Esto reduce los tiempos de viaje y los costos asociados.
- Al eliminar las barreras geográficas, los puentes mejoran la movilidad y accesibilidad, permitiendo un flujo constante de personas, bienes y servicios.
- Los puentes son diseñados y construidos para ser estructuras duraderas, capaces de soportar las cargas y condiciones ambientales a lo largo del tiempo. Esto asegura su

funcionalidad y vida útil prolongada.

*Desafíos y Consideraciones en el Uso de Puentes en las Vías Secundarias.* Aunque los puentes ofrecen numerosos beneficios, también presentan desafíos y consideraciones en su diseño y construcción:

- El diseño de puentes requiere un análisis detallado de las condiciones geológicas, hidrológicas y topográficas del sitio. Se deben considerar aspectos como la resistencia del suelo, el caudal de agua y las cargas vehiculares esperadas.
- La construcción de puentes puede ser costosa, especialmente en áreas con obstáculos de gran envergadura. Los departamentos deben asegurar el financiamiento adecuado para la planificación, diseño y construcción de puentes en las vías secundarias.
- Los puentes requieren un mantenimiento regular para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente. Se deben realizar inspecciones periódicas, reparaciones y reforzamientos estructurales cuando sea necesario.
- La construcción de puentes puede tener un impacto en el entorno natural, especialmente en áreas sensibles o protegidas. Se deben llevar a cabo estudios de impacto ambiental y tomar medidas de mitigación para minimizar cualquier efecto negativo.
- Los puentes desempeñan un papel fundamental en las vías secundarias, permitiendo el cruce seguro y eficiente de obstáculos naturales. Su diseño adecuado, selección de materiales apropiados y mantenimiento regular son esenciales para garantizar su funcionalidad y durabilidad. Aunque existen desafíos en su diseño, construcción y mantenimiento, los beneficios que aportan en términos de conectividad, seguridad vial y mejora de la movilidad hacen que los puentes sean elementos indispensables en las vías

secundarias de los departamentos.

**Muros de contención.** Encontramos 21, estas estructuras están diseñadas para sostener la tierra y evitar su desplazamiento en situaciones donde es necesario construir infraestructuras en terrenos inclinados o con desniveles. En las vías secundarias, los muros de contención pueden ser necesarios para garantizar la estabilidad del terreno en pendientes pronunciadas o en zonas de terreno inestable, lo que puede mejorar la seguridad de la vía y evitar accidentes.

Los muros de contención también pueden tener otras funciones importantes en las vías secundarias, como:

- En las zonas urbanas o en terrenos con pocos espacios disponibles, la construcción de muros de contención permite aprovechar al máximo la superficie disponible para la construcción de la vía, ya que se evita la necesidad de construir terraplenes o taludes que pueden requerir más espacio.
- Los muros de contención pueden evitar que la tierra se desplace y se deslice hacia la vía, lo que puede ser especialmente importante en zonas de lluvia intensa o en terrenos con alta probabilidad de deslizamientos.
- Si la vía secundaria está ubicada en una zona con terrenos inclinados o con desniveles, la erosión natural y los deslizamientos pueden causar daños a la superficie de la vía, lo que puede requerir costosos trabajos de mantenimiento. La construcción de muros de contención puede reducir estos costos, ya que ayuda a mantener la estabilidad del terreno y protege la superficie de la vía.
- Es importante tener en cuenta que la construcción de muros de contención en las vías secundarias debe realizarse siguiendo las normas y regulaciones locales, y teniendo en

cuenta los factores específicos del terreno y de la vía. Además, los muros de contención deben ser mantenidos y revisados regularmente para garantizar su eficacia y seguridad.

***Protección de talud.*** Encontramos en 12 puntos en la vía, estas se construyen con la finalidad de garantizar la estabilidad del terreno y la seguridad de los usuarios de la vía. Los taludes son superficies inclinadas o pendientes que pueden estar sujetas a la erosión, deslizamientos o colapsos debido a diversos factores, como la naturaleza del suelo, la intensidad de las lluvias, la vegetación y la actividad humana.

A continuación, se presentan algunas medidas comunes de protección de taludes en vías secundarias:

- La revegetación consiste en la siembra de vegetación en los taludes para estabilizar el suelo y prevenir la erosión. Las raíces de las plantas ayudan a retener el suelo y reducir la infiltración del agua. Se pueden utilizar especies vegetales adecuadas para la zona y que sean capaces de resistir las condiciones del talud, como pastos, arbustos y árboles.
- Estos materiales se colocan en el talud para reforzarlo y evitar la erosión. Los geotextiles son tejidos permeables que se instalan en la superficie del talud para mejorar la estabilidad y evitar la pérdida de suelo. Las geomallas son estructuras más rígidas que se utilizan para reforzar el suelo y aumentar su resistencia.
- Un sistema de drenaje adecuado es esencial para evitar la acumulación de agua en el talud. Se pueden instalar drenajes subterráneos, canales de desagüe o cunetas a lo largo del talud para recolectar y desviar el agua lejos de la superficie del talud, evitando así la saturación y la erosión.

- En casos de taludes altos o inestables, se pueden utilizar sistemas de contención, como muros de gravedad, muros de gaviones (cestas metálicas rellenas de piedras) o muros de concreto armado. Estas estructuras proporcionan estabilidad adicional y resistencia a los taludes.
- Es importante realizar un monitoreo periódico de los taludes para detectar cualquier signo de inestabilidad o deterioro. El mantenimiento regular, como la limpieza de cunetas y drenajes, la eliminación de vegetación no deseada y la reparación de daños, ayuda a mantener la estabilidad de los taludes a lo largo del tiempo.
- Cabe destacar que la selección de las medidas de protección de taludes dependerá de las características específicas del terreno, la geología, el clima y los recursos disponibles. Es recomendable consultar a ingenieros geotécnicos o expertos en ingeniería de carreteras para evaluar adecuadamente el tipo de protección de taludes más adecuado en cada caso.

En cuanto a los daños en el pavimento flexible podemos tener la siguiente información:

- Los pavimentos flexibles desempeñan un papel fundamental en el sistema vial de Colombia, ya que permiten el tránsito seguro y eficiente de vehículos en todo el país. Sin embargo, a lo largo del tiempo, estos pavimentos pueden sufrir diversas fallas que afectan su funcionalidad, durabilidad y seguridad. Este ensayo tiene como objetivo analizar los tipos de fallas más comunes en los pavimentos flexibles de Colombia, considerando sus causas, consecuencias y posibles soluciones.

***Grietas longitudinales.*** Las grietas longitudinales son fisuras que se extienden en la dirección del tráfico. Estas grietas pueden ser causadas por la fatiga del pavimento debido al tránsito repetido, cambios de temperatura, falta de juntas de expansión adecuadas o debilidades

en las capas de asfalto. Las grietas longitudinales reducen la capacidad de carga del pavimento y pueden permitir la infiltración de agua, lo que a su vez puede llevar a la aparición de otros tipos de fallas, como los baches.

***Grietas transversales.*** Las grietas transversales son fisuras que se extienden perpendicularmente a la dirección del tráfico. Estas fisuras son generalmente causadas por cambios de temperatura, contracción y expansión del pavimento, asentamientos diferenciales o falta de juntas de expansión adecuadas. Las grietas transversales también pueden ser el resultado de una mala compactación o una deficiente calidad del material utilizado en la construcción del pavimento. Estas fallas comprometen la integridad estructural del pavimento y pueden permitir la entrada de agua, lo que conduce a un mayor deterioro.

***Grietas en bloque.*** Las grietas en bloque se caracterizan por la formación de bloques irregulares en la superficie del pavimento. Estas grietas pueden ocurrir debido a la segregación del material asfáltico durante la construcción, debilidad en la capa de asfalto, insuficiente compactación o deficiencias en el proceso de mezcla. Las grietas en bloque comprometen la resistencia y la durabilidad del pavimento, ya que pueden permitir la infiltración de agua y acelerar la degradación del material asfáltico.

***Baches.*** Los baches son áreas deprimidas o agujeros en la superficie del pavimento. Pueden ser el resultado de una combinación de diferentes factores, como la erosión, la infiltración de agua, el desgaste del material, deficiencias en la compactación o fallas en las capas estructurales. Los baches representan un peligro para los conductores, ya que pueden causar daños a los vehículos y provocar accidentes. Además, pueden permitir la entrada de agua, lo que a su vez agrava el deterioro del pavimento.

***Desprendimiento del material asfáltico.*** El desprendimiento del material asfáltico ocurre cuando la capa de asfalto se separa de las capas inferiores del pavimento. Esto puede deberse a deficiencias en la adherencia entre las capas, la presencia de humedad o la falta de mantenimiento adecuado. El desprendimiento del material asfáltico expone las capas inferiores a los elementos ambientales, lo que acelera su deterioro y reduce la vida útil del pavimento.

***Deformaciones permanentes.*** Las deformaciones permanentes, también conocidas como deformaciones plásticas, se refieren a deformaciones en el pavimento que no se recuperan después de la carga. Estas deformaciones pueden incluir hundimientos, ondulaciones o deformaciones en forma de huella de rueda. Las principales causas de estas fallas son la acumulación de deformaciones por carga repetida, la falta de resistencia del material utilizado o una inadecuada compactación. Las deformaciones permanentes afectan negativamente la comodidad del usuario y la capacidad de carga del pavimento.

***Deterioro de las capas de base.*** El deterioro de las capas de base del pavimento puede ocurrir debido a la falta de capacidad estructural, la erosión, el desplazamiento lateral o la pérdida de soporte. Este tipo de falla compromete la estabilidad y la durabilidad del pavimento, ya que las capas de base son responsables de distribuir las cargas de tráfico de manera adecuada. Si las capas de base se deterioran, el pavimento puede volverse inestable y propenso a la formación de grietas, baches y deformaciones.

Los pavimentos flexibles en Colombia están expuestos a una variedad de fallas que pueden comprometer su rendimiento y durabilidad. El conocimiento de los diferentes tipos de fallas, sus causas y consecuencias es esencial para implementar medidas preventivas y

correctivas adecuadas. La planificación y el diseño adecuados, la selección de materiales de calidad, la construcción y el mantenimiento adecuados, son factores clave para prevenir y controlar las fallas en los pavimentos flexibles. Además, es fundamental llevar a cabo un monitoreo regular y realizar inspecciones periódicas para detectar y abordar tempranamente cualquier falla que pueda surgir. Con un enfoque integral y una gestión adecuada, es posible mantener los pavimentos flexibles en óptimas condiciones y garantizar una red vial segura y eficiente en las vías secundarias del departamento.

En el análisis realizado para este documento encontramos diferentes fallas que han sido ubicadas en el formato de inventario que está en la parte superior donde se concreta a detalle el daño y el tipo de falla, así como el tipo de rodadura existente en los tramos de la vía. Punto por punto tenemos donde se encuentra piel de cocodrilo, amurallamientos, etc.

También se encontraron diferentes puntos críticos que suman 254 metros lineales que equivalen al 3.5% del total de la vía en mal estado y que no representan peligro latente para el tráfico vehicular de la región, en estos puntos encontramos fallas geológicas que generan desprendimiento de talud lo cual tiene en total de estos 8 k, 122 m, fallas que por sus altos costos de tratamiento y por la importancia de la vía no se realizan sus trabajos adecuados, para el resto de metros encontramos pérdida de banca lo cual genera también un problema ya que genera que el tránsito se realice por un solo carril, lo cual en época de lluvias hace que el transporte de los productos de la zona de encarezca por ende los productos suben su costo, todo esto se encuentra al detalle en la información recopilada en espera que en futuras administraciones departamentales se pueda encontrar una solución a dichos puntos.

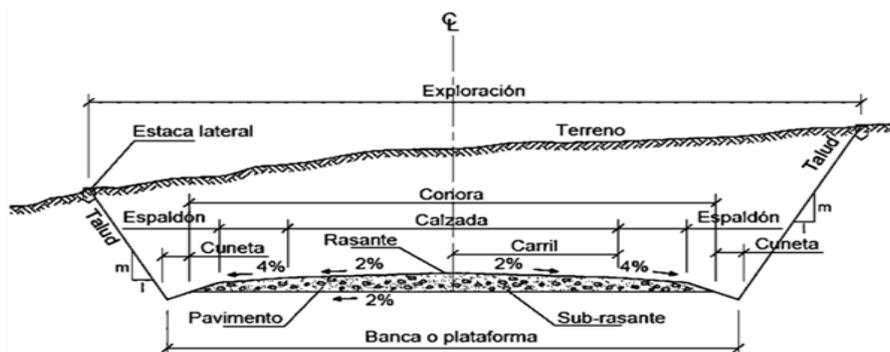
Los daños encontrados en pavimento flexible fueron en un 17% piel de cocodrilo, 22% fisuras longitudinales, 13% fisuras transversales, 12 % ahuellamiento, 16% huecos y 28% en reparaciones. El ahuellamiento y huecos fueron considerados como puntos que pueden ser generadores de accidentes de tránsito.

## 4.1 Viabilidad

La infraestructura vial es un componente de gran importancia dentro del patrimonio de determinado lugar geográfico, considerando su vinculación directa con el desarrollo social y económico, pues permite la comunicación e interrelación entre centros poblados, así como el intercambio de bienes y servicios.

**4.1.1 Vía.** Es el espacio físico que posibilita el tránsito de vehículos o personas, permitiendo la conectividad entre dos o más zonas por medio de caminos, calles y carreteras ya sean de carácter público o privado.

**4.1.2 Diseño Geométrico de Vías.** Es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido la carretera queda geográficamente definida por el trazo de su eje en planta y en perfil.



**Figura 7.** Diseño geométrico de una vía.

**Tabla 7.** Definición de elementos de la vía.

Plataforma	<b>Zona de la calzada dedicada al uso de los vehículos (no peatones) formada por arcenes y calzada.</b>	Mediana	<b>Franja divisoria situada en mitad de una carretera, separara los dos sentidos del tráfico, impide el paso entre carriles de dirección contraria.</b>
Calzada	Destinada a la circulación de vehículos, formada por carriles. Al no estar delimitados, tendrán tantos carriles como filas de automóviles quepan en paralelo.	<b>Carril</b>	Banda longitudinal en que se divide la calzada y cuya anchura permite la circulación holgada de un automóvil, no es necesario que estén delimitados por líneas.
Arcén	Banda longitudinal contigua a la calzada, no destinada al uso de automóviles salvo excepciones.	<b>Arcén Pavimentado</b>	Con capa de asfalto, alquitrán u hormigón.
Acera	Zona longitudinal destinada únicamente al tránsito de peatones.	<b>Arcén Transitible</b>	Aquel por el que pueden transitar únicamente los vehículos autorizados.
Intersección	Elemento de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos.	<b>Zona Peatonal</b>	Son áreas de una población donde está restringida la circulación de vehículos motorizados.
Paso a Nivel	Es un cruce o intersección entre una vía férrea y una carretera o camino. Los trenes tienen siempre prioridad debido a que su inercia les impide detenerse con facilidad.	<b>Pavimentos</b>	Son estructuras que descansan sobre el terreno o subrasante, permitiendo el movimiento de los vehículos, constituida por una serie de capas (subbase, base y capa de rodadura).
Glorieta o Rotonda	Es un tipo especial de intersección caracterizado por que sus tramos se comunican a través de un anillo en el que la circulación es rotatoria alrededor de una isleta central.	<b>Corona</b>	Conjunto formado por la calzada y las bermas. El ancho de la corona es la distancia horizontal medida normalmente el eje entre los bordes interiores de las cunetas.
Alcantarillas	Son conductos cerrados, que se construyen por debajo del nivel de la subrasante, con el objeto de conducir hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrológicas, canales de riego, y escurrimiento superficial vial.	<b>Berma</b>	Franja longitudinal afirmada o no, comprendida entre el borde exterior, el arcén y la cuneta. Destinada al soporte lateral de la calzada para el tránsito de peatones, semovientes, estacionamiento ocasional y tránsito de vehículos de emergencia.

Explicación	Corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la vía, desde los bordes extremos de los laterales.	<b>Cuneta</b>	Zanjas de tipo trapezoidal o triangular, revestidas o no, sirven para recoger el agua que se escurre por la calzada y los taludes.
Derecho de Vía	Faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento y futuras ampliaciones, si la demanda de tránsito así lo exige.	<b>Taludes</b>	Importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, influyen en el costo de mantenimiento, deben diseñarse con la menor pendiente.

**4.1.3 Pavimentos.** Se denomina pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas.

**Tabla 8.** Tipos de pavimento.

Tipo	Composición	Costo	Vida Útil	Mantenimiento
Pavimento Rígido	Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero	Costo inicial más elevado que el flexible	Varía entre 20 y 40 años	El mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.
Pavimento Flexible	Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.	Resulta más económico en su construcción inicial	Entre 10 y 15 años	Requiere mantenimiento constante para cumplir con su vida útil

**4.1.4 Evaluación de pavimentos.** El Laboratorio de Investigación Ingenieril de

Construcción del Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Armada de los EE. UU (USACERL, 2018), desarrollo e implemento en 1980 un sistema de Evaluación y Administración de Pavimentos llamado PAVER. El sistema PAVER utiliza el Índice de Condición del Pavimento (PCI). El PCI, es un método de graduación repetible para identificar la condición presente del pavimento, provee una medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional-operacional graduándolo de 0 a 100. Este índice es función de la densidad de las fallas en el área estudiada y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y de cada nivel de severidad.

**Tabla 9.** Fallas en el pavimento flexible.

N°	Causas
1	Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.
2	Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original.
3	Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados.
4	Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
5	Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
6	Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
7	Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

Fuente: Velásquez (2019).

**4.1.5 Causas del surgimiento de fallas.** Durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

- **Fallas funcionales:** El defecto se presenta en la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al

restablecimiento de la rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural (Corros et al., 2009).

- **Fallas estructurales:** Tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de sub-rasante o suelo lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible. La corrección va dirigida al refuerzo de la estructura, donde se coloca una capa cuyo espesor es calculado en función de las cargas de tráfico previstas en un período de tiempo (Corros et al., 2009).

**Tabla 10.** Fallas.

<b>Falla</b>	<b>Tipo-Nombre</b>	<b>Unidad</b>
1	Grietas de piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación de asfalto	m <sup>2</sup>
3	Grietas de contracción (Bloque)	m <sup>2</sup>
4	Elevaciones – Hundimiento	m
5	Corrugaciones	m <sup>2</sup>
6	Depresiones	m <sup>2</sup>
7	Grietas de Borde	m
8	Desnivel Calzada Hombrillo	m
9	Grietas Longitudinales y Transversales	m
10	Baches y Zanjas Reparadas	m <sup>2</sup>
11	Agregados Pulidos	m <sup>2</sup>
12	Baches o Huecos	m <sup>2</sup>
13	Cruce de rieles	m <sup>2</sup>
14	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
15	Deformación por empuje	m <sup>2</sup>
16	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
17	<b>Disgregación y Desintegración</b>	m <sup>2</sup>

## 4.2 Señalización Vial

La comunicación vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen. En ese sentido, El lenguaje vial: el lenguaje de la vida guía tanto a transeúntes como a conductores por el camino de la seguridad y la prevención de cualquier tragedia.

El emisor y el receptor pueden entenderse entre sí porque comparten el mismo lenguaje, es decir, el mismo código, lo que significa que ambos conocen todos los signos y sus correspondientes significados. Es por eso por lo que dos personas que hablen idiomas diferentes no se entienden, pues cada una emplea un código distinto.

Aplicando lo anterior a la vía de tránsito, es fácil comprender que: la señalización es en lenguaje especial para comunicar ciertos mensajes a los usuarios que transitan por la vía. De acuerdo con lo anterior:

- El emisor es el elemento donde está aplicado el signo
- El mensaje es el significado del signo
- El receptor es el usuario (automovilista, peatón, ciclista, etc.)

Quiere decir que, con cada señal, la vía está hablando, comunicando algo a quien la transita.

**4.2.1 Señalización Horizontal.** Son aquellas marcas efectuadas sobre la superficie de la vía, tales como líneas, símbolos, mensajes u otras indicaciones describiéndose su función, propósito y características.

Deben satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo: debe ser necesaria, debe infundir respeto, debe ser legible y fácil de entender, debe dar tiempo suficiente al usuario para reaccionar adecuadamente, debe cumplir con la normativa en cuanto a colores, materiales, medidas etc. debe ser creíble.

**Aspectos de señalización.** Deben satisfacer determinadas condiciones respecto de los siguientes aspectos:

***Diseño:*** El diseño de la señalización horizontal debe cumplir:

- Su contraste, tamaño, forma, colores, composición y retro-reflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que llamen la atención de todos los usuarios.
- Su forma, colores, diagramación y tamaño del mensaje se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco.
- Su tamaño y legibilidad permitan un tiempo adecuado de reacción.
- Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento.
- Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada.

***Ubicación.*** Toda señal debe ser ubicada de tal manera que atraiga oportunamente la atención de los usuarios. Un conductor que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, debe

contar siempre con el tiempo suficiente para: distinguirla, entenderla y escoger la acción a realizar.

***Conservación y mantenimiento.*** Toda señalización tiene una vida útil que, de acuerdo a los materiales utilizados en su fabricación, la influencia del medio ambiente, de agentes externos y de actos vandálicos. Por ello, resulta imprescindible se cuente con un inventario de ellas y un programa de mantenimiento e inspección que asegure su oportuna limpieza, reemplazo o retiro.

***Justificación.*** Se debe usar la cantidad necesaria de señales, ya que por el lado contrario si uso es excesivo reduce su eficacia, produciéndose una contaminación visual.

***Simbología.*** Por lo general se prefiere utilizar señales con mensajes simbólicos, en lugar de textos; ya que el uso de símbolos facilita una rápida comprensión del mensaje.

***Requisitos Específicos.*** Podemos citar como especificaciones el estándar mínimo aceptable.

- Debido a que la señalización horizontal se ubica en la calzada, nos da la ventaja de transmitir su mensaje al conductor sin distraer su atención de la vía en la que se encuentra circulando, facilidad que no poseen otros tipos de señales, pero se debe citar como su desventaja que su visibilidad se ve afectada por neblina, lluvia, polvo, alto tráfico y otros.
- En general todas las vías públicas y privadas, urbanas y rurales donde la capa de rodadura permita la señalización horizontal, deben regirse al capítulo respectivo en el reglamento.

**Función.** Constituye un elemento de mucha importancia en el tránsito vehicular y peatonal, porque su función es regular la circulación, guiar a los usuarios o advertirlos de peligros que existan en las vías “Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores.

#### **Clasificación Según su forma.**

- **Líneas longitudinales.** Son las que se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de tipos de vehículos determinados.
- **Líneas Transversales.** Se emplean en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

**Complementos de señalización horizontal.** Son aquellas señales de más de 6 mm y hasta 200 mm de altura, que se usan para complementar la señalización horizontal. En virtud de que son señales elevadas aumentan su visibilidad y más aún cuando son iluminadas por las luces de los vehículos en circulación.

**Materiales.** Existe una infinidad de materiales para señalar, con diversidad de costos, duración y métodos de instalación, siendo responsabilidad exclusiva de las instituciones o empresas encargadas de su adquisición el verificar ciertas características como la degradación del color durante su vida útil, contaminación ambiental, tipo de pavimento y el soporte al flujo vehicular.

**Para señalización horizontal.** El material utilizado debe ser resistente y antideslizante, es

aplicado en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características principales son: su uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres y colores. La señalización horizontal debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos de espesor para su aplicación.

- MINIMO ZONA URBANA 300 (micras) en seco
- MINIMO ZONA RURAL 250 (micras) en seco

**4.2.2 Dispositivos Complementarios.** Son conocidos como: demarcadores (tachas u “ojos de gato”, bordillos montables, encauzadores), reductores de velocidad, entre otros. Por lo general son dispositivos plásticos de alta densidad, cerámicos, hormigón o metálicos entre otros materiales. Las caras que enfrentan al tráfico deben tener material retro reflectivo y/o fosforescente.

#### *Características básicas.*

**Mensaje.** El mensaje que emite la señalización horizontal es a través de líneas, símbolos y leyendas colocados sobre la superficie de la vía. Causan un efecto inmediato y sus mensajes son complementarios a los existentes en la señalización vertical.

Estas señalizaciones presentan ciertas limitaciones.

- son detectadas a menor distancia que las señales verticales.
- sí existe sedimentos en la vía, generalmente son ocultadas.
- sí existe presencia de agua, polvo o neblina su visibilidad se reduce.

- son sensibles al tránsito, a las condiciones ambientales, climáticas, al estado y características de la superficie de la calzada, por lo que requieren mantenimiento más frecuente que otras señales.

**Ubicación.** “La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada”, deberá cumplir los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, para lo cual mencionada señalización debe ser ubicada en el lugar específico donde se requiera.
- Advertir o informar sobre las acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

**Dimensiones.** Dependerá de la velocidad máxima de la vía en que se ubican. Éstas se detallan para cada caso en las siguientes secciones. Si se requiere mejorar la visibilidad de una señalización, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que las leyendas y símbolos mantengan sus proporciones.

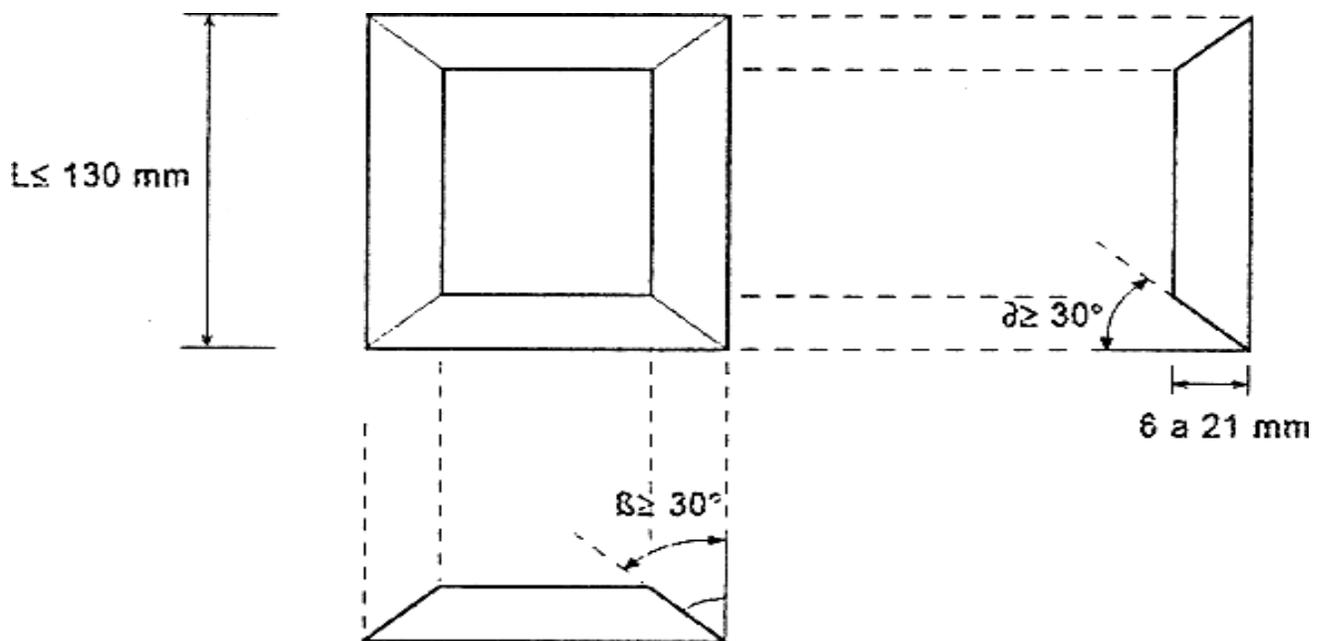
En la siguiente ilustración se señalan las tolerancias aceptadas en las dimensiones de señalizaciones.

**Tabla 11.** Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización.

<b>Dimensión</b>	<b>Tolerancia Permitida</b>
Ancho de línea	±3%
Largo de una línea segmentada	±5%
Dimensiones de símbolos y letras	±5%
Separación entre líneas adyacentes	±5%

Fuente: Gavilanes (2013).

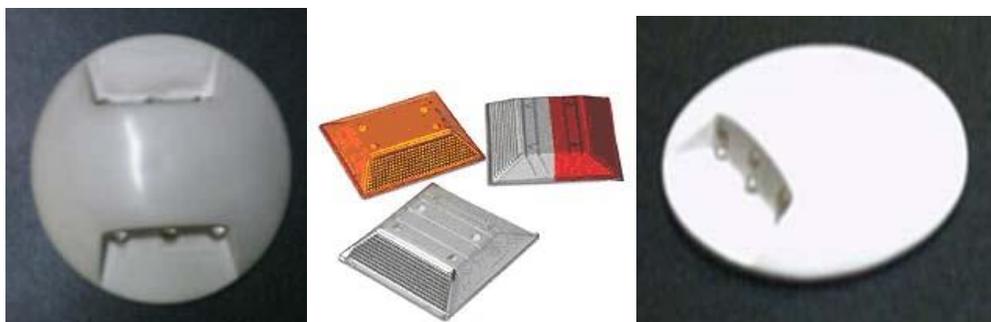
- Podemos citar que, en términos generales, la señalización recién aplicada debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de tal manera que sus dimensiones queden claramente definidas. Si se da el caso que una señalización es aplicada sobre otra existente con anterioridad, esta última debe quedar completamente cubierta.
- Tratándose de señalización complementaria “ojos de gato, tachas”, su lado mayor o el diámetro de su base, debe ser de 100 mm con tolerancia de  $\pm 5$  mm; con altura de 17,5 mm con tolerancia de  $\pm 2,5$  mm. Además, ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a  $60^\circ$  con la horizontal.



**L:** Lado mayor o diámetro base.  
 **$\beta$ ,  $\alpha$ :** Ángulo entre cara tacha y vertical.

**Figura 8.** Diámetro de ojos de gato, tachas.

Fuente: Gavilanes (2013).



**Figura 9.** Demarcadores (ojos de gato, tacha)

Fuente: Gavilanes (2013).

### Retro reflexión

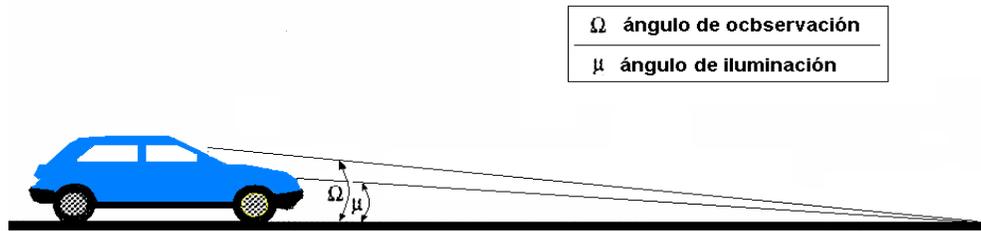
- Es indispensable que las señales sean visibles en cualquier hora del día y bajo cualquier condición climática por lo cual, y de manera general se utilizan las microesferas de vidrio las mismas que garantizan el efecto espejo al iluminarlas con las luces de los vehículos, niveles más altos de retro reflexión aseguran mayor contraste y mejor visibilidad.
- En nuestro país existe la NTE INEN 1 042 vigente la misma que establece los valores mínimos de retro reflexión.

**Tabla 12.** Niveles mínimos de retro reflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m<sup>2</sup>).

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15.00 m	3,5 °	4.5°	150	95
A 30.00 m	1.24°	2.29°	150	70

Fuente: Gavilanes (2013).

Nota: Para los colores verde y azul a utilizarse en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retro reflexión.



**Figura 10.** Ángulos de iluminación y observación.

Fuente: Gavilanes (2013).

Al tratarse de señalización complementaria, la superficie retro reflectante tiene que ser siempre de al menos 10 cm<sup>2</sup>. Si el elemento instalado llegara a perder parte de dicha superficie y el mínimo señalado, no sea posible de alcanzar, puede ser conveniente instalar un elemento nuevo frente al deterioro, sin necesidad de retirar este último.

### **Color.**

- Las líneas demarcadas sobre la calzada en general son blancas y amarillas. Estos colores deberán ser uniformes a lo largo de la señalización.
- Las señalizaciones complementarias (tachas-ojos de gato) pueden ser blancas, amarillas, o rojas.

### **Contraste.**

- Para la adecuada visibilidad diurna de una señalización se requiere que ésta se destaque la superficie de la vía, por ello se define una relación de contraste mínima entre la señalización y el pavimento. “Con frecuencia el color original del pavimento tiende a cambiar con el tiempo, por el desgaste de la superficie y en el caso de pavimentos de asfalto, por el envejecimiento del material. Debemos considerar que los pavimentos de mezcla asfáltica tienden con el tiempo a cambiar de color negro a gris.

La relación de contraste mínima  $R_c$  es 1,7.

$$R_c = (\beta \text{ señalización} - \beta \text{ pavimento}) / \beta \text{ pavimento}$$

$\beta$  = Factor de Luminancia

- De no existir este valor mínimo, podríamos utilizar la alternativa de colocar un color negro como fondo de la señalización requerida, el que deberá exceder de esta última en al menos 50 mm en todas las direcciones.

**Resistencia al deslizamiento.** Al igual que la capa de rodadura, la señalización debe ser resistente al deslizamiento suficiente para que los vehículos circulen sobre ella sin riesgo.

Condición que física y directamente está relacionada con su coeficiente de fricción, ya que la resistencia al deslizamiento es producto de ese coeficiente por la fuerza normal que ejerce el vehículo al pasar sobre la señalización.

Por lo dicho anteriormente, el coeficiente de fricción de las señalizaciones debe ser siempre:

- Mayor o igual que 0,40 en vías urbanas.
- Igual o superior a 0,45 en vías rurales

**4.2.3 Líneas longitudinales.** Son las empleadas para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar y/o estacionar; impresas en material reflectivo a lo largo de la calzada, pueden ser empleadas para delinear carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos; y, para advertir la aproximación a un cruce cebra.

## **Características.**

**Mensaje.** Las líneas longitudinales señalan los sectores donde se permite o prohíbe adelantar, virare en "U" o virar a la izquierda o donde se prohíbe estacionar.

**Forma.** Pueden ser continuas, segmentadas y zigzag, las continuas independiente de su color amarillo o blanco indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, engeneral la línea continua no debe ser traspasada ni se debe circular sobre ella, y las segmentadas, indican que pueden ser traspasadas y donde dichas maniobras están permitidas.

**Colores.** Los colores para la señalización horizontal sobre el pavimento deben cumplir los siguientes conceptos básicos:

### **Líneas amarillas definen:**

- Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas (líneas centralesdobles sobre calzadas de múltiples carriles).
- Restricciones (Líneas de barrera, que indican prohibición de cruzar).
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)
- Isletas de tránsito.

### **Líneas blancas definen:**

- La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
- Línea de borde de pavimento.
- líneas canalizadoras.

- Proximidad a un cruce cebra
- Aproximaciones a obstrucciones.

**Línea azul definen:**

- Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

**Dimensiones.** De acuerdo con la normativa INEN se establece que “Las dimensiones de las líneas longitudinales deben ser:

- Una línea continua de color amarillo prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 150 mm.
- Doble línea continua (línea de barrera). Son dos líneas continuas de color amarillo, con separación igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Una línea segmentada. Consiste en segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.
- Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.
- En el caso de señalizaciones complementarias (tachas) el color indica lo señalado en la parte anterior correspondiente a tachas”

**4.2.4 Líneas de separación de flujos opuestos.** Son de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos.

Generalmente son ubicadas en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de carriles no es asimétrica para cada sentido de circulación, dicha ubicación no coincide con el eje central.

Cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazarlevemente estas líneas para asegurar una mayor duración de estas.

Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debe señalizarse siempre y cuando se cumpla los siguientes requisitos, constantes en el Reglamento.

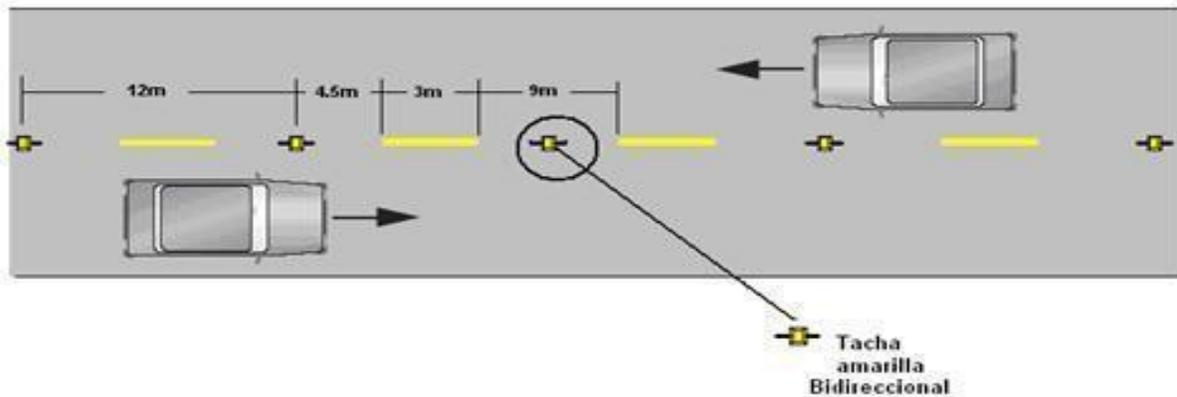
- En vías rurales con ancho de calzada mínima de 5,60 m y con un TPDA de 300 vehículos o más.
- En vías urbanas con un ancho de calzada mínima de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más.

**4.2.5 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.** Estas líneas deben ser color amarillo, siempre que haya seguridad pueden ser traspasadas, por lo general se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes.

**Tabla 13.** Relación línea de separación de circulación opuesta.

Velocidad Max de la via(KM/H)	Ancho de la línea (mm)	Patron (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12.00	3-9
Mayor a 50	150	12.00	3-9

Fuente: Gavilanes (2013).



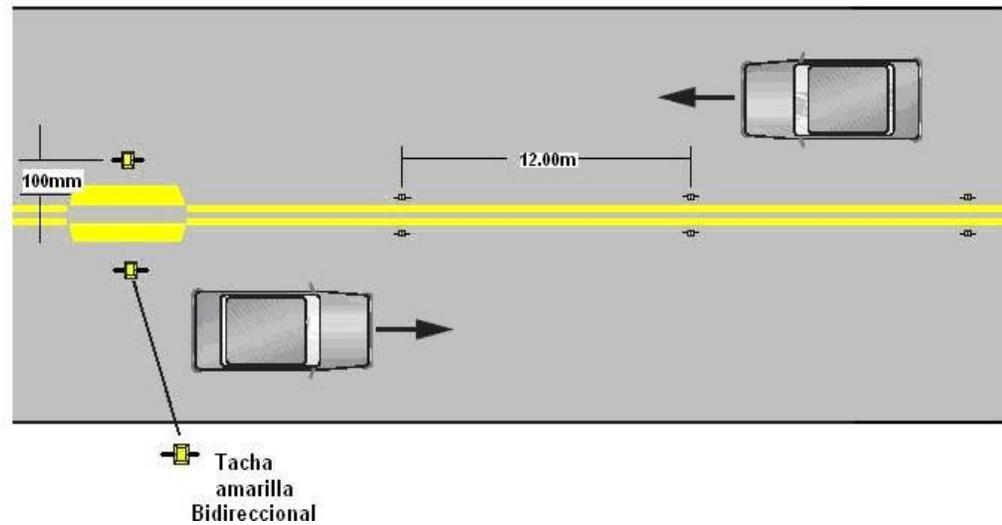
**Figura 11.** Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.

Fuente: Gavilanes (2013).

En una vía de baja velocidad ( $\leq 50$  km/h) para señalizar se utilizará una línea de 100 mm de ancho, con un patrón de 12,00 m y una relación de 3 - 9, es decir 3,00 m pintados y 9,00 m de separación.

Si el lugar donde se va a ubicar las señalizaciones presenta condiciones adversas como visibilidad escasa será necesario colocar tachas de color amarillo.

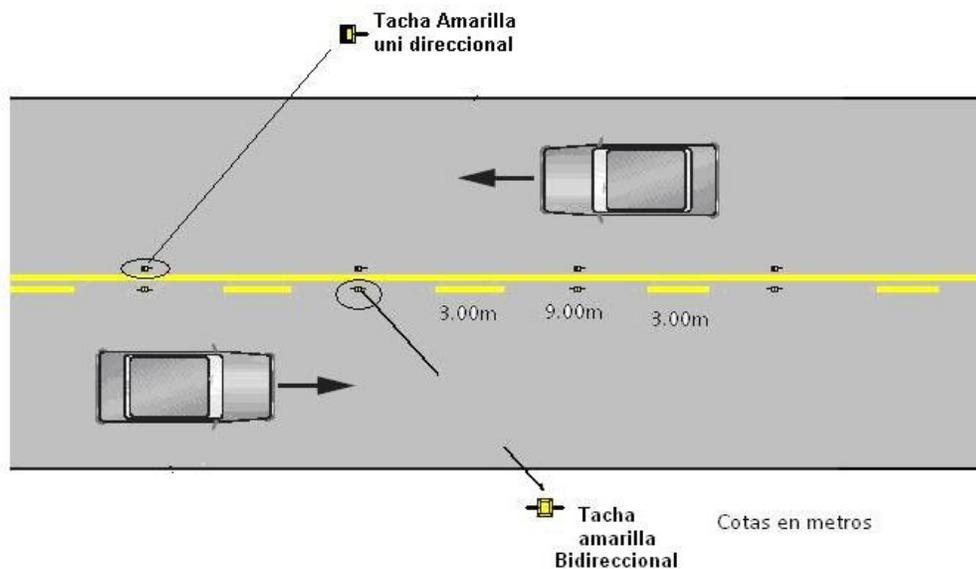
***Doble línea continua (línea de barrera).*** Son dos líneas paralelas de color amarillo se utilizan para la separación de carriles de circulación opuesta, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm.



**Figura 12.** Doble línea continua (línea de barrera), con ejemplo de tachas a 12,00 m.

Fuente: Gavilanes (2013).

**Doble línea mixta.** Es un conjunto de líneas amarillas paralelas, una continua la otra segmentada, de un ancho mínimo de 100 mm cada una, separadas por un espacio de 100 mm. Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar en el sentido de la discontinua y la prohibición de hacerlo de la en sentido de la continua a la discontinua.



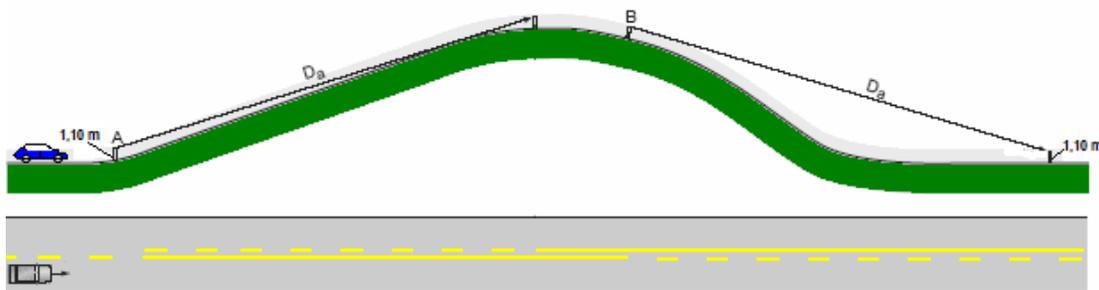
**Figura 13.** Doble línea mixta: continua y segmentada.

Fuente: Gavilanes (2013).

**4.2.6 Zonas de NO REBASAR.** Estas zonas están delimitando longitudinalmente los sitios en los cuales está prohibido el adelantamiento en uno u otro sentido o en ambos a la vez, deben ser definidas cuidadosamente conforme a los criterios especificados a continuación:

Las zonas de NO REBASAR deben ser establecidas, además de los lugares que específicamente señala el Reglamento de Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, en todos aquellos sitios en los que exista una distancia de visibilidad de rebasamiento menor a la distancia de rebasamiento mínimo. “Esta última distancia es la necesaria para que el vehículo abandone su carril, pase al vehículo que lo precede y retorne a su carril en forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo rebasado ni la de otro que se desplace en sentido contrario por el carril utilizado para el rebasamiento”.

Tratándose de curvas verticales la distancia de visibilidad de rebasamiento es la máxima distancia a lo largo de la cual un objeto que se encuentra 1,10 m por encima de la superficie del pavimento puede ser visto desde un punto, también a 1,10 m por encima del pavimento, como se ilustra.



**Figura 14.** Zonas de NO REBASAR en curva vertical.

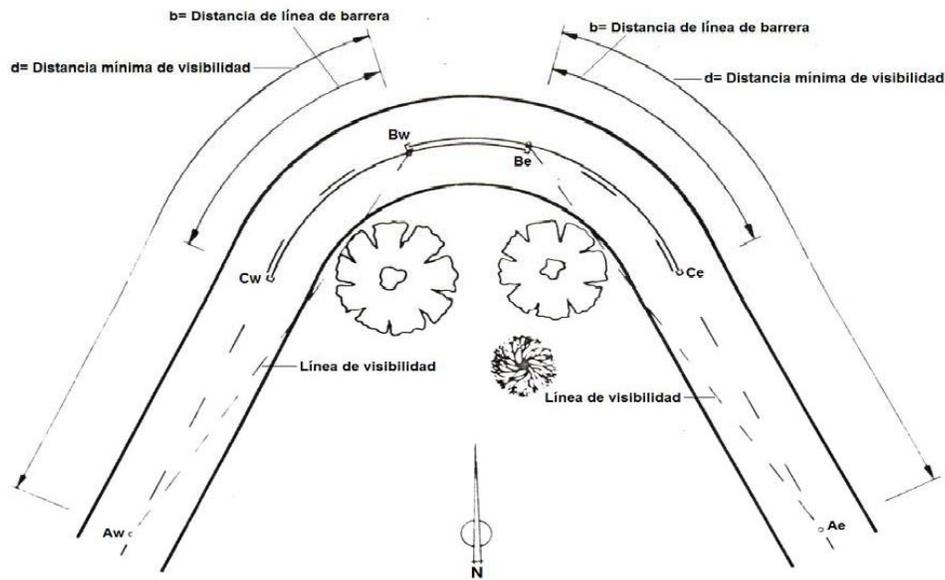
Fuente: Gavilanes (2013).

La distancia de visibilidad de rebasamiento en una curva horizontal es aquella que se mide a lo largo del centro del carril más a la derecha en el sentido de circulación, entre dos puntos que se encuentran 1,10 m sobre la superficie del pavimento, en la línea tangencial al radio interno u otra obstrucción que recorte la visibilidad dentro de la curva.

**Tabla 14.** Distancia de rebasamiento mínimo, según la AASHTO, para autopistas y calles.

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancias mínimas de rebasamiento (m)
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350
100	430

Fuente: Gavilanes (2013).



**Figura 15.** Zonas de NO REBASAR en curva horizontal.

Fuente: Gavilanes (2013).

Por facilidad la distancia de visibilidad de rebasamiento es medida a través de la línea del carril central, no será de mayor importancia tomar en cuenta las pequeñas diferencias entre curvas derechas o izquierdas.

Ejemplo: Para una curva a la derecha, el vehículo que rebasa está en la parte de afuera de la curva y, para una curva a la izquierda está dentro de la misma.

Las demarcaciones para curvas verticales son directamente análogas con las curvas horizontales.

**Líneas de pare.** Pueden demarcarse a través de un carril o carriles que se aproxima a un dispositivo de control de tránsito, lugar en el cual el conductor de manera obligada deberá detenerse antes de ingresar a la vía prioritaria para reanudar la marcha con seguridad; estos dispositivos comprenden los siguientes:

**Línea de pare en intersección con señal vertical de pare.** Esta línea se demarca siguiendo la alineación de la proyección de los bordillos hacia el interior de la vía, donde se obliga o se necesita detener el tráfico.

**Retro reflectividad e iluminación.** De la misma manera se comprobará que cumpla su objetivo realizando pruebas de retro reflectividad, de modo que puedan verse sus colores y forma, tanto en la noche como en el día.

**Señal de PARE.** Su instalación es obligatoria en las aproximaciones a las intersecciones, donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, y obliga al conductor a parar al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección.

- Leyenda y borde retro reflectivo blanco
- Fondo retro reflectivo rojo



**Figura 16.** Imagen señal de Pare.

Su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha sólo cuando puedan hacerlo en condiciones seguras y que no exista posibilidad de darse un accidente.

El sitio de detención debe permitir al conductor buena visibilidad sobre la vía prioritaria para poder reanudar la marcha con seguridad.

“Cuando existen vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal se vea obstaculizada, ésta debe ser reforzada, instalándola también al costado izquierdo, o bien, utilizando una de mayor dimensión. En las intersecciones, la señal debe instalarse tan cerca como sea posible al sitio de conflicto del borde de la intersección de las calzadas.

**Ceda el paso.** Se utiliza en aproximaciones a intersecciones donde el tráfico que debe ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tráfico de la vía mayor (principal).

- Leyenda negra
- Borde rojo retro reflectivo

- Fondo blanco retro reflectivo



**Figura 17.** Señal de tránsito ceda el paso.

Fuente: Google.

Indica a los conductores que deben ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía a la cual se aproximan sin necesidad de detenerse, si en el flujo vehicular por dicha vía existe un espacio suficiente para cruzarla o para incorporarse con seguridad.

“Cuando existen vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal se vea obstaculizada, ésta debe ser reforzada, instalándola también al costado izquierdo, o bien, utilizando una de mayor dimensión.

Se usa en los siguientes casos:

- Para el control de tránsito en sitios como intersecciones canalizadas, aberturas centrales sobre vías con parterre y en redondeles.
- En un extremo de secciones cortas de calzadas de una vía, incluyendo puentes de una vía, y en soluciones similares y c. Se utiliza en aproximación a intersecciones donde el tránsito que va a ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tránsito de la vía principal.

- Cuando el diseño geométrico de un carril de aceleración es tal que no permite la incorporación directa al tráfico principal.

**Una vía izquierda o derecha.** Señalización que obliga a los conductores a circular solo a la izquierda o a la derecha dependiendo el sentido en el que se encuentren las flechas de las señales.

- Flecha y borde blanco retro reflectivo
- Leyenda y fondo negros



**Figura 18.** Señal de tránsito una vía.

Fuente: Google.

**Doble vía.** Esta señal se utiliza para indicar que en una vía el tránsito puede fluir en dos direcciones. Debe ubicarse en el comienzo de una calzada o calle de doble sentido de circulación.

- Leyenda y fondo negro mate
- Flecha y borde blanco retro reflectivo



**Figura 19.** Señal de tránsito doble vía.

Fuente: Google.

## 5. Conclusiones

Es fundamental contar con un plan de mantenimiento bien estructurado que incluya inspecciones regulares, identificación de problemas y asignación de recursos para su solución. Una planificación adecuada permite una gestión eficiente y oportuna del mantenimiento de la vía secundaria.

El enfoque en el mantenimiento preventivo es clave para evitar la aparición de fallas mayores en la vía secundaria. Realizar actividades como el sellado de grietas, la limpieza de cunetas y la reparación de baches de manera regular ayuda a preservar la integridad del pavimento y prolongar su vida útil.

La detección temprana de problemas en la vía secundaria es fundamental para tomar medidas correctivas oportunas. La realización de inspecciones visuales, el uso de tecnología como drones y la aplicación de técnicas de evaluación estructural pueden ayudar a identificar defectos y fallas antes de que se vuelvan más graves.

Se deben realizar actividades de mantenimiento rutinario, como limpieza de drenajes, deshierbe, reparación de señalización y reemplazo de elementos dañados. Estas acciones contribuyen a mantener la seguridad y funcionalidad de la vía secundaria.

Es esencial asignar los recursos adecuados para el mantenimiento de la vía secundaria. Esto incluye el personal capacitado, equipos y materiales necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de manera eficiente. Una gestión adecuada de los recursos garantiza que el mantenimiento se realice de manera efectiva y oportuna.

Mantener una comunicación y coordinación estrecha con las autoridades competentes, como el gobierno local y departamental, permite obtener el apoyo necesario para el mantenimiento de la vía secundaria. Esto incluye la coordinación de recursos, el acceso a información actualizada y el cumplimiento de las normas y regulaciones vigentes.

Los trabajos oportunos de mantenimiento y rehabilitación destinado a infraestructura vial, señalización y sistema de drenaje permitirá a los municipios y veredas del tramo vial de estudio, una mayor reducción a los costó de mejoramiento de las vías secundarias, ya que prolongar el tiempo para realizar estos trabajos pasaran a realizar trabajos de reconstrucción.

## 6. Recomendaciones

Establecer un programa de inspecciones periódicas para evaluar el estado de la vía secundaria. Esto permitirá identificar problemas y necesidades de mantenimiento de manera oportuna.

Enfocarse en actividades de mantenimiento preventivo, como el sellado de grietas, la limpieza de drenajes y la aplicación de capas de sellado en el pavimento. Estas acciones ayudarán a prevenir la aparición de fallas mayores y prolongar la vida útil de la vía secundaria.

Los baches y las grietas deben ser reparados lo más pronto posible para evitar que se agranden y causen daños adicionales al pavimento. Utilizar técnicas y materiales adecuados para asegurar reparaciones duraderas.

Los sistemas de drenaje de la vía secundaria deben estar despejados y funcionando correctamente para evitar la acumulación de agua en la superficie del pavimento. Realizar limpiezas regulares de los drenajes y cunetas para garantizar un buen flujo de agua.

Mantener la vegetación controlada a lo largo de la vía secundaria para evitar que las raíces dañen el pavimento. Realizar la poda regular de árboles y arbustos que estén cerca de la vía y eliminar la vegetación no deseada que pueda obstruir los drenajes.

Verificar regularmente el estado de la señalización vial, las barreras de seguridad y otros elementos de seguridad en la vía secundaria. Realizar reparaciones o reemplazos cuando sea necesario para mantener la seguridad de los usuarios.

Proporcionar capacitación adecuada al personal encargado del mantenimiento de la vía secundaria. Esto incluye conocimientos sobre técnicas de mantenimiento, seguridad vial y manejo de equipos. También es importante fomentar la conciencia y la responsabilidad en la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Involucrar a la comunidad local en el mantenimiento de la vía secundaria, promoviendo la participación ciudadana en la detección y reporte de problemas. Esto puede facilitar la identificación temprana de fallas y contribuir a un mantenimiento más efectivo.

Incorporar tecnologías innovadoras y seguir las mejores prácticas en el campo del mantenimiento vial. Esto incluye el uso de sistemas de monitoreo, técnicas de pavimentación avanzadas y el acceso a información actualizada sobre materiales y métodos de mantenimiento.

Destinar los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para llevar a cabo un mantenimiento efectivo de la vía secundaria. Esto implica una planificación y gestión adecuadas de los presupuestos y la asignación de personal calificado

Se recomienda una inspección permanente del sistema vial. Ubicado en el tramo vial de estudio para el ingreso a las veredas, lo que permite desarrollo, seguridad y calidad. Servicios de transporte prestados en la red viaria a cargo de los municipios que intercomunican esta zona, donde Permitirá mantener el nivel de servicio cercano al 100%, brindar condiciones cómodas y seguridad de las personas.

Los municipios no han realizado un análisis del estado actual del sistema vial, he aquí por qué Se observó la necesidad de implementar inventarios viales que permitan obtener datos Información actualizada de la infraestructura vial, haciendo así que el monto total que se analice

para cada elemento podrá ayudar a implementar la política de Administración para gestionar mejor el uso del presupuesto asignado a la infraestructura vial.

Trabajar en mejorar el modelo utilizado en este trabajo de grado para determinar los puntos críticos de accidentes de tránsito a partir de otras variables relacionadas con la vía y el entorno físico.

Determinar con las autoridades locales de cada municipio el monitoreo continuo del corredor vial de estudio para establecer una tasa de deterioro del pavimento como mínimo de manera semestral, lo cual nos servirá para la temprana identificación de las principales necesidades de los diferentes niveles de intervención evitando sobrecargas económicas a futuro en la intervención de la vía.

## Referencias Bibliográficas

Arias Paz, M. (1995). *Manual de automóviles*. Ed. Dossat.

Asociación Española de la Carretera. (s.f.). AEC. Wikivía. [www.wikivia.org](http://www.wikivia.org)

Asociación Técnica de Carreteras. (1998). *IV Jornadas de Seguridad Vial*. Santander 24 al 27 de noviembre de 1998.

Baguley, C. (2001). The importance of a road accident data system and its utilization. *International Symposium on Traffic Safety Strengthening and Accident Prevention*. Nanjing, China, Nov 28-30.

Baker, J. S. (1970). *Manual de investigación de accidentes de tráfico (traducción de la Dirección General de la Jefatura Central de Tráfico de España)*. Ed. Gala.

Benner, L. (1985). Rating accidents models and investigation methodologies. *Journal of Safety Research* 16(3), 105-126. DOI:10.1016/0022-4375(85)90038-6

Botta, N. A. (2010). *Teorías y modelización de los accidentes* (3ª ed.). Editorial Red Proteger.

Box, G. y Draper, N. (1987). Empirical model-building and response surfaces *Technometrics*, 30(2), 229-231.

Cal, R. y Mayor R. (1982). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones*. Alfaomega.

Campón Domínguez, J.A. (2009). El modelo secuencial de eventos de un siniestro (MOSES). *Securitas Vialis*, 1(3), 91-104.

Chaparro, G. (2008). No linealidad, complejidad y sistemas sociales. *Revista de Antropología Y Sociología: Virajes*, 10, 197–219.

Federal Highway Administration. (1981). *Highway safety improvement program*. US Department of Transportation.

Federal Highway Administration. (1995). *Safety management Systems*. US Department of Transportation.

Hadon, W. (1980). Avances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. *Public Health Reports*, 95(5),411-421.

Izquierdo-Velásquez, C. (2019). *Análisis mecanicista para evaluar el pavimento de la Trocha 12 vía de acceso al pozo Trogon, Municipio de Guamal–Meta, campaña de perforación del año 2020-2021* [Tesis de especialización, Universidad Católica de Colombia].  
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/6349c8cb-13ea-4465-82bc-a58225995d56>

Khisty, C. J. (1990). *Transportation Engineering. An Introduction*. Prentice Hall.

Moreno, M. (2012). *Transporte y Movilidad en el Ordenamiento Territorial de Zipaquirá-Entre la Realidad y la Necesidad*. Pontificia Universidad Javeriana.

Sabey, B. E. (1980). *Road safety and value for money*. Transportation and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

Starkey, P., Ellis, S., Hine, J. y Ternell, A. (2004). *Mejora de la Movilidad Rural: Opciones para el Desarrollo del Transporte Motorizado y No Motorizado En las Áreas Rurales*. World Bank Group.

Trasportation Research Board. (1987). *National Special Report 214. Designing Safer Roads. Practices for Resurfacing, Restoration, and Rehabilitation*. National Research Council.

Treat, J. R. (1980). A study of precrash factors involved in traffic accidents. *HSRI Research Review*, 10(6), 35.

**Anexos**

**Anexo 1.** Registro Fotográfico.

Box couvert



Berma



Punto critico



Condiciones de la via



Punto crítico señalado



Punto critico

