	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		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): JESUS DAVID APELLIDOS: FERNANDEZ PALOMINO

NOMBRE(S): FRANCISCO JAVIER APELLIDOS: TORRADO BARRETO

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): EDGAR JAVIER APELLIDOS: VILLAMIZAR FLOREZ

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): “ESTUDIO DEL ESTADO DEL CORREDOR VIAL Y ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LA OPERACIONALIDAD DE LOS PRIMEROS SIETE KILÓMETROS QUE UNE EL MUNICIPIO DE GRAMALOTE – LOURDES VÍA SECUNDARIA DEL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER”

El análisis del estado de un corredor vial es una tarea fundamental para garantizar la eficiencia, seguridad y comodidad de las personas que utilizan esta infraestructura de transporte. Un corredor vial secundario se refiere a una carretera que, aunque no sea de alto nivel o principal, cumple un papel importante en la conectividad y acceso a diferentes áreas geográficas. Este contenido de este documento tiene como objetivo evaluar las condiciones físicas, operativas y de seguridad de la vía, con el fin de identificar posibles deficiencias y determinar las acciones necesarias para su mantenimiento y mejora. Los corredores viales secundarios desempeñan un papel crucial en la conectividad local y regional, y su estado adecuado es esencial para garantizar un flujo de tráfico eficiente y seguro.

PALABRAS CLAVES:

CARACTERÍSTICAS: Corredor vial, Mejoramiento, Estado del pavimento, Señalización, Operacionalidad.

PÁGINAS: 94 PLANOS: ___ ILUSTRACIONES: ___ CD ROOM: ___

Copia No Controlada

ESTUDIO DEL ESTADO DEL CORREDOR VIAL Y ALTERNATIVAS DE
MEJORAMIENTO PARA LA OPERACIONALIDAD DE LOS PRIMEROS SIETE
KILÓMETROS QUE UNE EL MUNICIPIO DE GRAMALOTE – LOURDES VÍA
SECUNDARIA DEL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

JESUS DAVID FERNANDEZ PALOMINO
FRANCISCO JAVIER TORRADO BARRETO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

ESTUDIO DEL ESTADO DEL CORREDOR VIAL Y ALTERNATIVAS DE
MEJORAMIENTO PARA LA OPERACIONALIDAD DE LOS PRIMEROS SIETE
KILÓMETROS QUE UNE EL MUNICIPIO DE GRAMALOTE – LOURDES VÍA
SECUNDARIA DEL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

JESUS DAVID FERNANDEZ PALOMINO

FRANCISCO JAVIER TORRADO BARRETO

Tesis de Grado presentada como requisito para optar al título de

Ingeniero Civil

Director:

ING. EDGAR JAVIER VILLAMIZAR FLOREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 7 DE MARZO DE 2023 **HORA:** 10:00 a. m.

LUGAR: SALA DE JUNTAS - FU308 - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO DEL ESTADO DEL CORREDOR VIAL Y ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LA OPERACIONALIDAD DE LOS PRIMEROS SIETE KILOMETROS QUE UNE EL MUNICIPIO DE GRAMALOTE – LOURDES, VIA SECUNDARIA DEL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER."

JURADOS: ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
ING. CARLOS JAIR PORRAS MARTINEZ

DIRECTOR: INGENIERO EDGAR JAVIER VILLAMIZAR FLOREZ

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
JESUS DAVID FERNANDEZ PALOMINO	1113437	4,3	CUATRO, TRES
FRANCISCO JAVIER TORRADO BARRETO	1113415	4,3	CUATRO, TRES

A P R O B A D A


ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO


ING. CARLOS JAIR PORRAS MARTINEZ

Vo. Bo.



JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Problema	11
1.1 Título	11
1.2 Planteamiento del Problema	11
1.3 Formulación del Problema	12
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivo General.	12
1.4.2 Objetivos Específicos.	12
1.5 Justificación	13
1.6 Alcances y Limitaciones	14
1.6.1 Alcances.	14
1.6.2 Limitaciones.	14
1.7 Delimitaciones	14
1.7.1 Delimitación Espacial.	14
1.7.2 Delimitación Temporal.	14
1.7.3 Delimitación Conceptual.	14
2. Marco Referencial	16
2.1 Antecedentes	16
2.1.1 Antecedentes Empíricos.	16
2.1.2 Antecedentes Bibliográficos.	16
2.2 Marco Contextual	17

2.3 Marco Teórico	18
2.4 Marco Conceptual	62
2.5 Marco Legal	64
3. Diseño Metodológico	67
3.1 Tipo de Investigación	67
3.2 Población y Muestra	67
3.2.1 Población.	67
3.2.2 Muestra.	67
3.3 Instrumentos para la Recolección de Información	67
3.3.1 Información primaria.	67
3.3.2 Información secundaria.	68
3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	68
4. Resultados	69
Conclusiones	86
Recomendaciones	88
Referencias Bibliográficas	90
Anexos	92

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación del tramo Gramalote - Lourdes.	18
Figura 2. Participación de las fuentes de los recursos municipales invertidos.	21
Figura 3. Elementos del acceso físico.	38
Figura 4. Porcentaje componentes viales.	73
Figura 5. Cantidad de cada componente vial.	73

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Características de la movilidad.	41
Tabla 2. Sistema de indicadores de movilidad.	44
Tabla 3. Planificación del transporte.	47
Tabla 4. Esquema de cambios al pasar de tráfico a la movilidad.	48
Tabla 5. Puntos: puente, alcantarillas, muros	69
Tabla 6. Puntos: cuneta, proyección de alcantarillas y muro.	71
Tabla 7. Componentes de la vía 1.	73
Tabla 8. Componentes de la vía 2.	74

Introducción

Las vías de transporte son fundamentales para el desarrollo económico y social de cualquier país, región o ciudad. En Colombia, las vías terrestres son las principales herramientas para la movilidad de personas y bienes. En el departamento de Norte de Santander, las vías secundarias son especialmente importantes debido a su papel en la conexión entre las áreas rurales y urbanas, y entre las zonas de producción y consumo. Sin embargo, muchas de estas vías presentan problemas en su estado y condiciones de operación, lo que genera graves consecuencias para la economía local y la calidad de vida de las personas.

El propósito de este estudio es analizar el estado de una vía secundaria en el departamento de Norte de Santander, identificar los problemas que afectan su funcionamiento y proponer soluciones para mejorar su estado y condiciones de operación. El estudio se enfoca en una vía secundaria que conecta varios municipios del departamento y que es utilizada principalmente por el sector agrícola y el transporte de carga.

El estudio se realizará mediante una metodología de investigación que combina la revisión documental, la observación directa y la aplicación de instrumentos de medición y análisis. La revisión documental se centrará en la documentación técnica y legal relacionada con la vía, incluyendo estudios previos, permisos y registros de mantenimiento. La observación directa se llevará a cabo en diferentes momentos y condiciones de operación de la vía, con el objetivo de identificar los problemas que afectan su estado y condiciones de operación. Finalmente, la aplicación de instrumentos de medición y análisis se centrará en la evaluación de aspectos específicos como la calidad del pavimento, la señalización, la capacidad de carga, la seguridad vial y la eficiencia operativa de la vía.

El resultado de este estudio será un informe detallado que incluirá una descripción del estado actual de la vía, los problemas identificados y las soluciones propuestas para mejorar su estado y condiciones de operación. Este informe será una herramienta valiosa para los tomadores de decisiones en el departamento de Norte de Santander, ya que permitirá definir las prioridades en cuanto al mantenimiento y mejora de la vía en cuestión, y en consecuencia mejorar la calidad de vida de las personas y promover el desarrollo económico y social de la región.

El estudio del estado de una vía secundaria en el departamento de Norte de Santander en Colombia es de vital importancia para garantizar la adecuada movilidad de las personas y el transporte de bienes en la región. El informe que se generará a partir de este estudio será una herramienta fundamental para los tomadores de decisiones en la región, ya que permitirá definir las prioridades en cuanto al mantenimiento y mejora de la vía en cuestión. Se espera que los resultados de este estudio contribuyan significativamente a la mejora del estado de la vía y a su óptimo funcionamiento. La seguridad vial “se define como la disciplina que estudia y aplica las acciones y mecanismos tendientes a garantizar el buen funcionamiento de la circulación en la vía pública, previniendo los accidentes de tránsito”, hace concepto a todos aquellos comportamientos que las personas deben tener en la vía pública, tanto como peatones, conductores o pasajeros, las cuales se encuentran orientadas a propiciar su seguridad integral y la de otros”.

1. Problema

1.1 Título

“Estudio del estado del Corredor Vial y Alternativas de Mejoramiento para la Operacionalidad de los primeros siete kilómetros que une el municipio de Gramalote – Lourdes vía secundaria del Departamento de Norte de Santander”.

1.2 Planteamiento del Problema

El estado de las vías terrestres en Colombia ha sido un tema recurrente en los últimos años debido a la importancia que tienen para el desarrollo económico y social del país. En el departamento de Norte de Santander, las vías secundarias son especialmente importantes debido a su papel en la conexión entre las áreas rurales y urbanas, y entre las zonas de producción y consumo. Sin embargo, muchas de estas vías presentan problemas en su estado y condiciones de operación, lo que genera graves consecuencias para la economía local y la calidad de vida de las personas.

El problema que se plantea en este estudio es el estado de una vía secundaria en el departamento de Norte de Santander que conecta varios municipios y es utilizada principalmente por el sector agrícola y el transporte de carga. Esta vía presenta una serie de problemas en su estado y condiciones de operación, lo que afecta negativamente su eficiencia, seguridad y calidad de servicio. Algunos de los problemas identificados incluyen la falta de mantenimiento, la presencia de baches y grietas en el pavimento, la ausencia de señalización adecuada, la falta de iluminación y la inadecuada capacidad de carga.

Es necesario abordar este problema de manera integral, identificando las causas y consecuencias de los problemas y proponiendo soluciones efectivas para mejorar el estado y las condiciones de operación de la vía. Las alternativas de mejora pueden ser diversas y deberán ser analizadas con detenimiento para determinar su viabilidad técnica, económica y social.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo establecer el estado de la malla vial del sector vial de estudio, para determinar qué alternativas de mejoramiento a la operacionalidad aplicar?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General. Desarrollar un estudio del estado del corredor vial gramalote Lourdes en sus primeros 7 kilómetros, para determinar las alternativas de solución para el mejoramiento de la transitabilidad de este tramo de estudio.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Recopilar información que permita determinar el estado de la red vial en el tramo de estudio.
- Determinar el estado y ubicación de los componentes viales y su estado.
- Descripción de los principales puntos críticos identificados en el tramo vial investigado.
- Recomendar estrategias preventivas para reducir los accidentes de tránsito.

1.5 Justificación

Para realizar un estudio sobre el estado de esta vía secundaria y sus alternativas de mejora se basa en varios aspectos. Como primera medida, la vía tiene un papel fundamental en la economía local y en el desarrollo social de la región. Es utilizada por el sector agrícola para transportar sus productos a los mercados locales y nacionales, así como por el sector del transporte de carga para movilizar bienes y mercancías a lo largo de la vía.

El mal estado de la vía secundaria está generando graves consecuencias para la economía local y la calidad de vida de las personas. Las dificultades en la operación de la vía generan mayores costos y pérdidas económicas para el sector productivo, afectando negativamente su competitividad y rentabilidad. Además, la falta de mantenimiento y la inadecuada capacidad de carga pueden generar mayores tiempos de traslado y aumentar el riesgo de accidentes de tránsito, lo que afecta la seguridad vial y la calidad de vida de las personas que utilizan la vía.

La realización de un estudio sobre el estado de la vía secundaria y sus alternativas de mejora es fundamental para identificar las causas y consecuencias de los problemas, y proponer soluciones efectivas que permitan mejorar la eficiencia, seguridad y calidad de servicio de la vía. Este estudio debe incluir una evaluación del estado de la vía, identificando las necesidades de mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura vial, así como un análisis de los costos y beneficios de las alternativas de mejora propuestas.

Las alternativas de mejora pueden ser diversas y deben ser analizadas con detenimiento para determinar su viabilidad técnica, económica y social. Entre las alternativas que se pueden considerar se encuentran el mantenimiento preventivo y correctivo de la vía, la ampliación y mejoramiento de la capacidad de carga, la mejora de la iluminación y señalización vial, la

implementación de medidas de control de velocidad y la instalación de reductores de velocidad, entre otras.

1.6 Alcances y Limitaciones

1.6.1 Alcances. En este trabajo de investigación se quiere analizar e identificar las variables sobre los problemas de seguridad vial, para poder formular las disyuntivas y así poder obtener una disminución en la accidentalidad.

Ofrecer una información concreta sobre el tramo vial de estudio que comprende los k0+00, hasta el k7+00 de la vía que comunica los cascos urbanos de Gramalote y Lourdes.

1.6.2 Limitaciones. Una de las principales consecuencias que se presentan diario son los factores climáticos que traen como consecuencia la interrupción de los trabajos o de las actividades que se realizan.

1.7 Delimitaciones

1.7.1 Delimitación Espacial. El lugar donde se llevará a cabo el estudio de verificación del estado de la vía será el tramo vial comprendido desde la salida del casco urbano del municipio de gramalote hasta el k7+00 de la vía secundaria conducente al municipio de Lourdes, Norte De Santander.

1.7.2 Delimitación Temporal. Para este Proyecto se contará con el Tiempo de 4 meses cumpliendo todas las actividades planteadas en el cronograma.

1.7.3 Delimitación Conceptual. Se tratarán términos relacionados con:

- Estado de la vía

- Tipos de componentes viales
- Marcas viales
- Señal de tránsito

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Empíricos. *“Assessment of the Condition of Rural Roads in Nepal”* por M. P. Ghimire y G. P. Pokharel. Este estudio evalúa el estado de las carreteras rurales en Nepal y propone soluciones para mejorar su estado y capacidad de servicio.

“Evaluation of Low Volume Road Maintenance Techniques in Botswana” por M. Mphathi y M. Moalosi. Este estudio evalúa técnicas de mantenimiento de carreteras de bajo volumen en Botswana y propone mejoras para aumentar su eficiencia y reducir costos.

“Sustainable Road Maintenance Management for Rural Roads in Indonesia” por E. Santoso, D. Kusumastuti y D. Kurniawan. Este estudio propone un modelo de gestión sostenible para el mantenimiento de carreteras rurales en Indonesia, que incluye soluciones tecnológicas y de capacitación para el personal responsable del mantenimiento.

2.1.2 Antecedentes Bibliográficos. *“Diagnóstico y diseño de alternativas de mejora para la red vial secundaria de la provincia de Mendoza, Argentina”* por M. Dejoz y P. Arboit. Este estudio analiza el estado de la red vial secundaria en la provincia de Mendoza, Argentina, y propone soluciones para mejorar su calidad y eficiencia.

“Evaluación del estado de las carreteras en Bolivia y propuesta de mejoras” por A. Vásquez y R. Oporto. Este estudio evalúa el estado de las carreteras en Bolivia y propone soluciones para mejorar su calidad y capacidad de servicio.

“Evaluación de la calidad de la red vial secundaria en el departamento de Antioquia, Colombia” por F. Montoya y J. Echeverri. Este estudio evalúa la calidad de la red vial secundaria en el departamento de Antioquia, Colombia, y propone soluciones para mejorar su estado y capacidad de servicio.

“Análisis del estado y necesidades de mantenimiento de la red vial secundaria en el departamento de La Paz, Paraguay” por F. Cabrera y R. González. Este estudio analiza el estado de la red vial secundaria en el departamento de La Paz, Paraguay, y propone soluciones para mejorar su calidad y eficiencia.

“Planificación y gestión del mantenimiento de la red vial secundaria en el estado de São Paulo, Brasil” por R. L. Tavares y F. F. Neto. Este estudio analiza la planificación y gestión del mantenimiento de la red vial secundaria en el estado de São Paulo, Brasil, y propone soluciones para mejorar su eficiencia y reducir costos.

“Evaluación de la condición de la red vial secundaria en la región de Arequipa, Perú” por R. Corrales y J. Flores. Este estudio evalúa la condición de la red vial secundaria en la región de Arequipa, Perú, y propone soluciones para mejorar su estado y capacidad de servicio.

2.2 Marco Contextual

El tramo vial en estudio se encuentra localizado en el Departamento del Norte de Santander, exactamente por el tramo que comprende los primeros 7 kilómetros de vía que intercomunica los cascos urbanos de los municipios de Gramalote y Lourdes.

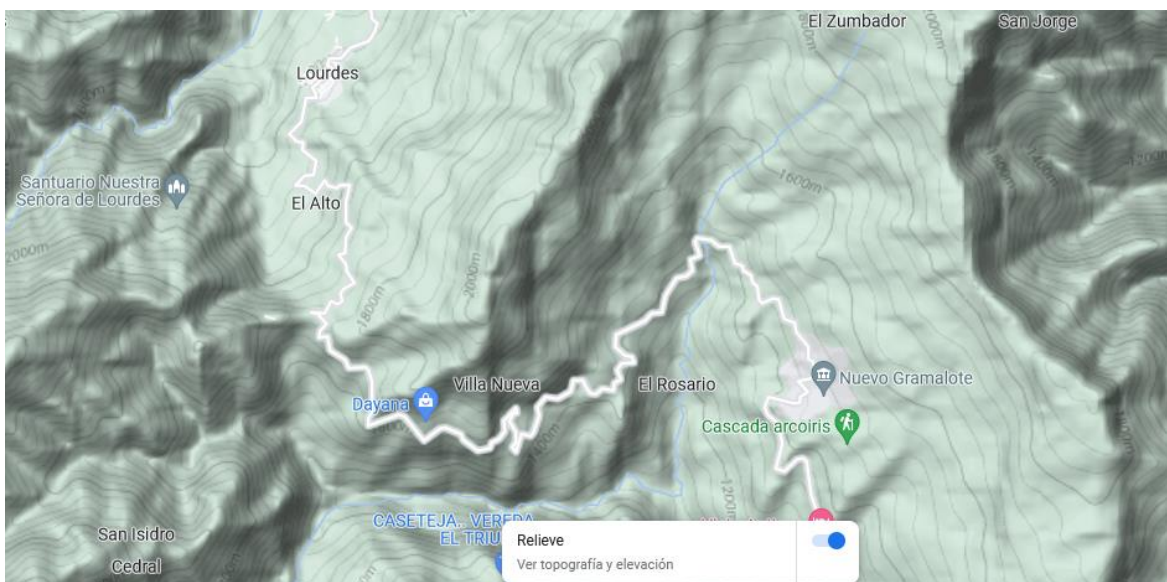


Figura 1. Ubicación del tramo Gramalote - Lourdes.

Fuente: Google Maps.

2.3 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 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 prefactibilidad 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. (Castro, 2015)

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 INVÍAS, 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. Ahora estos órganos de control toman la respectiva solicitud y la evalúan bajo el criterio de viabilidad del proyecto, además de la posible entidad ejecutora del mismo, todo esto basado en la información suministrada por quienes realizan la solicitud, además de criterios propios. La inversión requerida para intervenir las vías secundarias y terciarias es alta, ya que la atención de vías incluidas en el programa de los Contratos-Plan, es de \$2.223.758 millones repartidos entre los años 2013 y 2017. Adicionalmente El Sistema General de Regalías como una de las entidades más importantes en tema de inversiones departamentales, destino entre los años 2012 a 2013, la suma de \$2.284.999 millones de pesos. Esto sin contar la propia inversión que los departamentos hacen.

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.

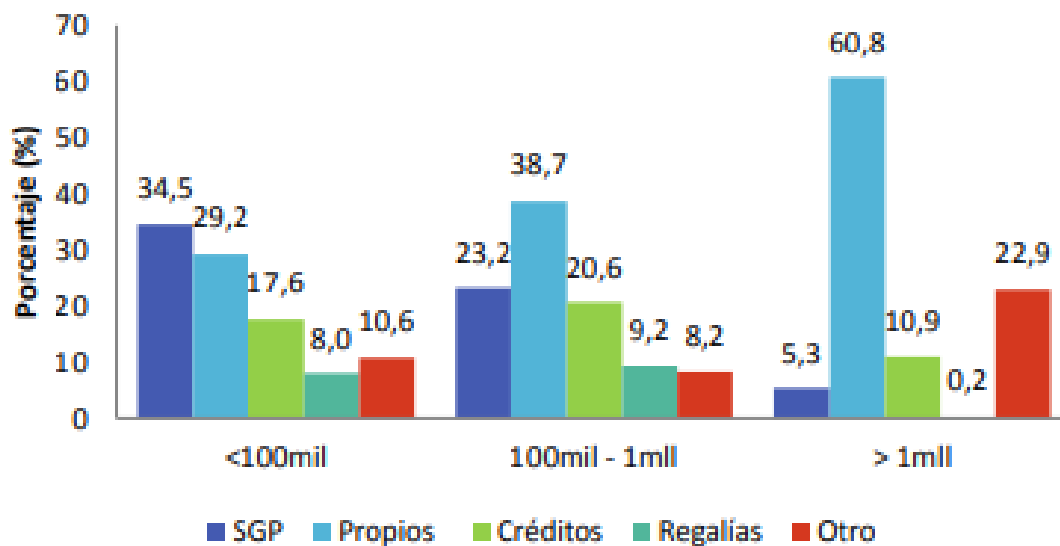


Figura 2. Participación de las fuentes de los recursos municipales invertidos.
Fuente: Fedesarrollo con base en Ejecuciones Presupuestales Municipales recogidas por la DDTS – DNP.

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 zonas a 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 mismos⁴.

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).

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.

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.

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.

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, p.183)

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. (Ramírez Romero, Colombia su Infraestructura y el Desarrollo Nacional)

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 de 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.²⁶ 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 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. (Ospina Ovalle, 2016)

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. (Ospina Ovalle, 2016). 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. (Muñoz Prieto, 2022).

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. 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. (Ospina Ovalle, 2016)

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 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 últimas 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.

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.

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.

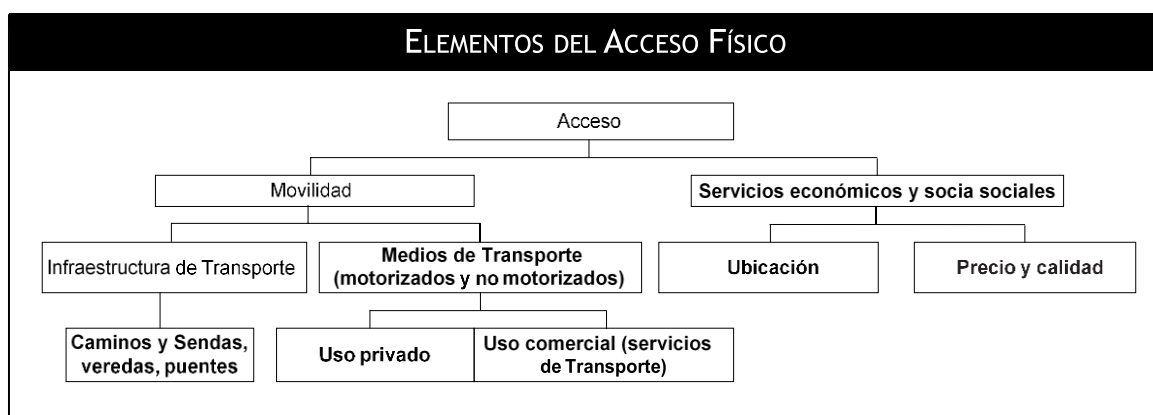


Figura 3. Elementos del acceso físico.

Fuente: Mejora de la movilidad rural: opciones para el desarrollo del transporte motorizado y no motorizado en las áreas rurales. Starkey, Ellis, Hine y Ternell (2004)

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 ellos (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.

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.

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).

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.

1. Problemas puntuales de tráfico en horas punta.	Porque si la movilidad no tiene una buena organización durante las horas punta pueden producirse problemas de congestión, por el incremento del vehículo privado
2. Interoperabilidad de los elementos.	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.
3. Existe una estrecha relación entre los usos del suelo y la movilidad.	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.

4. Sistema dinámico.	La población evoluciona según las necesidades, por ello el modelode movilidad debe adaptarse a estas necesidades y evolucionar a lamisma vez que la población.
-----------------------------	--

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).

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 derivan 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.*

Componente 1. Movilidad observada	
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
Componente 2. Sistema de Transporte público	
Variables:	Dotación y calidad
	Distribución espacial:
	- Interconectividad
	- Accesibilidad
	- Intermodalidad
Componente 3. Modelo urbano	
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

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:

1. 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.

2. 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.*

Establecimiento	De una visión de lo que una comunidad quiere ser y como el sistema encaja en esta visión.
Entendimiento	De los tipos de decisiones que necesitan hacer para lograr esta visión.
Evaluación	De las oportunidades y limitaciones del futuro en la relación a las metas y las medidas de actuación del sistema deseado.
Identificación	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.
Relacionamiento	De las alternativas de decisión a las metas, objetivos o las medidas de actuaciones establecidas para un área, agencia o empresa.
Presentación	De esta información a los responsables de la toma de decisión en una forma entendible y útil.
Ayuda	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.

	Tráfico	Movilidad
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 departamentos de vía pública, obras y urbanismo.	Participación de los diferentes agentes sociales. Consulta y coordinación con los distintos departamentos y administraciones.
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: Movilidad y Ciudad del Siglo XXI, Montezuma, 2010.

El pavimento flexible es susceptible a diferentes tipos de fallas que pueden afectar su desempeño y durabilidad. A continuación, se describen los tipos de fallas más comunes en el pavimento flexible en Colombia, enfocándonos en las grietas longitudinales.

I. Grietas longitudinales.

Las grietas longitudinales son una de las fallas más comunes en el pavimento flexible. Estas se presentan en la dirección del flujo de tráfico y pueden variar en longitud y profundidad. Las grietas longitudinales pueden aparecer en diferentes capas del pavimento, incluyendo la capa de rodadura, la base y la subrasante.

Causas de las grietas longitudinales.

Las grietas longitudinales pueden ser causadas por varios factores, incluyendo:

Fatiga del pavimento: Las cargas repetitivas del tráfico pueden causar fatiga en el pavimento, lo que puede resultar en la formación de grietas longitudinales.

Contracción térmica: Las variaciones de temperatura pueden hacer que el pavimento se contraiga y expanda, lo que puede causar tensiones y la formación de grietas longitudinales.

Asentamiento diferencial: El asentamiento diferencial de las capas del pavimento puede crear tensiones en el pavimento, lo que puede resultar en la formación de grietas longitudinales.

Consecuencias de las grietas longitudinales.

Las grietas longitudinales pueden tener varias consecuencias negativas para el pavimento, incluyendo:

Reducción de la vida útil del pavimento: Las grietas longitudinales pueden acelerar el deterioro del pavimento y reducir su vida útil.

Aumento de la posibilidad de infiltración de agua: Las grietas longitudinales pueden permitir que el agua penetre en el pavimento, lo que puede provocar el debilitamiento de las capas del pavimento y la formación de baches.

Aumento del riesgo de accidentes: Las grietas longitudinales pueden afectar la seguridad vial al hacer que la superficie del pavimento sea más resbaladiza y menos estable.

Métodos de reparación de las grietas longitudinales.

Las grietas longitudinales se pueden reparar utilizando diferentes métodos, incluyendo:

Sellado de grietas: El sellado de grietas es un método común para reparar grietas longitudinales. Consiste en llenar las grietas con un sellador de asfalto para evitar la infiltración de agua y evitar que las grietas se expandan.

Fresado y recubrimiento: Este método consiste en retirar la capa superior de la capa de rodadura y reemplazarla con una nueva capa de asfalto.

Revestimiento delgado: El revestimiento delgado es un método de mantenimiento preventivo que consiste en aplicar una capa delgada de asfalto sobre el pavimento existente para protegerlo de la infiltración de agua y la formación de grietas.

Reemplazo de la capa de rodadura: En casos graves, la capa de rodadura puede requerir ser reemplazada completamente para reparar las grietas longitudinales y restaurar la integridad del pavimento.

II. Grietas transversales.

Otra falla común en el pavimento flexible son las grietas transversales. Estas se presentan en ángulo recto con la dirección del flujo de tráfico y pueden variar en longitud y profundidad. Las grietas transversales también pueden aparecer en diferentes capas del pavimento.

Causas de las grietas transversales.

Las grietas transversales pueden ser causadas por varios factores, incluyendo:

Contracción térmica: Las variaciones de temperatura pueden hacer que el pavimento se contraiga y expanda, lo que puede causar tensiones y la formación de grietas transversales.

Subrasante deficiente: Una subrasante deficiente puede no tener la capacidad de soportar las cargas del tráfico, lo que puede provocar la formación de grietas transversales.

Diseño inadecuado: Un diseño de pavimento inadecuado puede provocar la formación de grietas transversales debido a la falta de resistencia del pavimento a las cargas del tráfico.

Consecuencias de las grietas transversales.

Las grietas transversales también pueden tener varias consecuencias negativas para el pavimento, incluyendo:

Reducción de la vida útil del pavimento: Las grietas transversales pueden acelerar el deterioro del pavimento y reducir su vida útil.

Aumento de la posibilidad de infiltración de agua: Las grietas transversales pueden permitir que el agua penetre en el pavimento, lo que puede provocar el debilitamiento de las capas del pavimento y la formación de baches.

Aumento del riesgo de accidentes: Las grietas transversales pueden afectar la seguridad vial al hacer que la superficie del pavimento sea más resbaladiza y menos estable.

Métodos de reparación de las grietas transversales.

Las grietas transversales se pueden reparar utilizando diferentes métodos, incluyendo:

Sellado de grietas: El sellado de grietas es un método común para reparar grietas transversales. Consiste en llenar las grietas con un sellador de asfalto para evitar la infiltración de agua y evitar que las grietas se expandan.

Fresado y recubrimiento: Este método consiste en retirar la capa superior de la capa de rodadura y reemplazarla con una nueva capa de asfalto.

Revestimiento delgado: El revestimiento delgado también puede ser utilizado para reparar grietas transversales, como parte de un programa de mantenimiento preventivo.

Reemplazo de la capa de rodadura: En casos graves, la capa de rodadura puede requerir ser reemplazada completamente para reparar las grietas transversales y restaurar la integridad del pavimento.

Grietas en bloque.

Las grietas en bloque son una falla común en el pavimento flexible que se presenta como una serie de fisuras irregulares y desiguales en la superficie del pavimento.

Causas de las grietas en bloque.

Las grietas en bloque pueden ser causadas por varios factores, incluyendo:

Fatiga del pavimento: La fatiga del pavimento es causada por la repetición constante de cargas del tráfico en la superficie del pavimento, lo que puede provocar la formación de grietas en bloque.

Diseño inadecuado: Un diseño de pavimento inadecuado puede provocar la formación de grietas en bloque debido a la falta de resistencia del pavimento a las cargas del tráfico.

Materiales inadecuados: La utilización de materiales inadecuados en la construcción del pavimento puede causar la formación de grietas en bloque.

Consecuencias de las grietas en bloque.

Las grietas en bloque también pueden tener varias consecuencias negativas para el pavimento, incluyendo:

Reducción de la vida útil del pavimento: Las grietas en bloque pueden acelerar el deterioro del pavimento y reducir su vida útil.

Aumento de la posibilidad de infiltración de agua: Las grietas en bloque pueden permitir que el agua penetre en el pavimento, lo que puede provocar el debilitamiento de las capas del pavimento y la formación de baches.

Aumento del riesgo de accidentes: Las grietas en bloque pueden afectar la seguridad vial al hacer que la superficie del pavimento sea más resbaladiza y menos estable.

Métodos de reparación de las grietas en bloque.

Las grietas en bloque se pueden reparar utilizando diferentes métodos, dependiendo de la gravedad de la falla, incluyendo:

Sellado de grietas: El sellado de grietas es un método común para reparar grietas en bloque. Consiste en llenar las grietas con un sellador de asfalto para evitar la infiltración de agua y evitar que las grietas se expandan.

Fresado y recubrimiento: Este método consiste en retirar la capa superior de la capa de rodadura y reemplazarla con una nueva capa de asfalto.

Revestimiento delgado: El revestimiento delgado también puede ser utilizado para reparar grietas en bloque, como parte de un programa de mantenimiento preventivo.

Reemplazo de la capa de rodadura: En casos graves, la capa de rodadura puede requerir ser reemplazada completamente para reparar las grietas en bloque y restaurar la integridad del pavimento.

IV. Desprendimiento de la capa de rodadura.

El desprendimiento de la capa de rodadura es una falla común en el pavimento flexible que se produce cuando la capa superior del pavimento se separa de las capas inferiores, creando un agrietamiento o separación en la superficie.

Causas del desprendimiento de la capa de rodadura

Las causas del desprendimiento de la capa de rodadura pueden incluir:

Falta de adherencia entre las capas del pavimento: Si las capas del pavimento no están correctamente adheridas entre sí, se puede producir un desprendimiento de la capa de rodadura.

Daño por agua: La infiltración de agua puede debilitar el pavimento y provocar el desprendimiento de la capa de rodadura.

Sobrecarga de tráfico: La exposición a cargas de tráfico pesadas y repetitivas puede debilitar el pavimento y provocar el desprendimiento de la capa de rodadura.

Consecuencias del desprendimiento de la capa de rodadura.

El desprendimiento de la capa de rodadura puede tener varias consecuencias negativas para el pavimento, incluyendo:

Aumento del riesgo de accidentes: El desprendimiento de la capa de rodadura puede hacer que la superficie del pavimento sea más resbaladiza y menos estable, lo que aumenta el riesgo de accidentes.

Reducción de la capacidad de soporte: El desprendimiento de la capa de rodadura puede reducir la capacidad de soporte del pavimento, lo que puede llevar a un mayor daño en las capas inferiores.

Deterioro acelerado del pavimento: El desprendimiento de la capa de rodadura puede acelerar el deterioro del pavimento y reducir su vida útil.

Métodos de reparación del desprendimiento de la capa de rodadura.

El desprendimiento de la capa de rodadura se puede reparar utilizando diferentes métodos, dependiendo de la gravedad de la falla, incluyendo:

Fresado y recubrimiento: Este método consiste en retirar la capa superior del pavimento y reemplazarla con una nueva capa de asfalto.

Sellado y recubrimiento: El sellado y recubrimiento implica la aplicación de un sellador de asfalto para evitar la infiltración de agua y la aplicación de una nueva capa de asfalto para restaurar la integridad del pavimento.

Reemplazo de la capa de rodadura: En casos graves, puede ser necesario reemplazar completamente la capa de rodadura para reparar el desprendimiento y restaurar la capacidad de soporte del pavimento.

Los hundimientos, también conocidos como baches, son una de las fallas más comunes en los pavimentos flexibles en Colombia. Se refiere a la depresión localizada en la superficie del pavimento que es mayor que el área circundante. Esta falla es causada por la compresión del suelo subyacente, lo que resulta en una disminución de la capacidad portante de la capa de subrasante del pavimento.

Causas de los hundimientos:

Falla en la subrasante: La subrasante es la capa de suelo natural debajo del pavimento y es la base del sistema de pavimentación. Cuando la subrasante no tiene la capacidad adecuada para soportar la carga del tráfico, puede fallar y causar hundimientos en la superficie del pavimento.

Falla en la capa de base: La capa de base es la capa ubicada encima de la subrasante y debajo de la capa de rodadura. Si la capa de base no tiene la capacidad adecuada para soportar la carga del tráfico, puede colapsar y causar hundimientos en la superficie del pavimento.

Falla en la capa de subbase: La capa de subbase es la capa ubicada encima de la subrasante y debajo de la capa de base. Si la capa de subbase no tiene la capacidad adecuada para soportar la carga del tráfico, puede colapsar y causar hundimientos en la superficie del pavimento.

Falla en la capa de rodadura: La capa de rodadura es la capa superior del pavimento y está diseñada para soportar la carga del tráfico y proporcionar una superficie de conducción segura y cómoda. Si la capa de rodadura no tiene la capacidad adecuada para soportar la carga del tráfico, puede deformarse y causar hundimientos en la superficie del pavimento.

Consecuencias de los hundimientos:

Afecta la seguridad vial: Los hundimientos pueden crear irregularidades en la superficie del pavimento, lo que puede hacer que los conductores pierdan el control del vehículo.

Aumento de los costos de mantenimiento: Los hundimientos pueden aumentar los costos de mantenimiento del pavimento, ya que se deben reparar periódicamente para mantener la seguridad vial y prolongar la vida útil del pavimento.

Deterioro del pavimento: Si los hundimientos no se reparan a tiempo, pueden provocar el deterioro prematuro del pavimento.

Métodos de reparación de los hundimientos:

Remoción y reemplazo: Este método implica la eliminación de la sección del pavimento afectada y su reemplazo con una nueva capa de asfalto.

Relleno con material granular: Este método implica la inyección de material granular debajo del pavimento para elevar la sección hundida del pavimento.

Reciclaje in situ: Este método implica la mezcla del material existente con asfalto caliente y su reutilización en la superficie del pavimento.

Sobreposición: Este método implica la colocación de una nueva capa de asfalto sobre la sección hundida del pavimento sin la necesidad de remover la capa existente.

Las ondulaciones en el pavimento flexible se refieren a una deformación permanente que produce una superficie desigual y ondulada en la calzada. Estas ondulaciones pueden ser de diferentes tamaños y formas, y se presentan a lo largo del tramo de la carretera.

Causas de las ondulaciones:

Las ondulaciones en el pavimento flexible pueden ser causadas por varios factores, entre los cuales se encuentran:

Diseño inadecuado: Si el diseño del pavimento no se realiza correctamente, puede dar lugar a ondulaciones en la superficie de este.

Materiales inadecuados: Si se utilizan materiales de baja calidad en la construcción del pavimento, pueden surgir problemas como las ondulaciones.

Falta de mantenimiento: Si el pavimento no recibe el mantenimiento adecuado, pueden surgir ondulaciones debido a la falta de reparaciones y mantenimiento preventivo.

Carga de tráfico pesado: El tráfico pesado y continuo sobre el pavimento flexible puede generar ondulaciones en la superficie.

Consecuencias de las ondulaciones:

Las ondulaciones en el pavimento flexible pueden tener varias consecuencias negativas, entre ellas:

Deterioro de la superficie: Las ondulaciones pueden desgastar la superficie del pavimento y producir baches, lo que puede provocar un deterioro acelerado del pavimento.

Aumento de los costos de mantenimiento: El mantenimiento de un pavimento con ondulaciones puede ser más costoso debido a la necesidad de reparar la superficie de manera frecuente.

Riesgo de accidentes: Las ondulaciones pueden aumentar el riesgo de accidentes debido a la superficie desigual y ondulada del pavimento.

Métodos de reparación de las ondulaciones:

Existen varios métodos de reparación de las ondulaciones en el pavimento flexible, entre los cuales se encuentran:

Fresado y Re perfilado: Este método consiste en retirar la capa superficial del pavimento con ondulaciones y aplicar una nueva capa de asfalto.

Reciclado de pavimento: Este método consiste en retirar la capa superficial del pavimento con ondulaciones, reciclar el material y volver a aplicarlo en la carretera.

Sobre sellado: Este método consiste en aplicar una capa de material sobre la superficie del pavimento para nivelar las ondulaciones.

Refuerzo estructural: Este método implica agregar materiales para mejorar la resistencia del pavimento y evitar la aparición de nuevas ondulaciones.

Es importante que la elección del método de reparación dependa del tipo de ondulación y de la gravedad del problema.

Inventario de señales de tránsito.

Este consiste en realizar un inventario de la ubicación, clasificación y el estado en que se encuentra cada señal. Con esa finalidad, se podrá obtener información sobre la señalización existente. Los tipos de señales que se tendrán en cuenta en el inventario son: Las señales verticales y señales horizontales.

Señales verticales: La función de las señales verticales es reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no son de por sí evidentes.

Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales reglamentarias, preventivas e informativas en un tramo de vía corto, ya que esto puede ocasionar contaminación visual y la pérdida de efectividad de las mismas. Por otra parte, es conveniente que se usen con frecuencia las señales informativas de identificación y de destino, con el fin de que los usuarios de la vía conozcan siempre su ubicación y rumbo.

De acuerdo con la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en 4 grupos:

Señales Reglamentarias: tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de estas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

Señales Preventivas: su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales suelen denominarse también Advertencia de Peligro.

Señales Informativas: tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros.

Señales Transitorias: modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía. Pueden ser estáticas o dinámicas, indicando mensajes reglamentarios, preventivos o informativos. Ambas se caracterizan por entregar mensajes que tienen aplicación acotada en el tiempo, siendo las segundas – también denominadas señales de mensaje variable – capaces de entregarlo en tiempo real.

Para señales será necesario indicar además de su existencia, el estado de conservación tanto del tablero como del paral, tal como se indica:

Bueno: Se encuentra en su posición correcta, limpia y legible. **Regular:** Presenta poco deterioro tanto en el paral como el tablero. **Malo:** Se encuentra defectuosa tanto el paral como el tablero.

Señales horizontales: Corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas,

flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Éstas se conocen como DEMARCACIONES.

La función de las demarcaciones, al igual que las señales verticales, se emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad vial y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los conductores.

Para señales será necesario indicar además de su existencia, el estado de conservación de las marcas mencionadas, tal como se indica:

- **Bueno:** Cuando se distinga íntegramente.
- **Regular:** Si se distingue parcialmente.
- **Malo:** Si no se distingue el señalamiento.

2.4 Marco Conceptual

El Instituto Nacional de Vías (INVIAS) es el ente encargado de establecer las normas y estándares para el diseño y mantenimiento de pavimentos flexibles en Colombia. Algunas de las normas y especificaciones técnicas más relevantes son:

Manual de Carreteras: es una publicación que establece las normas y especificaciones técnicas para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la red vial nacional.

Contiene información detallada sobre los aspectos técnicos y administrativos relacionados con la construcción y mantenimiento de pavimentos flexibles.

Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras: este documento establece las especificaciones técnicas y administrativas para la construcción de carreteras en Colombia. Contiene información detallada sobre los requerimientos de materiales, equipos, métodos de construcción, entre otros aspectos.

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Pavimentos Flexibles: este documento establece las especificaciones técnicas para la construcción de pavimentos flexibles en Colombia. Contiene información detallada sobre los materiales, equipos, métodos de construcción y criterios de aceptación para la construcción de pavimentos flexibles.

Guía para el Diseño de Pavimentos Flexibles: esta guía proporciona información detallada sobre los principios y prácticas para el diseño de pavimentos flexibles. Contiene información sobre el análisis estructural, diseño de mezclas asfálticas, selección de materiales, entre otros aspectos.

Manual de Mantenimiento de Pavimentos Flexibles: este manual establece las técnicas y procedimientos para el mantenimiento de pavimentos flexibles en Colombia. Contiene información sobre las principales causas de deterioro de los pavimentos, técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros aspectos.

En general, todas estas normas y documentos establecen los criterios técnicos para la construcción y mantenimiento de pavimentos flexibles en Colombia, con el objetivo de garantizar la seguridad y durabilidad de la red vial nacional. Los profesionales encargados del

diseño y construcción de pavimentos flexibles deben tener en cuenta estas normas y especificaciones técnicas para asegurar que los pavimentos cumplan con los estándares de calidad y seguridad establecidos.

Accidente de tránsito: De acuerdo con el artículo 2° del código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002, se define Accidente de tránsito como: evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en el e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o las vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho.

Clase de vehículo: De acuerdo con el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002, se define como: denominación dada a un automotor de conformidad con su destinación, configuración y especificaciones técnicas.

Marcas viales: De acuerdo con el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002 se define como: Señales escritas adheridas o grabadas en la vía o con elementos adyacentes a ella, para indicar, advertir o guiar el tránsito.

Señal de tránsito: De acuerdo con el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002 se define como: dispositivo físico o marca especial: Preventiva y reglamentaria e informativa, que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías.

2.5 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 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 de 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 del 29 de diciembre del 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 de 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. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El estudio que se va a realizar está enmarcado dentro de la Investigación Descriptiva, ya que ésta permitirá ir recolectando información de forma detallada, para su posterior estudio, análisis y evaluación.

Se utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población. Corresponde al corredor vial gramalote – Lourdes en sus primeros 7 km, perteneciente al Departamento Norte de Santander.

3.2.2 Muestra. Se tomará desde el PR 0+000 hasta el PR 7+000 del corredor vial El vial gramalote – Lourdes, perteneciente al Departamento Norte de Santander.

3.3 Instrumentos para la Recolección de Información

Para la recolección de información, se desarrollara trabajo en campo por inspección visual y mara de puntos con GPS, de los componentes importantes de la vía, relacionando su estado al momento de la realización de inventario.

3.3.1 Información primaria. La investigación obtenida directamente de las entidades, así como la información recolectada en campo.

3.3.2 Información secundaria. Es la información que se obtiene de fuentes como tesis, libros, asesorías, entre otras. Y la asesoría pertinente del director de proyecto.

3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos

En el presente aparte se aplicará de forma más precisa un análisis de interpretación de los datos obtenidos, en relación con la información recopilada del sector como muestra.

Los resultados que se obtendrán al final del trabajo serán presentados por medio de cuadros indicadores de resultados, tablas, cuadros y gráficas. También se tendrá en cuenta la entrega el proyecto de grado final.

4. Resultados

Tabla 5.

Puntos: puente, alcantarillas, muros.

PUNTO GPS	KM	PUENTE	ALCANTARILLA	MURO
P1	K0+000			
P2	K0+112		1	
P3	K0+206		1	
P4	K0+253	1		
P5	K0+288			
P6	K0+400			
P7	K0+443			
P8	K0+468		1	
P9	K0+550		1	
P10			1	
P11	K0+922			1
P12	K0+936		1	
P13	K0+954			
P14	K1+082	1		
P15	K1+168		1	
P16	K1+236		1	
P17	K1+309		1	
P18	K1+410		1	
P19	K1+502		1	
P20	K1+502		1	
P21	K1+584		1	
P22	K1+605		1	
P23	K1+714	1		
P24	K1+925		1	
P25	K2+000			
P26	K2+095	1		
P27	K2+147	1		
P28	K2+317		1	
P29	K2+450		1	
P30	K2+500			
P31	K2+540		1	
P32	K2+712		1	
P33	K2+753	1		
P34	K2+873		1	
P35	K2+969		1	
P36	K3+000			
P37	K3+155		1	
P38	K3+305		1	
P39	K3+420			1
P40	K3+513			1
P41	K3+592			1
P42	K3+725			1

P43	K4+013		1
P44	K4+170		
P45	k4+300		
P46	k4+344		1
P47	k4+346	1	
P48	k4+408	1	1
P49	k4+453	1	1
P50	k4+556		
P51	k4+600		
P52	k4+662	1	
P53	k4+720	1	
P54	k4+748		
P55	k4+769	1	
P56	k4+917		
P57	k4+935		
P58	k4+982,5		1
P59	k4+990		
P60	k5+060		
P61	k5+267	1	
P62	k5+280		
P63	k5+480	1	
P64	k5+485		1
P65	k5+560		1
P66	k5+600		
P67	k5+642	1	
P68	k5+752	1	
P69	k5+960		
P70	K6+191		
P71	k6+286	1	
P72	k6+440	1	
P73	k6+454		
P74	k6+500		
P75	k6+575		
P76	k6+594	1	
P77	k6+664		
P78	k6+752		1
P79	k6+802		
P80	k6+822	1	
P81	k6+870		
P82	k6+924		1

Tabla 6.*Puntos: cuneta, proyección de alcantarillas y muro.*

PUNTO GPS	KM	CUNETA	PUNTO CRITICO	PROYECCIÓN ALCANTARILLA
P1	K0+000			
P2	K0+112		1	
P3	K0+206		1	
P4	K0+253	1		
P5	K0+288			
P6	K0+400			
P7	K0+443			
P8	K0+468		1	
P9	K0+550		1	
P10			1	
P11	K0+922			1
P12	K0+936		1	
P13	K0+954			
P14	K1+082	1		
P15	K1+168		1	
P16	K1+236		1	
P17	K1+309		1	
P18	K1+410		1	
P19	K1+502		1	
P20	K1+502		1	
P21	K1+584		1	
P22	K1+605		1	
P23	K1+714	1		
P24	K1+925		1	
P25	K2+000			
P26	K2+095	1		
P27	K2+147	1		
P28	K2+317		1	
P29	K2+450		1	
P30	K2+500			
P31	K2+540		1	
P32	K2+712		1	
P33	K2+753	1		
P34	K2+873		1	
P35	K2+969		1	
P36	K3+000			
P37	K3+155		1	
P38	K3+305		1	
P39	K3+420			1
P40	K3+513			1
P41	K3+592			1
P42	K3+725			1
P43	K4+013			1
P44	K4+170			

P45	k4+300		
P46	k4+344		1
P47	k4+346		1
P48	k4+408		1
P49	k4+453	1	1
P50	k4+556		
P51	k4+600		
P52	k4+662		1
P53	k4+720		1
P54	k4+748		
P55	k4+769		1
P56	k4+917		
P57	k4+935		
P58	k4+982,5		1
P59	k4+990		
P60	k5+060		
P61	k5+267		1
P62	k5+280		
P63	k5+480		1
P64	k5+485		1
P65	k5+560		1
P66	k5+600		
P67	k5+642		1
P68	k5+752		1
P69	k5+960		
P70	K6+191		
P71	k6+286		1
P72	k6+440		1
P73	k6+454		
P74	k6+500		
P75	k6+575		
P76	k6+594		1
P77	k6+664		
P78	k6+752		1
P79	k6+802		
P80	k6+822		1
P81	k6+870		
P82	k6+924		1

Tabla 7.*Componentes de la vía 1.*

Total	Puente	Alcantarilla	Muro	Cuneta	Puntos críticos	Proyectar alcantarilla
	9	37	13	5	15	2

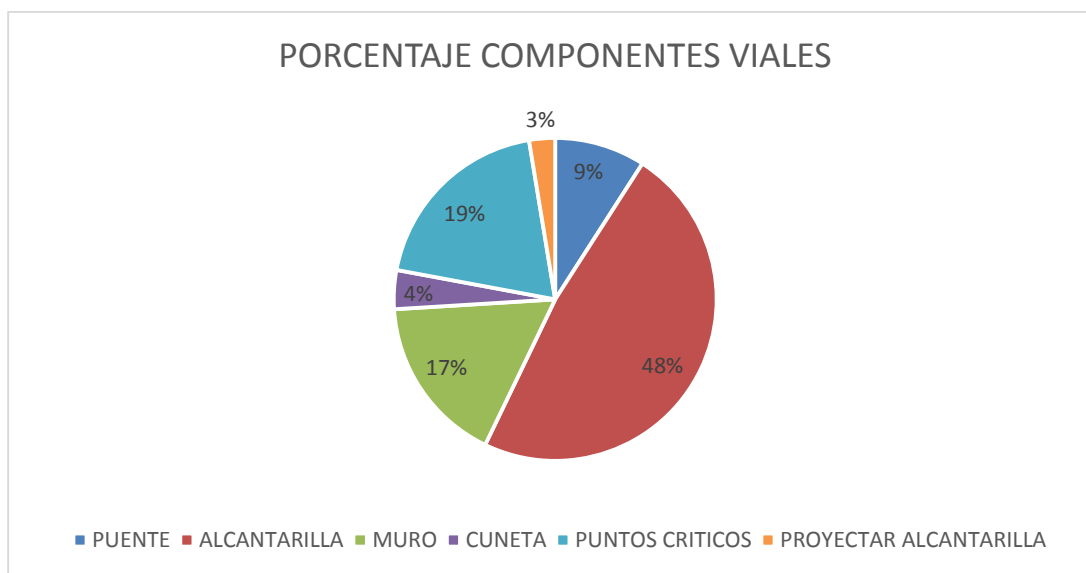
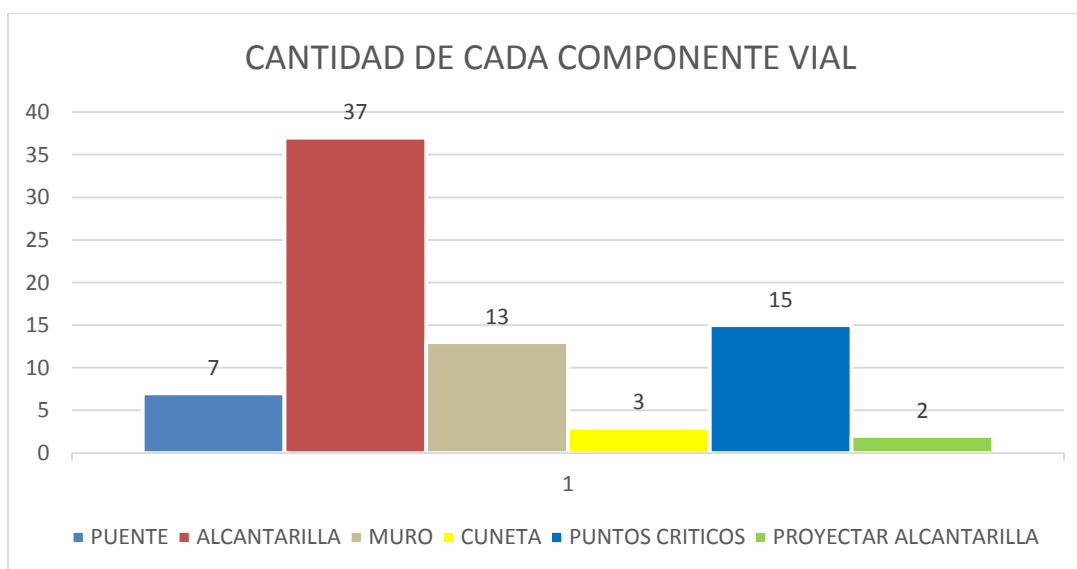
Tabulación de los Resultados**Figura 4.** *Porcentaje componentes viales.***Figura 5.** *Cantidad de cada componente vial.*

Tabla 8.*Componentes de la vía 2.*

Puente	Alcantarilla	Muro	Cuneta	Puntos críticos	Proyectar alcantarilla
7	37	13	3	15	2

A lo largo del tramo vial en el que se desarrolla este documento hoy nos encontramos con la existencia hoy de 9 puentes que se encuentra ubicado de manera estratégica a lo largo de los 7 km de estudio, se determinó de manera visual, 3 se encuentran en regular estado, y el resto de puentes se encuentra en óptimas condiciones, no se nota que los puentes no brinden el adecuado servicio hola comunidad que se traslada, hoy a las veredas contiguas cercanas al municipio de gramalote, hoy por lo tanto sólo se limita a solicitar hoy a los entes encargado del mantenimiento de los puentes, que realicen los mantenimientos preventivos para mantener el uso que estos brindan a la comunidad que se transporta por esta vía.

Los puentes son estructuras importantes en las vías secundarias ya que permiten el paso seguro y eficiente de vehículos y personas a través de obstáculos como ríos, quebradas, arroyos y otros cuerpos de agua. En general, los puentes en las vías secundarias cumplen las siguientes funciones:

Facilitar el tráfico: los puentes permiten que los vehículos y las personas puedan pasar sobre los obstáculos en el camino sin la necesidad de desviarse de la ruta principal, lo que hace que el tráfico sea más eficiente.

Seguridad: los puentes permiten a los usuarios de la vía secundaria cruzar cuerpos de agua con seguridad, evitando riesgos asociados con el paso por el agua, como inundaciones o corrientes fuertes.

Ahorrar tiempo y recursos: los puentes permiten a las personas y a los vehículos cruzar obstáculos sin la necesidad de buscar rutas alternativas, lo que puede ahorrar tiempo y recursos en viajes largos y costosos.

Conectar comunidades: los puentes son importantes para conectar comunidades en áreas rurales, permitiendo que los residentes tengan acceso a servicios y recursos en otras áreas.

Los puentes son importantes para garantizar la seguridad y eficiencia en el tráfico vehicular y peatonal en las vías secundarias, permitiendo a las personas cruzar obstáculos como cuerpos de agua con seguridad y eficiencia. Además, los puentes también son importantes para conectar comunidades y ahorrar tiempo y recursos en los viajes

A lo largo del tramo vial de estudio encontramos 37 alcantarillas de las cuales 1 se encuentra totalmente inservible a causa de un desprendimiento de talud, 8 se encuentran colmatadas, 11 se encuentran en regular estado por daños ocurrido por desplazamiento de terreno, por uso inadecuado de la comunidad, por lo que se debe realizar los mantenimientos necesarios para que estas cumplan la funcionalidad para la cual fueron instaladas, las 17 alcantarillas restantes cumplen de manera adecuada su función en la vía, se espera que para los próximos meses exista un plan para el mantenimiento adecuado sobre todo de las alcantarillas que se encuentran colmatadas ya que se reduce de manera significativa su función, así mismo se espera que se realicen los trabajos tendientes a la reparación o la nueva construcción de la alcantarilla que no está funcionando ya que se pudo notar que las aguas que allí confluyen están afectando el pavimento flexible de esta zona, por lo tanto dicho punto podría convertirse en un punto crítico para la transitabilidad del sector

En este contexto, las alcantarillas son estructuras de drenaje vitales que se utilizan en las vías secundarias para permitir que el agua fluya libremente debajo de la carretera, evitando así que la carretera se inunde o sufra daños por el exceso de agua.

Las alcantarillas en las vías secundarias son importantes porque permiten el paso seguro y sin obstáculos del agua de lluvia a través de la carretera. Si no hay alcantarillas, el agua puede acumularse en la carretera, lo que no solo puede dañar la carretera, sino que también puede hacer que sea difícil o peligroso para los vehículos y peatones cruzarla.

Las alcantarillas son importantes porque previenen la erosión del suelo alrededor de la carretera. Cuando el agua de lluvia no puede fluir libremente debajo de la carretera, puede erosionar el suelo alrededor de la carretera, lo que puede debilitar la base de la carretera y causar daños estructurales.

Las alcantarillas son importantes porque ayudan a evitar la obstrucción del flujo de agua. Si el agua de lluvia no puede fluir libremente debajo de la carretera, puede obstruirse con escombros y sedimentos, lo que puede causar inundaciones y daños estructurales.

Las alcantarillas en las vías secundarias son estructuras vitales que permiten que el agua fluya libremente debajo de la carretera, evitando que la carretera se inunde o sufra daños por el exceso de agua. Además, las alcantarillas también son importantes para prevenir la erosión del suelo alrededor de la carretera y evitar la obstrucción del flujo de agua. Por lo tanto, es fundamental garantizar que las alcantarillas en las vías secundarias estén en buenas condiciones y se mantengan adecuadamente para garantizar la seguridad y eficiencia en el tráfico vehicular y peatonal.

En cuanto a las cunetas tenemos 5 que requieren un adecuado mantenimiento a lo largo del tiempo para mejorar su funcionalidad.

Las cunetas son una estructura clave en las vías rurales, ya que juegan un papel fundamental en la gestión de las aguas pluviales y en el mantenimiento de la estabilidad del camino. Son canales que se construyen a ambos lados de la carretera para recolectar y conducir el agua de lluvia hacia los drenajes y evitar la erosión del suelo.

En las vías rurales, las cunetas son aún más importantes que en las vías urbanas debido a que estas últimas suelen contar con sistemas de alcantarillado pluvial que permiten una mejor gestión de las aguas pluviales. En las zonas rurales, en cambio, las carreteras suelen ser más vulnerables a las inundaciones y a la erosión debido a las pendientes, la falta de pavimentación y la falta de mantenimiento adecuado.

Las cunetas tienen varias funciones importantes en las vías rurales. En primer lugar, son responsables de mantener el agua lejos del camino y evitar que la lluvia erosione la superficie del camino. Las cunetas permiten que el agua fluya de forma controlada hacia los drenajes y evitan que se acumule en el camino, lo que podría provocar daños en la superficie y, en última instancia, poner en peligro a los usuarios.

Además, las cunetas también son importantes para la protección del medio ambiente. Al evitar que el agua de lluvia fluya directamente sobre la superficie del camino, se reducen los niveles de contaminación en el agua, ya que el agua de lluvia arrastra consigo sedimentos, materia orgánica y sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para los ecosistemas circundantes.

Otra función importante de las cunetas en las vías rurales es que ayudan a mantener la estabilidad del camino. Al mantener el agua alejada del camino, se evita que el suelo se ablande y se erosione, lo que podría provocar que la carretera se vuelva intransitable. Además, las cunetas también ayudan a mantener la estructura del camino, ya que evitan que el agua se infiltre en la superficie y debilite la estructura de la carretera.

Las cunetas son esenciales en las vías rurales debido a que permiten una gestión adecuada de las aguas pluviales, protegen el medio ambiente, y mantienen la estabilidad y estructura del camino. Es importante que las autoridades encargadas de la construcción y mantenimiento de las carreteras rurales se aseguren de que las cunetas sean adecuadamente diseñadas y construidas para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios, y la protección del medio ambiente.

Muros de contención encontramos 13 a lo largo de la vía de los cuales 12 se encuentran en buen estado, 1 de estos se encuentra con un movimiento leve lo cual afecta con un agrietamiento el costado derecho de la vía en dirección gramalote – Lourdes, para lo cual se espera que se pueda realizar los trabajo tendientes a mitigar este problema ya que se puede empezar a convertir en un punto crítico a futuro por perdida de la banca, los demás muros de contención no presentan desprendimiento en ninguna de sus secciones y cumplen adecuadamente la función para la cual fueron construidos.

Los muros de contención son estructuras importantes que se utilizan en las vías secundarias para retener y estabilizar la tierra y otros materiales alrededor de la carretera. Estas estructuras son vitales para garantizar la seguridad y eficiencia en el tráfico vehicular y peatonal en las vías secundarias, ya que ayudan a evitar deslizamientos de tierra, colapsos y otros problemas asociados con la erosión del suelo.

Los muros de contención son importantes porque ayudan a prevenir los deslizamientos de tierra. Cuando la tierra alrededor de la carretera es inestable, puede deslizarse o colapsar, lo que puede obstruir la carretera y hacer que sea peligroso para los vehículos y peatones cruzarla. Los muros de contención ayudan a estabilizar el suelo y evitar estos deslizamientos, asegurando la integridad y seguridad de la carretera.

Son importantes porque ayudan a prevenir la erosión del suelo alrededor de la carretera. Cuando el suelo se erosiona, puede debilitar la base de la carretera, lo que puede causar daños estructurales y, en casos extremos, el colapso de la carretera. Los muros de contención ayudan a estabilizar el suelo y prevenir la erosión, asegurando que la carretera esté en buenas condiciones y sea segura para el tráfico vehicular y peatonal.

Los muros de contención también son importantes porque ayudan a prevenir el daño ambiental. Cuando la tierra alrededor de la carretera se desliza o se erosiona, puede afectar los cursos de agua cercanos, causando daños al medio ambiente y a la vida silvestre. Los muros de contención ayudan a estabilizar la tierra y prevenir estos daños ambientales, asegurando que la carretera sea segura y no cause daños al entorno.

Los muros de contención son estructuras vitales que se utilizan en las vías secundarias para garantizar la seguridad y eficiencia en el tráfico vehicular y peatonal. Ayudan a prevenir deslizamientos de tierra, erosión del suelo y daño ambiental, asegurando que la carretera esté en buenas condiciones y sea segura para los usuarios. Por lo tanto, es fundamental garantizar que los muros de contención en las vías secundarias estén en buenas condiciones y se mantengan adecuadamente para garantizar la seguridad y eficiencia en el tráfico vehicular y peatonal.

Puntos críticos.

Los puntos críticos encontrados a lo largo de los primeros 7 km de la vía que comunica el municipio de gramalote con el municipio de Lourdes, son la consecuencia de fenómenos de remoción en masa que se encuentran a lo largo del sector vial de estudio. El primer punto crítico se encuentra ubicado cerca de la salida del casco urbano del municipio de gramalote, es un desprendimiento total del pavimento a causa de la infiltración de las aguas ya que en este punto la alcantarilla ubicada no está cumpliendo su función. Hoy a lo largo de la vía donde encontramos los demás puntos críticos hoy podemos decir que estos son recurrentes aunque se desarrollen los trabajos tendientes para la mitigación de los fenómenos presentados a lo largo de estos 7 km, hoy tenemos así 11 puntos críticos por desprendimiento de talud, y 3 puntos críticos por pérdida de la banca, estos puntos afectan directamente hoy el estado de la vía ya que la deteriora y Empieza a generar fallas en el pavimento lo que hace que se dificulte su tránsito habilidad a lo largo de los primeros 7 km de esta importante vía.

Determinar los puntos críticos en una vía interdepartamental es importante porque ayuda a identificar los tramos de carretera donde se pueden producir accidentes o situaciones peligrosas para los usuarios de la vía, y así tomar medidas preventivas para evitarlos o minimizar sus consecuencias. Estos puntos críticos pueden ser causados por una variedad de factores, como condiciones climáticas adversas, terrenos difíciles, alta densidad de tráfico, infraestructura inadecuada, entre otros.

Entre las medidas preventivas que se pueden tomar están la mejora de la señalización, la implementación de medidas de seguridad vial, el mantenimiento adecuado de la carretera, la

construcción de infraestructura adecuada (puentes, alcantarillas, muros de contención, etc.), y la implementación de medidas de control de velocidad.

Además, conocer los puntos críticos en una vía interdepartamental permite que las autoridades de transporte y seguridad vial puedan planificar y asignar recursos de manera más efectiva para la mejora y mantenimiento de la infraestructura de la carretera, la implementación de medidas preventivas y la respuesta rápida a situaciones de emergencia.

En síntesis, determinar los puntos críticos en una vía interdepartamental es importante para la seguridad vial de los usuarios de la carretera, la eficacia en la asignación de recursos para la mejora y mantenimiento de la carretera, y la planificación efectiva de medidas preventivas para minimizar los riesgos y consecuencias de situaciones peligrosas en la vía.

La pérdida de banca en una vía es un problema que afecta significativamente la seguridad y la movilidad de las personas. La banca es la superficie inclinada en los bordes de una carretera que permite el drenaje del agua de lluvia y ayuda a mantener la estabilidad del terreno. Cuando se pierde esta inclinación, la lluvia se acumula en la vía y puede causar daños, como deslizamientos de tierra o inundaciones, que dificultan el tránsito de vehículos y peatones.

La pérdida de banca puede ser causada por diversas razones, como la falta de mantenimiento adecuado, la construcción inadecuada de la vía, el tráfico pesado y la erosión del suelo. En muchas ocasiones, la pérdida de banca se agrava por la presencia de construcciones o árboles que obstaculizan el drenaje del agua y aumentan el riesgo de daños.

Es importante revisar la pérdida de banca en las vías rurales, ya que estas carreteras son vitales para el transporte de personas y bienes, especialmente en zonas agrícolas y remotas. La

falta de una vía en buenas condiciones puede impedir el acceso a servicios básicos, como hospitales, escuelas y mercados, lo que puede limitar las oportunidades de desarrollo de las comunidades.

Para abordar la pérdida de banca, es fundamental el mantenimiento preventivo y correctivo de las vías, lo que incluye la limpieza y el desbroce de las cunetas, la reparación y la construcción adecuada de la banca y la eliminación de obstáculos que puedan obstruir el drenaje del agua. Además, es necesario fomentar una cultura de mantenimiento entre las comunidades que utilizan estas vías, para que se sientan responsables de cuidar y proteger las carreteras que utilizan.

La pérdida de banca en una vía es un problema grave que afecta la seguridad y la movilidad de las personas. Es necesario abordar este problema de manera preventiva y correctiva, mediante el mantenimiento adecuado de las vías y la eliminación de obstáculos que puedan obstruir el drenaje del agua. La pérdida de banca puede limitar las oportunidades de desarrollo de las comunidades rurales, por lo que es fundamental trabajar en conjunto para garantizar el acceso a carreteras seguras y en buen estado.

El desprendimiento de talud es un fenómeno que se presenta cuando se produce la separación de una porción de tierra o roca de una ladera o pendiente, provocando que caiga o se deslice hacia la carretera o vía cercana. Este problema es muy común en zonas con terrenos inestables, como las zonas montañosas y las laderas de las colinas, y puede tener graves consecuencias para la seguridad de la población y el tráfico vehicular.

Una de las principales consecuencias de los desprendimientos de talud es el cierre temporal de las vías, ya que el material desprendido puede bloquear el tráfico y poner en riesgo a los conductores. En algunos casos, los desprendimientos pueden ser tan graves que se requiere la

intervención de maquinaria pesada para retirar los escombros y limpiar la carretera, lo que puede generar altos costos para las autoridades encargadas de la vía.

Además, los desprendimientos de talud pueden generar graves problemas de erosión y degradación del terreno, lo que a su vez puede afectar la calidad del agua y la estabilidad de las estructuras cercanas a la vía. En algunos casos, la erosión del terreno puede ser tan grave que se produzcan deslizamientos de tierra y avalanchas, poniendo en riesgo la seguridad de las personas que viven cerca de la vía.

Para prevenir y mitigar los efectos de los desprendimientos de talud, es fundamental que se realicen estudios geológicos y geotécnicos en las zonas donde se han presentado estos fenómenos, con el fin de identificar las causas y los factores de riesgo. A partir de estos estudios, se pueden establecer medidas de prevención y mitigación, como la construcción de muros de contención, el reforzamiento del terreno, el uso de técnicas de drenaje y la implantación de sistemas de monitoreo y alerta temprana.

El desprendimiento de talud es un fenómeno que puede tener graves consecuencias para la seguridad y la movilidad de las personas que transitan por las vías afectadas. Por ello, es fundamental que se tomen medidas de prevención y mitigación adecuadas para evitar estos eventos y garantizar la seguridad de los usuarios de las vías.

En el sector vial de estudio se deben proyectar 2 alcantarillas, las cuales deberán construirse debido a que en estos puntos se encontró fallas en el pavimento debido a la infiltración de las aguas lluvias por lo tanto se hace urgente la construcción de dichos componentes viales, para mitigar así el daño que se ha venido presentando en estos puntos o sectores de la vía.

Proyección de alcantarilla. Es importante proyectar una alcantarilla en una vía secundaria porque las alcantarillas son estructuras que permiten el paso del agua de lluvia a través de la carretera, evitando que la carretera se inunde o sufra daños por el exceso de agua.

En las vías secundarias, donde a menudo hay menos infraestructura y recursos disponibles para el mantenimiento de la carretera, el diseño de alcantarillas es particularmente importante. La falta de alcantarillas adecuadas puede resultar en problemas como la acumulación de agua en la carretera, la erosión del suelo alrededor de la carretera y la obstrucción del flujo de agua.

Además, en algunas áreas rurales de Colombia, las vías secundarias pueden ser la única vía de acceso a ciertas comunidades, por lo que es especialmente importante mantenerlas en buen estado para garantizar la seguridad de los viajeros.

Las cunetas son canales que se construyen a lo largo de las vías secundarias con el objetivo de recoger el agua de lluvia y dirigirla hacia los puntos de evacuación, como los ríos o arroyos cercanos. Estos canales son muy importantes en las vías secundarias por varias razones:

Prevención de inundaciones: Las cunetas ayudan a prevenir las inundaciones en la carretera y en las áreas circundantes. Al recoger y desviar el agua de lluvia hacia los puntos de evacuación, evitan que el agua se acumule en la superficie de la carretera y, por lo tanto, se reducen los riesgos de inundación.

Protección de la estructura de la carretera: Las cunetas también protegen la estructura de la carretera al evitar que el agua se filtre en el pavimento o en la base de la carretera. Si esto ocurre, se pueden producir daños graves en la carretera, como la formación de baches, la erosión del terreno y la pérdida de la capacidad portante.

Mejora de la seguridad vial: Las cunetas mejoran la seguridad vial al reducir el riesgo de accidentes debido a la acumulación de agua en la superficie de la carretera. También reducen el riesgo de deslizamientos de tierra y la formación de charcos, que pueden dificultar la visibilidad y la maniobrabilidad de los vehículos.

Mantenimiento de la calidad del agua: Las cunetas también ayudan a mantener la calidad del agua al evitar la erosión del terreno y la contaminación del agua por los sedimentos y otros materiales arrastrados por la lluvia.

Las cunetas son una parte esencial de las vías secundarias, ya que ayudan a prevenir inundaciones, proteger la estructura de la carretera, mejorar la seguridad vial y mantener la calidad del agua. Es importante mantener las cunetas en buen estado para garantizar que cumplan su función correctamente y contribuyan a una mejor calidad de vida de las personas que usan estas carreteras.

Conclusiones

Tenemos que basados en los estudios y caracterización vial realizada y debido a que, por las condiciones socioeconómicas del lugar, gran parte de los siniestros son atendidos por personas e la comunidad aledaña lo que no genera un control adecuado de la información.

Se puede decir que las principales causas de accidentalidad en el corredor están dadas por la impericia de los conductores, sumados al estado de la infraestructura vial y los factores ambientales tales como la lluvia, los cuales combinados entre ellos generan la mayor parte de siniestros debido a las condiciones propias de la zona.

Después de revisar la importancia de los diferentes componentes de una malla vial, es posible concluir que su mantenimiento y mejora continua son esenciales para asegurar la seguridad y la movilidad de las personas y mercancías que transitan por ella. Algunas de las principales conclusiones son:

Tener en cuenta los factores geográficos y climáticos de la zona, ya que encontramos que la gran problemática se debe a la falta de cubrimiento por parte de los entes encargados del mantenimiento de los componentes de la vía, lo cual es importante debido al taponamiento de las alcantarillas, la pérdida de banca y los desprendimientos de talud que encontramos al realizar el estudio.

La necesidad de un mantenimiento regular y adecuado de la vía, que incluya el arreglo de cunetas, la limpieza de alcantarillas, la reparación de baches, el control de la erosión, entre otros.

La importancia de la señalización adecuada en la vía, que debe estar visible, legible y clara para los conductores.

La necesidad de una planificación adecuada para el tránsito vehicular, que incluye la verificación del estado de los puentes cada vez que pase la temporada de lluvias ya que esto nos permite una mayor fluidez del tránsito, así mismo la reducción de la accidentalidad en esta vía de estudio.

La importancia de la educación vial y la concientización de los conductores, para que respeten las normas de tránsito, eviten la sobrecarga de vehículos, y mantengan sus vehículos en buen estado, es un trabajo que es muy difícil de desarrollar en la zona rural de l departamento esto a su vez de la falta de cultura vial de lo moradores de las personas que viven en los cascos urbanos, pero presentándose de manera mas acentuada en las zonas de las veredas donde difícilmente el ciudadano hace caso de las medidas que debe tener tanto pasajero como conductor para reducir el riesgo de accidentalidad en las vías, cabe resaltar que el tramo vial de estudio presenta bajos índices de accidentalidad, convirtiendo a esta a pesar de lo antes mencionado en uno de los sectores del corredor vial más seguros para transitabilidad.

Recomendaciones

A continuación, presentamos lo que deben ser a nuestro juicio después de realizar el inventario de la vía, y así tener un adecuado uso de la malla vial y sus componentes que han sido estudiados en dicho documento.

Mantenimiento regular: Es importante realizar un mantenimiento regular de la vía, incluyendo la limpieza de cunetas y la reparación de baches y grietas. Esto ayuda a prevenir la acumulación de agua y la erosión de la carretera, lo que puede llevar a la pérdida de banca y desprendimientos de talud.

Conducción responsable: Los conductores deben respetar los límites de velocidad y las señales de tránsito, lo que contribuirá a reducir el desgaste de la carretera y prevenir accidentes que puedan dañar la vía.

Carga adecuada: Es importante que los vehículos que transitan por la vía secundaria no excedan la capacidad de carga recomendada. El exceso de peso puede dañar la estructura de la carretera y acelerar su deterioro, aunque el sector minero no transita mucho esta ruta, si la salida de algunos insumos agrícolas ante lo cual se visiona que deban cumplir con las cargas adecuadas para la cual está diseñada la vía.

Evitar vertederos: No se deben crear vertederos en la vía, ya que esto puede aumentar la acumulación de agua y erosionar el terreno, lo que puede llevar a la pérdida de banca y desprendimientos de talud, como pudimos notar la infiltración, se debe atender de manera urgente los puntos en los que las alcantarillas no están cumpliendo su función.

Protección de taludes: Es importante proteger los taludes con obras de estabilización, como muros de contención, para prevenir desprendimientos de tierra y rocas. Además, no se deben construir edificaciones o infraestructuras cerca de los taludes, ya que esto puede aumentar el riesgo de deslizamientos, debido esto a los desprendimientos que pudimos notar a lo largo de la vía en estudio.

Se recomienda establecer un mecanismo de registro para los diversos siniestros viales que se generan en el corredor, con el fin de generar estadísticas reales de manera oficial de los mismos y facilitar la identificación e intervención de los puntos críticos de accidentalidad en el tramo.

Se recomienda intervenir los sectores críticos localizados en el presente estudio, con el fin de ubicar dispositivos de control de tráfico que permitan alertar a los conductores, sobre el riesgo de accidentalidad al que se ven expuestos al transitar por la zona.

Implementar programas de educación vial incluyente en la población, principalmente a conductores de motocicletas y transportadores tanto del servicio público como informal.

Referencias Bibliográficas

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2015).
Guidelines for traffic data programs (3rd ed.). Washington, D.C.: AASHTO.
- Bautista Lagos, A. C.; Fernández Palta, B. (2019). Formulación de alternativas de prevención vial en el tramo vial Salazar de las Palmas - Arboledas, Norte de Santander. Trabajo de grado. Ingeniera civil. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de ingeniería. Plan de estudio de ingeniería civil, 143 p.
- De la Vega, L. M., y Otálvaro, J. A. (2014). Desarrollo de un inventario vial y evaluación de la calidad del pavimento en una red vial secundaria. *Ingeniería y Competitividad*, 16(1), 79-89.
Recuperado de: [10.1016/j.ingcom.2014.02.006](https://doi.org/10.1016/j.ingcom.2014.02.006)
- Farías, P., & Reyes, R. (2011). Diseño de un modelo de inventario vial para la toma de decisiones de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos en el sector de la construcción en Colombia. *Ingeniería y Competitividad*, 13(1), 77-89. Recuperado de: [10.1016/s0123-3033\(12\)70013-3](https://doi.org/10.1016/s0123-3033(12)70013-3)
- Federal Highway Administration (FHWA). (2013). Traffic monitoring guide. Washington, D.C.: FHWA.
- Giraldo, L. F., Pardo, C. A., y Pardo, D. (2015). Inventarios viales como herramienta de planificación del mantenimiento de la red vial. *Revista Ingeniería de Construcción*, 30(3), 147-154. Recuperado de: [10.4067/s0718-50732015000300001](https://doi.org/10.4067/s0718-50732015000300001)

Institute of Transportation Engineers (ITE). (2013). *Transportation planning handbook* (4th ed.). Washington, D.C.: ITE.

López, J. C., y Ardila, G. (2014). Evaluación de la capacidad portante de la subrasante vial mediante el método de las mallas de carga. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), 219-228. Recuperado de: [10.4067/S0718-50732014000300001](https://doi.org/10.4067/S0718-50732014000300001)

National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). (2016). *Traffic monitoring in the context of performance-based management and operations: A synthesis of highway practice*. Washington, D.C.: NCHRP.

Osorio. (2017). “Reseña histórica de las vías en Colombia”. *Ingeniería Solidaria*, vol. 10, n.º 17, pp. 183-187, en.-dic. Recuperado de: [http://dx.doi.](http://dx.doi.org/)

Rojas, G., y González, L. (2019). Metodología para el levantamiento de inventario vial en la región sur de Chile. *Revista de ingeniería de construcción*, 34(1), 22-33. Recuperado de: [10.7764/ric.34.1.22](https://doi.org/10.7764/ric.34.1.22)

Transportation Research Board (TRB). (2010). *Highway capacity manual* (5th ed.). Washington, D.C.: TRB.

United States Department of Transportation (USDOT). (2014). *Manual on uniform traffic control devices (MUTCD) for streets and highways*. Washington, D.C.: USDOT.

Anexos

Registro fotográfico

REGISTRO FOTOGRAFICO TRAFICO EN EL CORREDOR	
	
Tráfico de vehículos pesados sobre el corredor vial.	
	
Vehículos de Servicio Público	
	
Vehículo particular	

REGISTRO FOTOGRAFICO ESTADO GENERAL DEL TRAMO VIAL

Superficie de rodadura en afirmado



Hundimientos y perdidas de banca en el tramo



Puente Monoga y Puente Zambrano

REGISTRO FOTOGRAFICO ESTADO DE SEÑALIZACION

Señales Preventivas



Señales informativas



Señales Obligatorias