

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO EN UN TRAMO PR - 2 DE LA VIA HONDA -
MENDEZ EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

ANDRES FELIPE JIMENEZ CLAVIJO
JOHAN FELIPE MORENO MURILLO

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
HONDA, TOLIMA
2025

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO EN UN TRAMO PR - 2 DE LA VIA HONDA -
MENDEZ EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

ANDRES FELIPE JIMENEZ CLAVIJO
Andres-jimenez5@upc.edu.co
JOHAN FELIPE MORENO MURILLO
Johan-moreno1@upc.edu.co

Monografía presentada como opción de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Docente
ABBAD JACK JIMMINK MURILLO
Ingeniero Civil y administrador del medio ambiente
Esp. En aguas y saneamiento ambiental
abbad-jimmink@upcedu.onmicrosoft.com

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
HONDA, TOLIMA
2025

Nota de aceptación

Los abajo firmantes, en calidad de jurados, dejamos constancia de que hemos leído y aceptado el trabajo de grado titulado: “Diseño para el mejoramiento de la vía Honda – Méndez Tolima” presentado por Johan Felipe Moreno Murillo y Andrés Felipe Jiménez Clavijo como requisito para optar al título de ingenieros civiles.

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

A Dios, por darnos la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este proyecto. A nuestras familias, quienes con su amor, apoyo incondicional y comprensión han sido nuestra mayor motivación a lo largo de este camino. A nuestros docentes, por compartir sus conocimientos y guiarnos en la construcción de este trabajo, que hoy representa el esfuerzo y la dedicación de nuestra formación profesional. Y finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, aportaron a la realización de este proyecto, el cual dedicamos con gratitud y cariño.

AGRADECIMIENTOS

El más sincero agradecimiento a Dios, por brindarnos la fortaleza y la sabiduría necesarias durante el desarrollo de este proyecto. También, se extiende su gratitud a la Universidad Piloto de Colombia, en especial al Programa de Ingeniería Civil, por la formación académica y los espacios que hicieron posible la realización de este trabajo. A sus docentes y asesores, quienes con su dedicación, orientación y conocimientos contribuyeron significativamente al fortalecimiento de este proyecto de grado.

Asimismo, se manifiesta reconocimiento a las personas que aportaron información y suministraron datos fundamentales para la elaboración de este documento, permitiendo que la propuesta se llevara a cabo de manera rigurosa y responsable. Finalmente, se agradece de manera especial nuestras familias, por el apoyo incondicional, la paciencia y la motivación constante que lo impulsaron a culminar con éxito esta etapa académica.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	12
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
4.0 MARCO REFERENCIAL	16
4.1 ANTECEDENTES	16
4.2 MARCO TEORICO	17
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	18
4.4 MARCO LEGAL	19
4.5 MARCO GEOGRAFICO	20
4.5.1 Georreferenciación	20
4.6 MARCO DEMOGRAFICO	23
5. DELIMITACION	25
6. DISEÑO METODOLÓGICO	26
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	26
6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	27
6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	27
6.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	27
6.5.1 Fase de diagnóstico situacional	27
6.5.2 Fase de Análisis de la información	28
6.5.3 Fase de formulación de la propuesta técnica.....	28
6.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	28
7. RECURSOS	29
7.1 HUMANO	29
7.2 MATERIAL	29
8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	30
8.1 DIAGNÓSTICO TÉCNICO-VISUAL DEL ESTADO ACTUAL DE LA VÍA HONDA-MÉNDEZ..	30
8.1.1 Presencia de baches, fisuras y hundimientos	30
8.1.2 Erosión lateral y superficial	31
8.1.3 Inestabilidad de taludes.....	32
8.1.4 Falta de señalización horizontal y vertical	33

8.1.5 Condiciones de accesibilidad y seguridad vial.....	35
8.2 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HONDA-MÉNDEZ.....	36
8.2.1 Diagnóstico técnico de las condiciones actuales.....	36
8.2.2 Análisis de las condiciones del terreno y tránsito.	36
8.2.3 Formulación de alternativas de diseño.	37
8.2.4 Alternativas de diseño propuestas.	37
8.2.4.1 Alternativa 1. Rehabilitación con afirmado granular estabilizado	37
8.2.4.2 Alternativa 2. Pavimento en placa huella de concreto	38
8.2.4.3 Alternativa 3. Pavimento mixto (placa huella + afirmado granular).....	38
8.2.5 Evaluación técnica y selección de alternativa.	39
8.2.6 Impactos esperados.....	40
8.2.7 Diseño técnico de la alternativa seleccionada.....	40
8.2.8 Diseño del pavimento	41
8.2.9 Diseño del sistema de drenaje.....	43
8.3 DISEÑAR UN PLAN DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL ACORDE A LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA VIGENTE. CON EL FIN DE MINIMIZAR LA ACCIDENTALIDAD.	44
8.3.2 Diseño de las señales	45
8.3.3 Instalación de las señales	45
8.3.4 Función de las señales de tránsito.....	45
8.3.5 Clasificación general de la señalización vertical.....	46
8.3.6 Especificaciones técnicas de instalación.....	47
8.3.7 Propuesta de señalización para el tramo a intervenir	48
8.4 FORMULAR RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA VÍA QUE GARANTICEN SU SOSTENIBILIDAD A LARGO PLAZO.	57
8.4.1 Mantenimiento preventivo	57
8.4.2 Mantenimiento correctivo	57
8.4.3 Sostenibilidad a largo plazo	58
9. CONCLUSIONES	59
10. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS.....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Leyes, Decretos, normas y resoluciones para la elaboración de Vías. 19

Tabla 2 Características generales del municipio de Honda - Tolima (2024) 24

Tabla 3 Diseño y materiales propuestos para la intervención en los sectores con pendiente. 41

Tabla 4 Diseño y materiales propuestos para la intervención en los sectores planos..... 41

Tabla 5 Tipos de señales verticales..... 46

Tabla 6 Posibles señales reglamentarias para utilizar. 46

Tabla 7 Posibles señales preventivas para utilizar. 47

Tabla 8 Especificaciones para instalación de señalizaciones. 48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa del departamento del Tolima.....	20
Figura 2 Mapa de ubicación del caserío Méndez, Tolima.....	21
Figura 3 Mapa de la carretera vía Honda – Méndez.	21
Figura 4 Tramo a intervenir cerca de MR. Pig.	22
Figura 5 Población desagregada por área en Armero Guayabal.	23
Figura 6 Estado superficial del pavimento, presencia de baches fisuras, hundimientos y pérdida de material granular.	31
Figura 7 Estado de la vía, hundimientos.....	31
Figura 8 Estado de las cunetas o del sistema de drenaje.....	32
Figura 9 Estado deficiente del drenaje existente	32
Figura 10 Estado de desplazamiento en talud.....	33
Figura 11 Talud cedido debido a erosión por agua lluvia.....	33
Figura 12 Predios ubicados a la orilla de la vía.	34
Figura 13 Ausencia de señales verticales	34
Figura 14 Estado de la vía con difícil acceso y tránsito.	35
Figura 15 Falta de señalización horizontal.	35
Figura 16 Condiciones actuales en las que se encuentra la vía	36
Figura 17 Vista en planta de una placa huella	42
Figura 18 Corte transversal de una placa huella	42
Figura 19 Corte longitudinal de una placa huella.....	43
Figura 20 Diseño de cuneta y berma para placa huella	44
Figura 21 Ubicación lateral de las señalizaciones	48
Figura 22 Inicio del trayecto o de la vía	49
Figura 23 señalización de velocidad máxima permitida	50
Figura 24 Terminación del tramo intervenido.....	51
Figura 25 señalización de velocidad máxima permitida	51
Figura 26 Intersección o salida del establecimiento MR. PIG	52
Figura 27 Señalización de PARE para ubicar en la intersección	52
Figura 28 Inicio de cuesta o de pendiente pronunciada en el tramo.....	53
Figura 29 Señal preventiva de zona de ascenso con pendiente fuerte.	53
Figura 30 Zona del tramo donde se ubican acumulaciones de agua provocando zonas deslizantes. .	54
Figura 31 Señal preventiva de zona deslizante	54
Figura 32 Zona del tramo a intervenir donde se presentan deslizamientos en los taludes.	55
Figura 33 Señal preventiva de zona de derrumbes.....	55
Figura 34 Curva pronunciada en el tramo a intervenir, es una de las más visibles.....	56
Figura 35 Señal preventiva curva pronunciada a la izquierda.....	56

RESUMEN

La vía Honda – Méndez, ubicada en el municipio de Honda y que conecta con Armero-Guayabal, cumple un papel fundamental al articular veredas y apoyar actividades económicas como la ganadería, la agricultura y la cría de porcinos. Esta infraestructura es esencial para la movilidad de personas, bienes y productos, aportando al desarrollo económico y social de la región.

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo general plantear una solución técnica para el mejoramiento de la vía Honda – Méndez, que permita optimizar la seguridad y movilidad de los usuarios. Para ello, se desarrolló inspección técnica-visual y una propuesta del diseño de un sistema de señalización vertical ajustado a la normatividad vigente.

Los resultados obtenidos permitieron formular una propuesta de diseño vial integral, viable y sostenible, que busca mitigar los riesgos actuales y mejorar la transitabilidad, contribuyendo al fortalecimiento del desarrollo social y económico de la comunidad beneficiada.

Palabras clave: diseño vial, infraestructura, señalización, social, seguridad.

ABSTRACT

The Honda – Méndez road, located in the municipality of Honda and connecting with Armero-Guayabal, plays a fundamental role in linking rural areas and supporting economic activities such as livestock, agriculture, and pig farming. This infrastructure is essential for the mobility of people, goods, and products, contributing to the economic and social development of the region.

The main objective of this undergraduate project was to design a technical solution for the improvement of the Honda – Méndez road, in order to optimize user safety and mobility. For this purpose, a topographic survey was carried out, along with the proposal of a horizontal and vertical signaling system, in accordance with current regulations.

The results allowed the formulation of a comprehensive, feasible, and sustainable road design proposal that seeks to mitigate existing risks and improve road conditions, thus contributing to the strengthening of the social and economic development of the beneficiary community.

Keywords: ROAD DESIGN, INFRASTRUCTURE, SIGNALING, SOCIAL, SAFETY.

INTRODUCCIÓN

La vía honda-Méndez ubicada en el municipio de Honda que colinda con el municipio de Armero, es una vía terciaria que desempeña un papel fundamental al conectar con las veredas en guayabal. Esta vía es vital para facilitar el transporte de personas, bienes y productos en estas localidades, y su importancia se ve reflejada en las diversas actividades económicas que depende de ella.

En esta zona, la actividad económica son la ganadería y criaderos de cerdos. Los espacios verdes y la fertilidad del suelo favorecen el desarrollo de la misma, permitiendo la cría y el pastoreo del ganado. Sin embargo, a lo largo de los años, la vía honda-Méndez ha enfrentado varios desafíos en cuanto a su infraestructura vial. La deficiencia en el estado de la vía ha causado problemas de movilidad y seguridad para los que la utilizan. El deterioro de la carretera, la falta de mantenimiento adecuado y la señalización vial que contribuye a un tránsito difícil, especialmente en épocas de lluvia.

Esta vía es de esencial importancia para comerciantes que se centran en la actividad porcina, ya que, en la zona aledaña a la carretera, se encuentran criaderos de cerdos, los cuales ayudan al desarrollo económico de la región, pero, al estar en tan mal estado la vía, se dificulta mucho el tráfico y a su vez pueden existir accidentes. También, se tiene en cuenta que el transporte de las personas que viven en el corregimiento de Méndez tienen limitaciones en cuanto a recursos, puesto que es de difícil acceso hasta este sector.

Por tal motivo, se plantea realizar un estudio para el mejoramiento de la infraestructura vial y posteriormente darlo a conocer para que pueda ser ejecutado por las entidades pertinentes en esta zona ubicada en este tramo del departamento del Tolima, teniendo en cuenta los recursos brindados por la universidad y las operaciones o actividades en campo, se propondrá una solución a este gran problema que enfrentan las personas y comerciantes.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La mala infraestructura vial en la vía Honda-Méndez tiene una problemática en los usuarios que transitan por ella. Las condiciones precarias generan efectos negativos tanto de movilidad como seguridad y se enfrentan día a día a un gran desafío y riesgos que comprometen el bienestar y capacidad de desplazarse de manera eficiente.

La falta de intervención en la carretera se traduce en un deterioro progresivo de la vía. Las superficies desgastadas, los baches y las irregularidades en el pavimento aumentan el riesgo de accidentes de tránsito. Los conductores y peatones deben convivir con una vía deteriorada que, en ocasiones, debido a lluvias y a no tener una buena conformación del terreno, se empiezan a desplazar los taludes, lo que puede provocar siniestros en la vía.

Además, no solo es esto, sino que la ausencia de señalización es un problema crítico para este tramo. La falta de señales claras y visibles son un problema grande para los conductores, ya que pueden provocar algún tipo de accidente que compromete gravemente vidas humanas.

1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿De qué manera el diseño e implementación de una solución técnica para el mejoramiento de la vía Honda – Méndez puede optimizar las condiciones de movilidad, seguridad vial y desarrollo socioeconómico de la comunidad, reduciendo los riesgos de accidentes y garantizando el acceso eficiente a bienes, servicios y centros de consumo?

2. JUSTIFICACIÓN

La vía Honda – Méndez forma un eje fundamental de conexión para las veredas y comunidades aledañas, ya que permite la movilidad de personas, el transporte de productos agrícolas, ganaderos y porcinos, y el acceso a bienes y servicios básicos para este caserío. Sin embargo, su deficiente infraestructura vial, caracterizada por deterioro progresivo, ha limitado el desarrollo económico y social de la región.

El mejoramiento de un tramo de esta vía se justifica porque permitirá optimizar la movilidad y seguridad de los usuarios, reducir los riesgos de accidentalidad y garantizar un acceso eficiente a servicios como la salud y la educación de una manera más merecedora. Al igual contribuirá a mejorar las actividades agropecuarias, facilitando el transporte de productos hacia los lugares de consumo, lo que ayudará positivamente en la competitividad económica de los habitantes.

Hay que tener en cuenta que este proyecto aporta un valor social y económico, pues responde a una necesidad que existe de la comunidad y busca generar soluciones viables que garanticen la transitabilidad en todas las épocas del año. En este sentido, la investigación no solo busca resolver un problema técnico, sino también aportar al desarrollo integral de la comunidad, al bienestar de sus habitantes y a la construcción de un territorio más seguro y competitivo ya que el deterioro progresivo de la vía, evidenciado en la presencia de baches, hundimientos y pérdida de material granular, ha generado condiciones inseguras y poco eficientes para los usuarios. Este mal estado no solo incrementa los costos de transporte y mantenimiento vehicular, sino que también aumenta los tiempos de desplazamiento.

También, existen varios aspectos los cuales se tienen presente con la mejora de este tramo, como lo es lo técnico, ya que es necesario intervenir la estructura de la vía para garantizar una superficie estable y una señalización que cumpla con las normas de seguridad vial vigentes, socialmente la mejora de la vía impactará positivamente en la calidad de vida de los habitantes, al facilitar la movilidad cotidiana. Económicamente, la intervención permitirá mejorar la logística del transporte de productos porcinos, reduciendo tiempos y mejorando la comercialización de estos mismos. Ambientalmente, un diseño técnico adecuado contribuirá a mitigar los impactos por erosión y deslizamientos de taludes, especialmente en épocas de lluvia.

El proyecto, por tanto no se limita a una mejora física de la vía, sino que constituye una apuesta por el desarrollo integral del territorio. Al garantizar una movilidad más segura, continua y eficiente. Además, el mejoramiento de esta carretera permitirá mejorar la conectividad con municipios vecinos como Honda, Armero-Guayabal y Mariquita.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Plantear una solución técnica y viable para la reposición de la vía Honda-Méndez, que mejore la seguridad y movilidad de los usuarios y comerciantes del sector. Con el propósito de contribuir al sector económico de la región.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el diagnóstico técnico-visual del estado actual de la vía con el fin de establecer las condiciones de movilidad de la vía.
- Proponer alternativas de diseño de vías terciaria para brindar una solución que mejore la calidad de la vía y la comunidad del área de estudio.
- Diseñar un plan de señalización horizontal (si es el caso) y vertical acorde a la normatividad colombiana vigente con el fin de minimizar la accidentalidad.
- Formular recomendaciones para el mantenimiento preventivo y correctivo de la vía que garanticen su sostenibilidad a largo plazo.

4.0 MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

Varias investigaciones y proyectos se han puesto en la tarea de identificar la problemática del deterioro de vías terciarias en Colombia, teniendo en cuenta su papel como principales conectores rurales y motores del desarrollo económico. Estas vías, contemplando que son de vital importancia para el transporte de productos agrícolas, pecuarios y el acceso a bienes y a servicios básicos, han sido lastimosamente desatendidos en cuanto a la infraestructura vial.

De acuerdo al DNP afirma que “el 70% de las vías terciarias son en afirmado, el 24% en tierra, y el 6% están pavimentadas, y en promedio, solamente el 19% se encuentra en buen estado, el 41% en regular y el 40% en mal estado”. (Gaviria, Jean Philippe Pening, 2023) lo que afecta directamente la competitividad del sector rural donde en el departamento del Tolima, predomina la actividad agropecuaria, la baja calidad de las vías secundarias y terciarias limita la movilidad y pone más caros los costos de transporte.

En varios casos se evidencian que los problemas de movilidad rural tienen gran peso no solo en la economía, sino también en la seguridad vial y el acceso a derechos básicos como la salud y la educación. De igual manera la falta de señalización tanto horizontal como vertical ayudan a que se presenten accidentes los cuales se pueden evitar realizando una mayor inversión en estas áreas.

En el ámbito local, y en observaciones de reposición y mejoramiento de vías en municipios como Lérída y Armero han mostrado que la implementación de buenos materiales para la construcción de vías, la construcción de cunetas y el diseño de señalización acorde a la normatividad vigente, mejoran mucho las condiciones de transitabilidad y reducen la accidentalidad. Además, como ha implementado la empresa Celsia, también ha ayudado a varias veredas para mejorar su movilidad ya que, “continúa trabajando en la pavimentación en placa huella de 2,56 kilómetros de vías terciarias que mejoran la movilidad de 7 veredas del municipio de Ataco. Se trata de la conexión entre los centros poblados Santiago Pérez, Polecito, Cascarillo, Casa Verde, Balso, Casa de Zinc y San Sebastián.” (Celsia, 2023) lo que ayudara a aproximadamente 4800 habitantes.

Por lo tanto, el presente trabajo busca dar continuidad a estos esfuerzos mediante el planteamiento de soluciones técnicas viables para la reposición de un tramo de la vía Honda-Méndez, contribuyendo no solo al mejoramiento de la infraestructura vial, sino también al desarrollo económico y social de la región, ya que el Tolima es el cuarto departamento con mayor cantidad de km de vía terciaria, según la dirección de Infraestructura y Energía Sostenible del DNP con base en información del INVÍAS.

4.2 MARCO TEORICO

Para entender que se quiere realizar, se deben definir ciertos conceptos que se trabajaran en el proyecto, como lo es la infraestructura vial, esta constituye un elemento esencial para el desarrollo social y económico de cualquier territorio, ya que permite la movilidad de personas, el transporte de bienes y el acceso a servicios básicos y que se puede definir como “el conjunto de componentes físicos que interrelacionados entre sí de manera coherente y bajo cumplimiento de ciertas especificaciones técnicas de diseño y construcción, ofrecen condiciones cómodas y seguras para la circulación de los usuarios que hacen uso de ella” (Barranquilla, s.f.). En Colombia, esta red se clasifica en vías primarias, secundarias y terciarias, siendo estas últimas las encargadas de articular a las comunidades rurales con los centros de producción y consumo.

Las vías terciarias cumplen una función importante en la unión de diferentes comunidades a través de cualquier territorio, puesto que facilitan la circulación de productos agrícolas, pecuarios y comerciales desde las zonas rurales hasta las ciudades o municipios principales. Sin embargo, estas vías son las más perjudicadas o las más descuidadas por las entidades principales, ya que no se hace una correcta inversión para la habilitación de muchas en el país. En esta misma línea, se tienen datos que el 75% de las carreteras o vías terciarias se encuentran en mal estado y precisamente el Tolima no es exento de esto, teniendo en cuenta esto, (Caro & Caicedo, 2017) afirman que, “el hecho de que las vías estén catalogadas como “terciarias” o que sean pavimentos diseñados para bajos volúmenes de tráfico, no significa que éstas se puedan diseñar o construir siguiendo metodologías con bajos estándares de calidad”.

El mal estado de estas vías no solo tiene impacto negativo en la productividad económica, sino que también genera riesgos significativos en cuanto a temas de movilidad y seguridad vial. La (Agencia de Seguridad Vial, 2025) describe a la seguridad vial como “el conjunto de acciones y políticas dirigidas a prevenir, controlar y disminuir el riesgo de muerte o de lesión de las personas en sus desplazamientos ya sea en medios motorizados o no motorizados”, lo que quiere decir que se debe siempre mitigar acciones que puedan generar algún tipo de accidente como lo son la falta de señalización, la irregularidad en el pavimento y la ausencia de medidas preventivas que son factores determinantes en la accidentalidad de las carreteras rurales. Lo que provoca que las personas que transitan por estas vías, tiendan siempre a estar en condiciones de vulnerabilidad.

Desde un enfoque socioeconómico, diversos autores han planteado que la calidad de la infraestructura vial tiene un impacto directo en el bienestar y progreso de la población. Lo que nos afirma (Wiegand, Koomen, Pradhan, & Edmonds, 2023) que “unas mejores carreteras conectan a los hogares rurales con los mercados de bienes y mano de obra, lo que proporciona una mayor variedad y precios más bajos de insumos esenciales y bienes de consumo”.

En este sentido, la teoría del desarrollo territorial establece que el transporte constituye un factor de integración y agrupación social, al ver posible la movilidad de bienes y personas y al reducir el aislamiento de comunidades aisladas. Aplicado al caso de la vía Honda – Méndez, estas perspectivas teóricas permiten comprender cómo una infraestructura vial en condiciones deficientes genera impactos negativos en la movilidad, la seguridad y el desarrollo económico de la región. La falta de mantenimiento y de señalización adecuada incrementa los riesgos de accidentalidad y limita la competitividad de los productores agropecuarios y porcinos que dependen de esta ruta para el transporte de sus bienes.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

LONGITUD VIAL: “La longitud de la red vial o de las carreteras corresponde a la extensión en kilómetros de la vía pública usada para el tránsito en general, según el tipo de superficie” (Gordillo, s.f.).

CALZADA: “Es la parte de la carretera que está destinada a la circulación de automóviles y que, dependiendo de su tamaño, puede estar compuesta de uno o varios carriles” (Ferrovial, s.f.).

BERMA: “Parte exterior de la vía destinada al soporte lateral de la calzada y destinada ocasionalmente para el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia” (Ministerio de transporte, s.f.).

PROCTOR: “Es uno de los tipos de estudio más importantes en la geotecnia para conocer la densidad óptima y la cantidad de agua que contiene un suelo, y así, lograr una compactación ideal” (Structuralia, 2024)

DENSIDAD: Es “la relación entre la masa y el volumen (volumen real) de una muestra, excluyendo el volumen de los poros abiertos, los poros cerrados (o ciegos) y los huecos entre partículas” (Micromeritics, s.f.)

SEÑALIZACION: “Sistema de comunicación visual que utiliza una variedad de elementos gráficos, colores y símbolos para transmitir información de manera rápida y efectiva. Su propósito principal es orientar, advertir, informar o regular el comportamiento de las personas en un entorno determinado” (Señalización arquitectonica, 2023).

COMPACTACION: Es la función de “aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, lo que aumenta así su densidad y en consecuencia, su capacidad de soporte y estabilidad, entre otras propiedades. Su objetivo es el mejoramiento de las propiedades de ingeniería del suelo” (Maquinaria Carran, 2020).

SEGURIDAD VIAL: “Entiéndase por seguridad vial el conjunto de acciones y políticas dirigidas a prevenir, controlar y disminuir el riesgo de muerte o de lesión de las personas en sus desplazamientos ya sea en medios motorizados o no motorizados” (Agencia de Seguridad Vial, 2025)

SUBRASANTE: “Capa de suelo o material que soporta la estructura superior, la cual puede ser susceptible a problemas como asentamiento y pérdida de capacidad portante debido a las condiciones in situ. Puede requerir técnicas de mantenimiento” (ScienceDirect, s.f.)

4.4 MARCO LEGAL

Tabla 1. Leyes, Decretos, normas y resoluciones para la elaboración de Vías.

Norma	Entidad Expediente	Descripción
Ley 105 de 1993	Congreso de la República de Colombia	Establece el marco general para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de las carreteras en Colombia. Define las competencias del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).
Decreto 1079 de 2015	Presidencia de la República de Colombia	Reglamenta la construcción, el diseño y el mantenimiento de las carreteras. Establece requisitos técnicos como la geometría de la vía, el diseño de curvas y la inclinación de la calzada. (Ministerio de Transporte de Colombia).
NTC 5778 (Construcción de curvas horizontales)	ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación)	Establece los requisitos técnicos para el diseño y construcción de curvas horizontales en las carreteras, buscando asegurar la seguridad y eficiencia del tránsito en estas áreas. ICONTEC. (2001)
NTC 5780 (Construcción de curvas verticales)	ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación)	Regula la construcción de curvas verticales en carreteras, incluyendo aspectos de inclinación, ángulos y seguridad vial, para garantizar el correcto funcionamiento de la vía. ICONTEC. (2002)
Resolución de 2009 3129	Ministerio de Transporte de Colombia	Define los requisitos y lineamientos técnicos adicionales para el mantenimiento de carreteras en Colombia, cubriendo aspectos como la rehabilitación, reparación y conservación de las vías.

Fuente: Elaboración propia

4.5 MARCO GEOGRAFICO

El presente estudio se desarrolla en un tramo de la vía Honda - Méndez, ubicado en el departamento del Tolima, Colombia. Méndez se encuentra a una altitud aproximada de 221 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas cercanas a 5,04639° o 5° 2' 47" norte y -74,74387° o 74° 44' 38" oeste.

La zona presenta un clima cálido seco, con temperaturas promedio que oscilan entre 27 °C y 30 °C, y una precipitación anual moderada. El relieve es predominantemente plano y ligeramente ondulado, característico del valle del río Magdalena.



Figura 1 Mapa del departamento del Tolima.

Fuente: Adaptado de Mapa de Tolima (político) [Mapa], por Wikimedia Commons, s.f.
([https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mapa_de_Tolima_\(pol%C3%ADtico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mapa_de_Tolima_(pol%C3%ADtico)))

4.5.1 Georreferenciación

La Vereda Méndez forma parte del municipio de Armero-Guayabal, ubicado en la subregión norte del departamento del Tolima, en el centro-occidente de Colombia, limita al norte con otras veredas de Armero-Guayabal y la ribera del río Lagunilla. Al sur con veredas y zona rural cercana al municipio de Falán. Al oriente se conecta con el casco urbano de Armero-Guayabal y veredas aledañas. Al occidente limita con el municipio de Mariquita, que es el vecino directo de esa zona. Pero la zona a intervenir se encuentra en el PR – 2 vía Honda – Méndez.

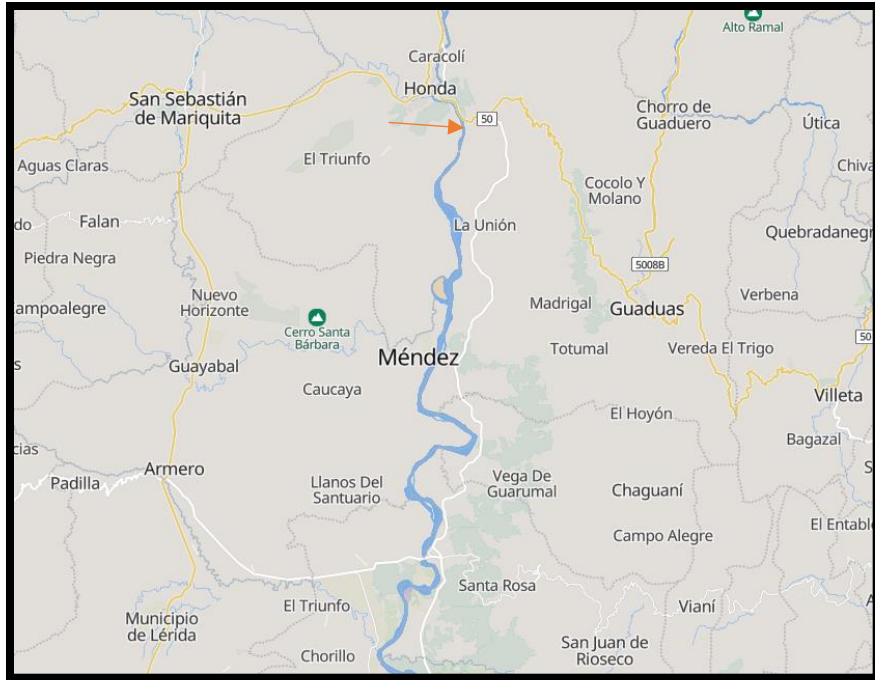


Figura 2 Mapa de ubicación del caserío Méndez, Tolima.

Fuente: Adaptado de Mapa de Méndez, Tolima [Mapa], por Mapcarta, s.f. (<https://mapcarta.com/>)

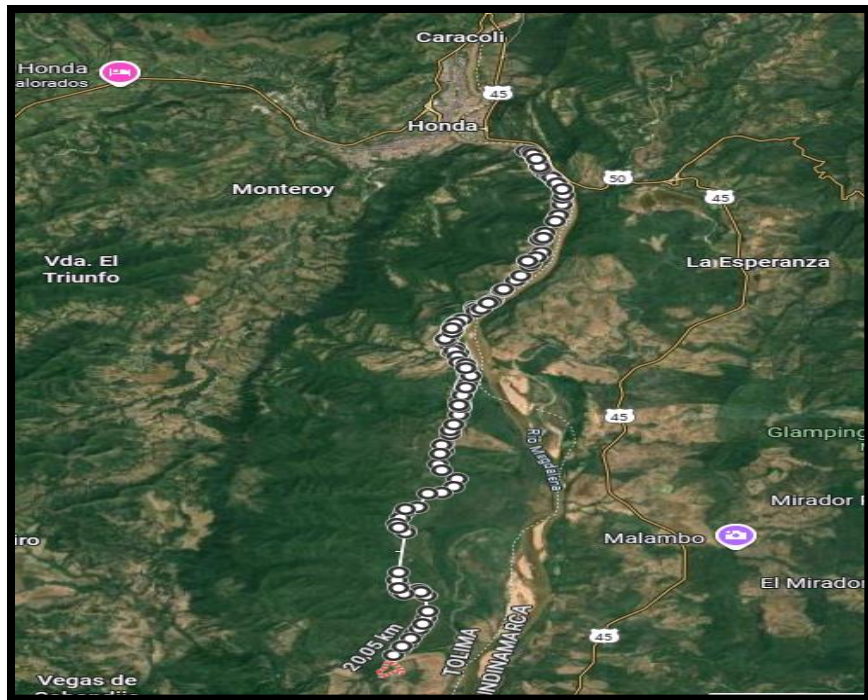


Figura 3 Mapa de la carretera vía Honda – Méndez.

Fuente: Adoptado de Google maps.

Se observa y se tiene medición que en total de vía terciaria que conecta los municipios son 20 km. Estos todos se encuentran sin ningún tipo de pavimentación.

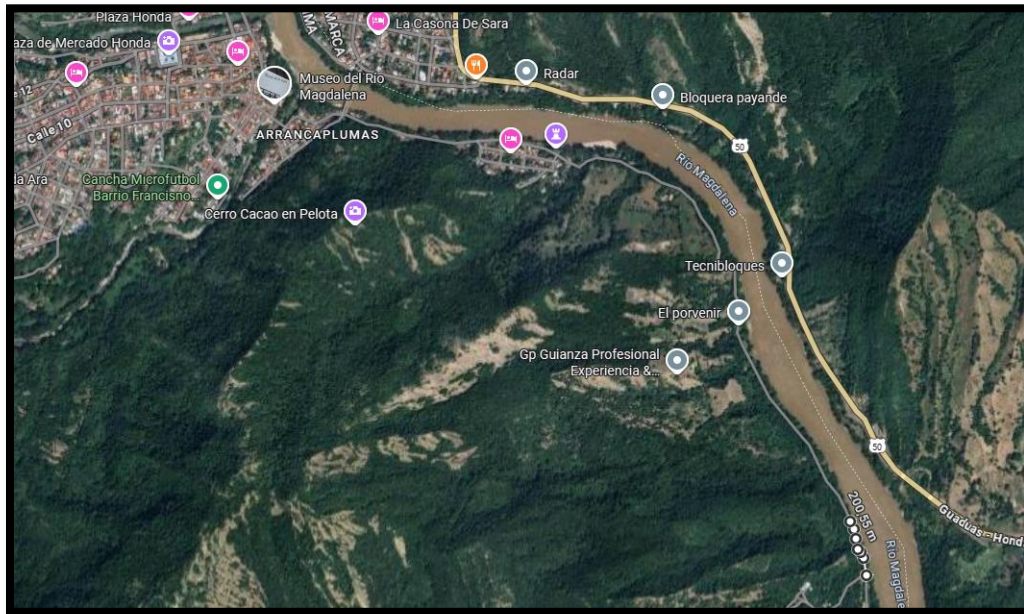


Figura 4 Tramo a intervenir cerca de MR. Fig.

Fuente: Adoptado de Google maps.

Teniendo en cuenta la longitud de la vía, se toma un tramo en específico el cual se proyecta para ser intervenido ya que es el de mayor tráfico y ayudara a mejorar la economía, sin embargo, también es de tener presente que en el corregimiento de Méndez habitan cerca de 150 familias según relatos de las personas del mismo caserío las cuales aprovecharían este mejoramiento.

4.6 MARCO DEMOGRAFICO

El proyecto de mejoramiento vial en un tramo de la vía Honda – Méndez beneficiará de manera directa a las comunidades rurales del corregimiento de Méndez y a los habitantes del municipio de Honda, además de otras zonas aledañas que dependen de este corredor vial para el transporte, el comercio y las actividades productivas, especialmente las relacionadas con la producción porcina y agropecuaria.

Se tiene en cuenta que Méndez, ubicado entre los municipios de Armero-Guayabal y Honda, concentra una población aproximada de 250 a 300 habitantes según preguntas y entrevistas propias a los pobladores del caserío. Su población se caracteriza por una estructura rural, con un predominio de familias dedicadas a la agricultura, la ganadería y la producción porcina, actividades que constituyen la base económica del territorio. Una gran parte de los hogares dependen del acceso a esta vía para transportar insumos, comercializar productos y movilizarse hacia los centros urbanos cercanos en el municipio de Honda.

Asimismo, administrativamente, Méndez pertenece al municipio de Armero-Guayabal, que cuenta con una población según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023) total de 13.630 habitantes para 2025 distribuidos en un área de 451 km², con un 36.2 % de población rural (DANE, 2023). Su economía se sustenta principalmente en el sector primario, ya que lo cual refuerza la relevancia de las vías rurales como soporte del desarrollo productivo. La población presenta una estructura demográfica y su tasa de crecimiento ha sido estable en los últimos años.

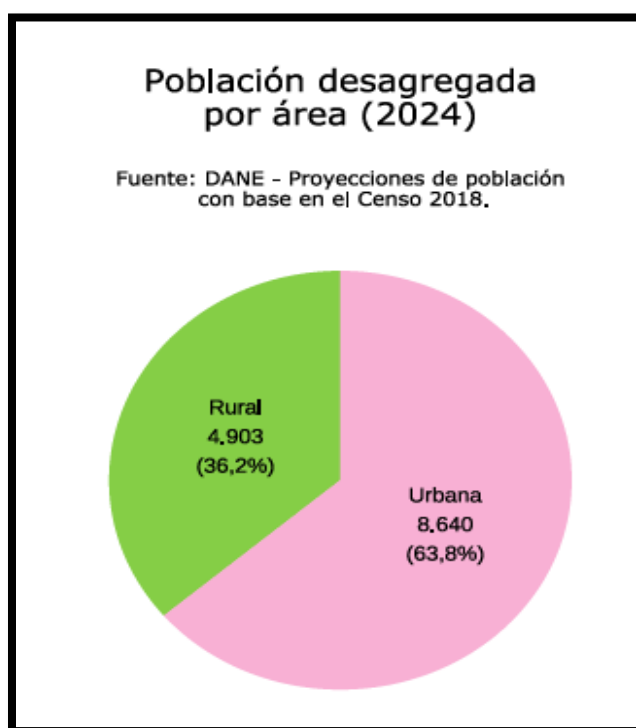


Figura 5 Población desagregada por área en Armero Guayabal.

Fuente: Adoptado del Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2023) Proyecciones de población con base al Censo de 2018.

Por su parte, el municipio de Honda, Tolima, ubicado en el extremo norte del proyecto, registra una población según el Sistema de estadística territoriales (TerriData, 2024) de aproximadamente 26.144 habitantes para 2024 y una superficie de 310 km². (Ver tabla 2). Honda cumple una función estratégica como centro urbano y de abastecimiento regional, hacia donde se dirigen los productos agrícolas y porcinos provenientes de este sector en la vía Honda-Méndez y las veredas vecinas.

Tabla 2 Características generales del municipio de Honda - Tolima (2024)

Honda, Tolima	
Código DANE: 73349	Región: Centro Sur
Categoría Ley 617 de 2000 (2024): 6	Superficie: 310 Km ²
Población 2024: 26.144 habitantes	Densidad Poblacional: 84,34 habs/Km ²
Tipología para el reconocimiento de capacidades 2024 (ver cartilla aquí): 2	

Fuente: Adoptado de (TerriData, 2024) Demografía y población municipio de Honda.

Además, este tramo vial beneficia indirectamente a otras comunidades rurales cercanas que, aunque no pertenecen directamente al corregimiento de Méndez, dependen de la actividad porcina y agropecuaria generada en la zona. La producción de cerdos, el transporte de alimentos y la comercialización de derivados impactan positivamente en poblaciones rurales de Mariquita, Armero, Padilla y San Felipe, que utilizan la vía como ruta de conexión y abastecimiento.

Se tiene contemplado que en total se estima que el proyecto impactará directa e indirectamente a más de 1.000 personas, entre agricultores, transportadores, porcicultores, estudiantes y comerciantes. La mejora de la infraestructura vial reducirá los tiempos de desplazamiento, los costos logísticos y el deterioro vehicular, a la vez que aumentará la seguridad y el acceso a servicios básicos.

Este contexto demográfico evidencia que la intervención vial no solo beneficiará a tres localidades principales, sino que fortalecerá una red socioeconómica rural más amplia, articulando comunidades que dependen mutuamente del transporte, la producción y la comercialización agropecuaria, especialmente la porcina, que representa uno de los motores productivos del territorio.

5. DELIMITACION

Delimitar un tema de estudio significa especificar en términos que son el alcance de la monografía, definiendo sus límites espaciales, temporales y temáticos. En este caso, el estudio se desarrollará en el tramo vial Honda – Méndez, localizado en el departamento del Tolima, considerando el estado actual de la infraestructura y las afectaciones que presenta en la movilidad y seguridad de los usuarios.

Temporalmente, la monografía abarca el periodo 2025, en el cual se recopilará información, se realizará el diagnóstico técnico de la vía y se propondrá una alternativa de mejoramiento. Temáticamente, la delimitación se centra en el análisis técnico y socioeconómico del impacto del deterioro vial y en el diseño de una propuesta de mejoramiento que optimice las condiciones de transitabilidad, seguridad y conectividad rural.

Por lo tanto, la monografía no contemplará aspectos administrativos ni financieros de ejecución, sino que se enfocará en los aspectos técnicos y sociales que sustenten la necesidad de intervención y su viabilidad.

La presente monografía se delimita al análisis, diagnóstico y formulación de una propuesta técnica para el mejoramiento de un tramo de la vía que comunica el municipio de Honda con el corregimiento de Méndez, ubicado en el departamento del Tolima. Este corredor vial constituye una vía de carácter rural, utilizada principalmente para el transporte de productos porcinos, así como para la movilidad de los habitantes del sector hacia los centros urbanos y de servicios.

La delimitación espacial del trabajo abarca el tramo comprendido entre el kilómetro 0 (desde la salida del municipio de Honda) que es en el barrio arrancaplumas y el kilómetro 2 (ingreso al establecimiento MR. PIG). Este segmento se ha identificado como el más crítico debido a la presencia de baches, hundimientos, pérdida de material granular, erosión en taludes y deficiente señalización vial, factores que dificultan la transitabilidad y elevan los riesgos de accidentalidad. Dentro de este rango se realizará la toma de información de campo.

Se tendrá en cuenta el análisis técnico y socioeconómico del deterioro vial y en la propuesta de una alternativa de mejoramiento que garantice la seguridad y movilidad de los usuarios. Desde el enfoque técnico, se abordarán componentes como la estructura de la calzada, el drenaje pluvial y la señalización vial, conforme a las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

La delimitación conceptual se enmarca dentro del campo de la ingeniería civil y la gestión de infraestructura vial rural, considerando como eje central la relación entre el estado físico de la vía y su influencia en el desarrollo socioeconómico local. No se abordarán aspectos administrativos, financieros o de contratación, dado que el propósito del estudio es exclusivamente técnico y de diagnóstico, orientado a formular una propuesta de intervención viable, sostenible y ajustada a las condiciones del terreno para que pueda ser estudiada en el futuro.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico define el enfoque, el tipo de estudio, las técnicas y herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto orientado al mejoramiento de la infraestructura vial del tramo en el PR-2, en el departamento del Tolima. Este diseño garantiza que la monografía sea objetiva y técnicamente fundamentada, permitiendo obtener resultados confiables y aplicables.

La monografía adopta un enfoque combinado, donde se llevan a cabo los métodos cuantitativos, cualitativos y recolección de información secundaria. El enfoque cuantitativo se emplea para el levantamiento, medición y análisis de datos físicos de la vía como lo son las dimensiones, estado de la vía y de la señalización y demás, permitiendo establecer objetivos del estado de la infraestructura. El enfoque cualitativo ayuda a completar el análisis mediante la recolección de opiniones y experiencias de los usuarios de la vía, a través de posibles entrevistas y de la misma vista que es la que más se va a llevar acabo, con el fin de comprender el impacto social y económico de las deficiencias que presenta este tramo de la vía.

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La monografía es de tipo descriptivo–propositivo, porque se analizan y detallan las condiciones actuales de la vía, identificando los factores técnicos, estructurales y ambientales que afectan la movilidad y seguridad vial y porque a partir de los hallazgos se plantea una propuesta técnica de mejoramiento, orientada a solucionar las problemáticas detectadas y a optimizar las condiciones de tránsito y conectividad.

6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicará el método analítico–sintético, que permite descomponer el problema vial en sus componentes técnicos, para luego integrarlos en una propuesta que se puede dar. También se empleará el método inductivo, a través del cual se parte de la observación de casos particulares (zonas críticas, fallas estructurales, accidentes recurrentes) para formular conclusiones generales sobre las necesidades de intervención del corredor vial.

6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio está constituida por los usuarios de la vía, incluyendo habitantes de las veredas aledañas, transportadores, productores locales y demás personas que utilicen la vía. Asimismo, la población técnica comprende el total del tramo carretable que conecta el corregimiento de Méndez con el municipio de Honda, el cual presenta diferentes niveles de deterioro estructural.

La muestra se definió mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando los sectores con mayor afectación en la capa de rodadura, presencia de baches, pérdida de material granular y problemas de drenaje, con el fin de realizar un diagnóstico representativo de las condiciones generales de la vía.

Igualmente, se aplicaron encuestas y observaciones directas a un grupo de usuarios frecuentes (conductores, residentes y comerciantes), con el propósito de obtener información cualitativa sobre los principales impactos que genera el mal estado de la infraestructura vial, las cuales no se pondrán acá, sino que solo se tienen para la elaboración de la monografía.

Esta muestra permitió recopilar datos tanto técnicos como sociales, garantizando una representación fiel de la problemática y sirviendo de base para la formulación de propuestas de mejoramiento vial y de señalización.

6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se emplearán las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación directa: Registro de las condiciones físicas del terreno, fallas en la carpeta vial, drenajes, señalización y estado de taludes.
- Ensayos de laboratorio de suelos: Determinación de las características geotécnicas del material (granulometría, CBR, humedad, densidad).
- Registro fotográfico y georreferenciación: Documentación visual y espacial de los daños y zonas de riesgo.
- Revisión documental: Análisis de normativas técnicas (INVIAS, NTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Rurales), estudios previos, planes de desarrollo local y diagnósticos viales.

6.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El procedimiento se desarrollará en tres fases principales:

6.5.1 Fase de diagnóstico situacional

- Levantamiento de información de campo.
- Identificación y clasificación de daños.

6.5.2 Fase de Análisis de la información

- Evaluación de las condiciones de movilidad y seguridad vial.
- Determinación de puntos críticos y factores de riesgo.

6.5.3 Fase de formulación de la propuesta técnica

- Definición del diseño estructural del pavimento.
- Propuesta de obras de drenaje, señalización y estabilización de taludes.

6.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

El estudio se limita a la etapa de diagnóstico y propuesta técnica, sin incluir la ejecución física de las obras ni la valoración económica detallada.

Sin embargo, los resultados proporcionarán una base sólida para la gestión de recursos ante entidades gubernamentales y la planificación de proyectos de mejoramiento vial en el municipio de Honda.

7. RECURSOS

7.1 HUMANO

El desarrollo de la monografía hecha y expuesta en el documento presente, contó con la participación de dos estudiantes de Ingeniería Civil de 10 semestre, quienes realizaron las labores de investigación, diagnóstico técnico-visual, formulación de alternativas de diseño, propuesta de señalización vial y plan de mantenimiento.

Cabe recalcar que el trabajo también se desarrolló bajo la orientación académica de un docente asesor, encargado de guiar el proceso metodológico mediante sesiones cada 8 días, además de revisar los avances técnicos y garantizar que todo se estuviera realizando de acuerdo a lo establecido desde el inicio de la monografía.

Equipo humano participante:

- Estudiantes investigadores: Responsables de la planeación, recolección de información en campo, diagnóstico de la vía, procesamiento de datos, diseño de alternativas y redacción del documento final.
- Docente asesor: Orientó el proceso metodológico, técnico y de redacción, velando por la coherencia entre los objetivos, la justificación y las conclusiones del trabajo.
- Jurados evaluadores: Revisaron los aspectos técnicos y de redacción final del informe, contribuyendo con observaciones y sugerencias de mejora.

7.2 MATERIAL

Para el desarrollo de esta monografía se utilizaron recursos materiales básicos y herramientas de apoyo técnico y digital que facilitaron el diagnóstico y la formulación de la propuesta de mejoramiento de la vía.

Equipos de campo y registro visual

- Celular de alta resolución para el registro visual del estado de la vía.
- Elementos de protección personal (chaleco reflectivo, botas, casco).
- Cinta métrica y GPS integrado en el celular para la ubicación de puntos críticos.

Recursos tecnológicos y de gabinete

- Computadores personales con software especializado (Excel, Word).
- Acceso a internet y plataformas académicas para consulta bibliográfica y normativa.

c. Recursos documentales y normativos:

- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del **INVIAS** (2018).
- Manual de Señalización Vial del **INVIAS** (2015).
- Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huella (INVIAS, 2016).

- Normas Técnicas Colombianas (NTC).

Material de oficina

- Cuadernos de campo, papelería, impresiones, carpetas, marcadores, planos y material de archivo, además de contar con vehículos los cuales nos transportaban hasta el lugar donde se estaba realizando el estudio.

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

8.1 DIAGNÓSTICO TÉCNICO-VISUAL DEL ESTADO ACTUAL DE LA VÍA HONDA-MÉNDEZ

Con el propósito de determinar las condiciones reales de movilidad y seguridad del tramo en la vía, se realizó un diagnóstico técnico-visual que permitió identificar los principales deterioros y fallas estructurales presentes en la vía. Este diagnóstico forma la base para plantear alternativas de mejoramiento y diseñar una solución técnica viable que optimice la transitabilidad del tramo. El diagnóstico se realizó mediante inspección visual directa, recorriendo toda la longitud del tramo vial y registrando los puntos críticos en los que se evidenciaron fallas de superficie, erosión lateral, pérdida de material granular y afectaciones en el sistema de drenaje. Durante la observación se empleó registro fotográfico para documentar el tipo de daño, su localización y severidad, así como las condiciones del entorno físico.

8.1.1 Presencia de baches, fisuras y hundimientos

Uno de los daños predominantes es la presencia de baches y fisuras longitudinales y transversales a lo largo de la calzada. Estas fallas se asocian principalmente al desgaste del material granular, la falta de compactación adecuada y el tránsito constante de vehículos pesados sin una estructura vial diseñada para soportar tales cargas. En sectores más críticos se observaron hundimientos parciales del terreno, los cuales dificultan la circulación y obligan a los conductores a reducir la velocidad o realizar maniobras evasivas.

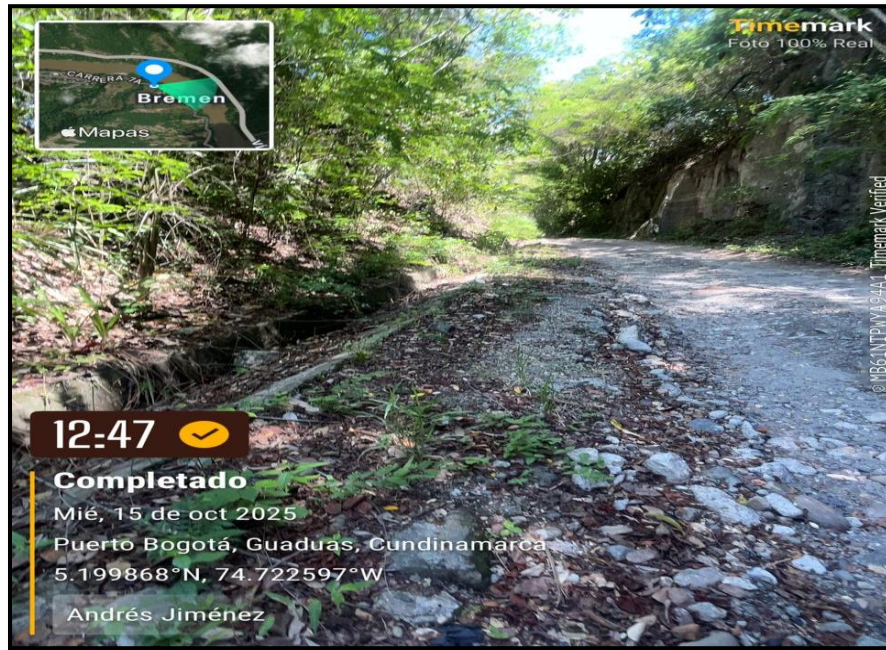


Figura 6 Estado superficial del pavimento, presencia de baches fisuras, hundimientos y pérdida de material granular.
Fuente: Registro fotográfico propio.

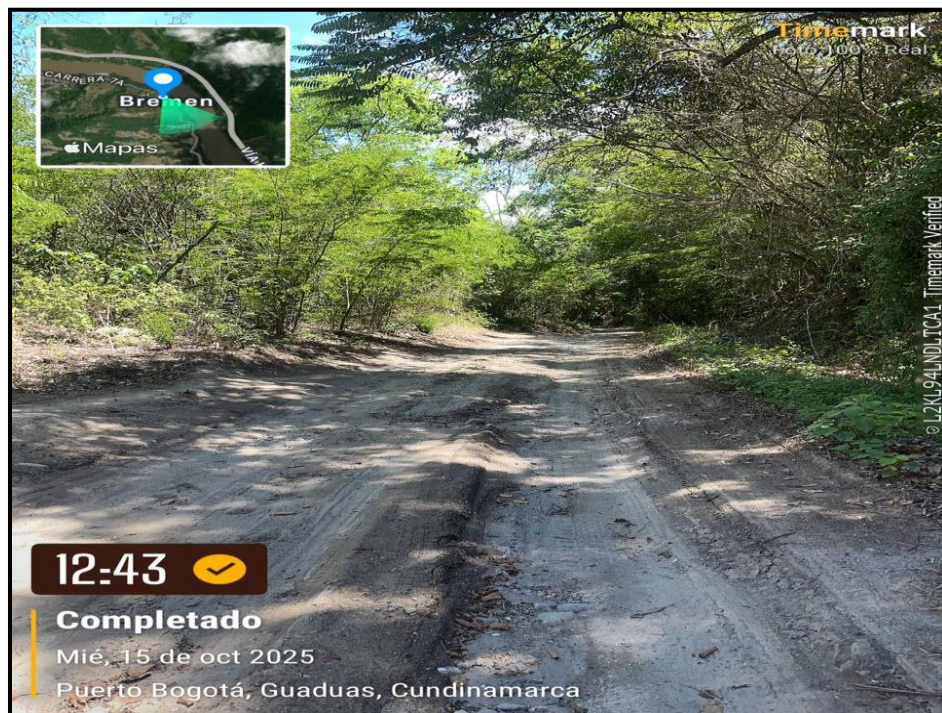


Figura 7 Estado de la vía, hundimientos.
Fuente: Registro fotográfico propio.

8.1.2 Erosión lateral y superficial

En varios sectores, la superficie se encuentra completamente erosionada, dejando expuesto el material de subrasante, lo que evidencia la falta de mantenimiento preventivo y correctivo a

lo largo del tiempo. Asimismo, se observó que el sistema de drenaje es deficiente provocando acumulación de agua durante las lluvias y favoreciendo el deterioro progresivo del terreno y la inestabilidad de los taludes laterales. En algunos sectores, la escorrentía superficial ha socavado los bordes de la calzada, reduciendo el ancho útil de la vía y generando condiciones inseguras para el tránsito vehicular.

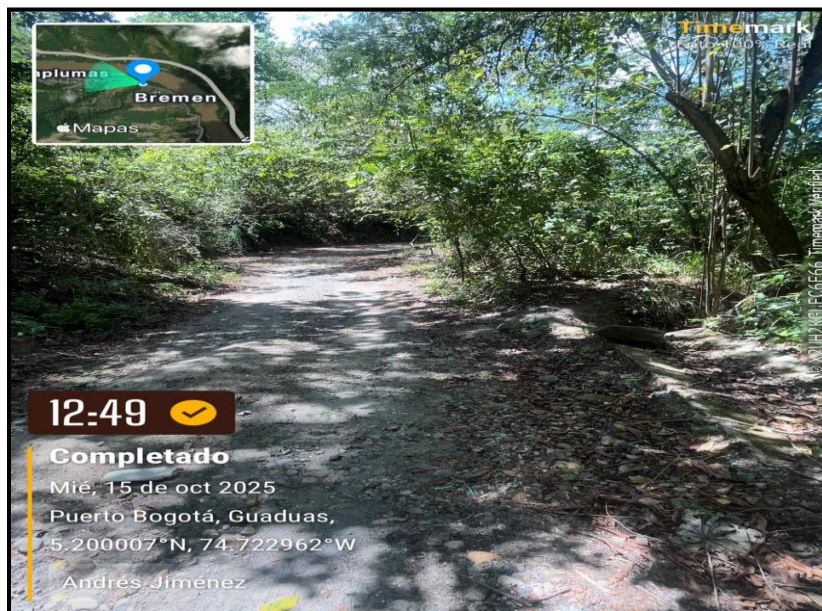


Figura 8 Estado de las cunetas o del sistema de drenaje
Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 9 Estado deficiente del drenaje existente
Fuente: Registro fotográfico propio.

8.1.3 Inestabilidad de taludes

Durante el recorrido se identificaron zonas con evidentes signos de inestabilidad en los taludes laterales, especialmente en sectores donde el terreno presenta pendientes pronunciadas y suelos de baja cohesión. Se observaron deslizamientos superficiales y desprendimientos de material, producto de la escorrentía y la falta de obras de contención o drenaje transversal.

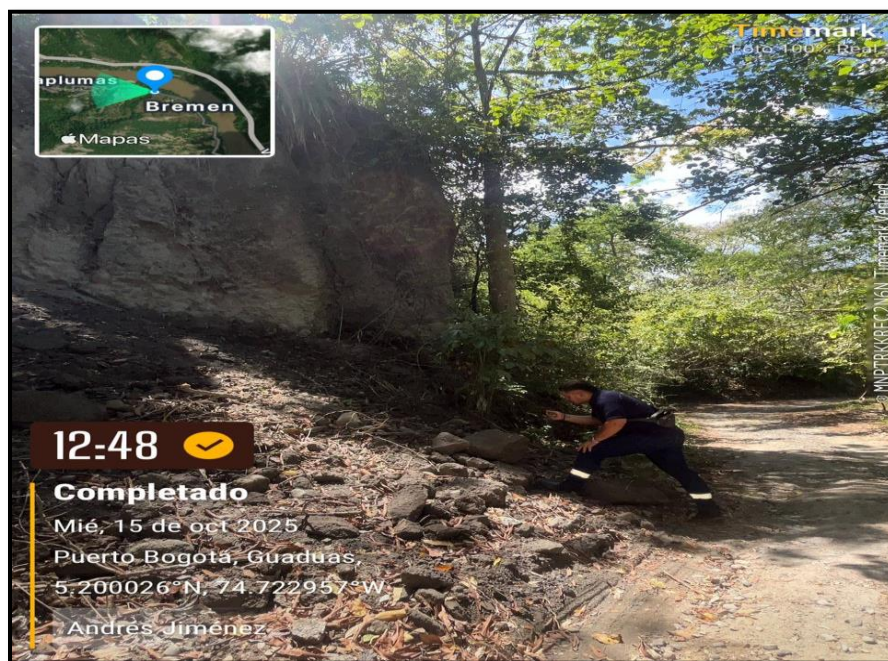


Figura 10 Estado de desplazamiento en talud
Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 11 Talud cedido debido a erosión por agua lluvia
Fuente: Registro fotográfico propio.

8.1.4 Falta de señalización horizontal y vertical

Finalmente, se evidencio la ausencia total de señalización vial, tanto horizontal (demarcaciones sobre el pavimento) como vertical (señales reglamentarias, preventivas e informativas). Esta falta muestra un factor crítico de inseguridad, especialmente en curvas, pendientes y zonas de estrechamiento. La carencia de elementos de señalización contraviene lo dispuesto en la NTC 4732 y el Manual de Señalización Vial del INVIAS, los cuales establecen los parámetros de diseño y ubicación de señales para vías rurales.



Figura 12 Predios ubicados a la orilla de la vía.
Fuente: Registro fotográfico propio.

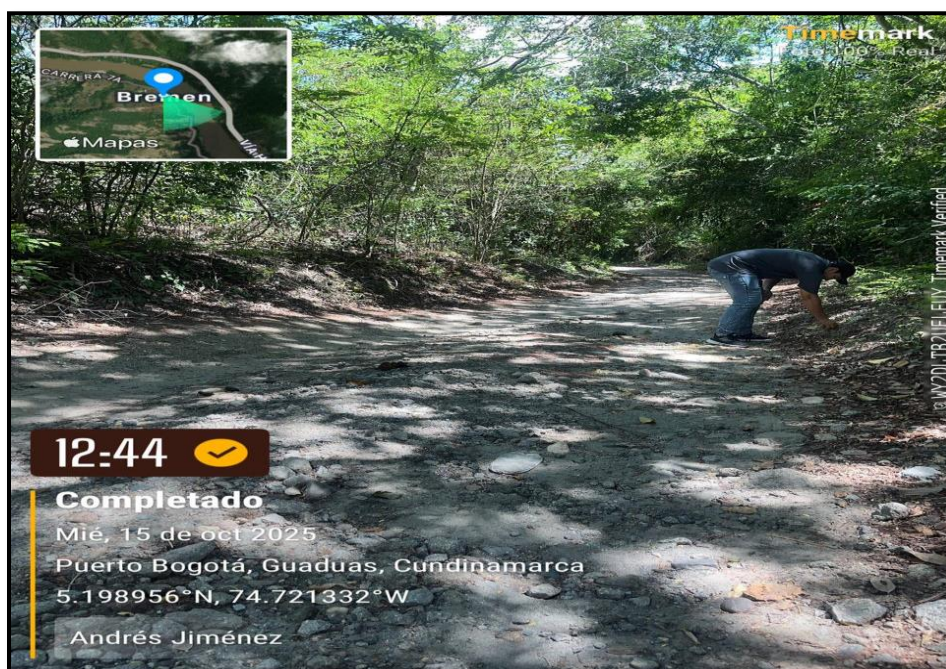


Figura 13 Ausencia de señales verticales
Fuente: Registro fotográfico propio.

8.1.5 Condiciones de accesibilidad y seguridad vial.

Durante el recorrido y la observación del tramo vial, se pudo evidenciar que las condiciones de accesibilidad y seguridad vial no son las adecuadas para quienes transitan por la zona. El camino muestra un deterioro visible, con baches, desniveles y sectores erosionados que dificultan el paso tanto de vehículos como de peatones.

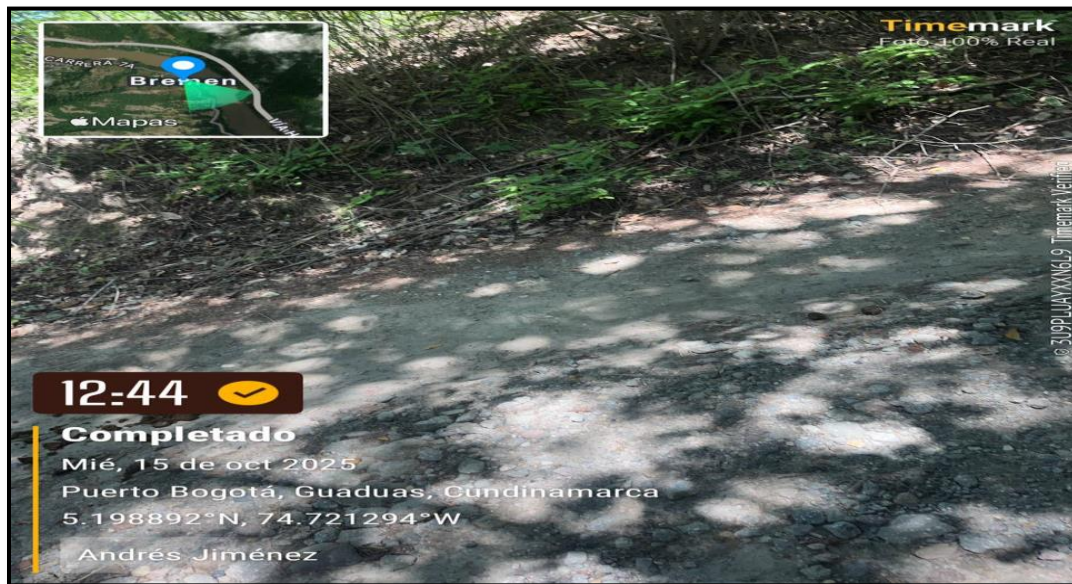


Figura 14 Estado de la vía con difícil acceso y tránsito.

Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 15 Falta de señalización horizontal.

Fuente: Registro fotográfico propio.

8.2 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HONDA-MÉNDEZ

8.2.1 Diagnóstico técnico de las condiciones actuales

El primer paso consiste en realizar una diferenciación física en el tramo vial. Se debe evaluar ciertos parámetros de la vía, los cuales influyen de manera directa al estado de esta. Durante el reconocimiento en campo se evidenció que la vía presenta erosión superficial, baches, pérdida de material granular, y deficiencias en el manejo de aguas lluvias, factores que afectan la transitabilidad y la seguridad vial. Asimismo, se identificó la ausencia de obras de drenaje adecuadas y señalización vial, lo cual incrementa el riesgo de accidentes, especialmente durante la temporada de lluvias.



Figura 16 Condiciones actuales en las que se encuentra la vía

Fuente: Registro fotográfico propio.

8.2.2 Análisis de las condiciones del terreno y tránsito.

Se debe realizar un análisis de suelos mediante sondeos o calicatas para determinar su capacidad de soporte (CBR) y definir el tipo de estructura más adecuada. De igual forma, se analizan las características del tránsito actual y proyectado, teniendo en cuenta el flujo vehicular (predominantemente de transporte agropecuario, motocicletas y camiones). Con base en este proyecto, se determinará la categoría de vía terciaria rural según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVIAS y los parámetros de diseño mínimos.

Por lo anterior, se plantea una propuesta técnica de mejoramiento orientada al diseño de alternativas de rehabilitación que permitan recuperar la funcionalidad estructural y garantizar la transitabilidad permanente en el tramo de la vía.

8.2.3 Formulación de alternativas de diseño.

A partir del diagnóstico y los análisis previos, se plantean tres alternativas técnicas viables, considerando la disponibilidad de materiales locales, costos, facilidad constructiva y mantenimiento.

Las alternativas propuestas se fundamentan en los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVIAS, el Manual de diseño de pavimentos para vías de bajo tránsito y el manual de señalización vial. Los principales criterios técnicos considerados fueron:

- Clasificación de la vía: Terciaria rural.
- Velocidad de diseño: 30 km/h (por topografía ondulada y curvatura).
- Ancho de calzada: 3.0 m a 5.0 m.
- Pendiente máxima recomendada: 12 %.
- Capacidad de soporte (CBR estimado): 5 – 8 %.
- Condiciones climáticas: Alta pluviosidad, requerimiento de drenaje eficiente.

8.2.4 Alternativas de diseño propuestas.

Con base en el diagnóstico de la vía Honda – Méndez, donde se evidencia un deterioro progresivo de la superficie, se plantean tres alternativas técnicas de mejoramiento optimizando el uso de materiales locales y los recursos disponibles.

8.2.4.1 Alternativa 1. Rehabilitación con afirmado granular estabilizado

Esta alternativa propone la reconstrucción de la estructura vial del tramo mediante la conformación de una subrasante adecuada, la aplicación de una capa de material granular estabilizado que puede bien ser con cemento o cal, y la construcción de cunetas laterales para el manejo eficiente de aguas superficiales. Es una opción de bajo costo, orientada a mejorar la transitabilidad de manera rápida y funcional en tramos de menor pendiente y tráfico liviano.

Ventajas:

- Bajo costo y fácil ejecución.
- Aprovechamiento de materiales locales disponibles.
- Mejora inmediata de la transitabilidad y seguridad.

Desventajas:

- Requiere mantenimiento periódico, especialmente en época de lluvias.

- Menor durabilidad ante saturación por agua o tráfico pesado.

Componentes principales:

- Subrasante compactada ($\text{CBR} \geq 8 \%$).
- Capa de afirmado estabilizado con cemento o cal (espesor 20 – 25 cm).
- Cunetas laterales trapezoidales para drenaje.
- Compactación mecánica al 95 % del Proctor estándar.

8.2.4.2 Alternativa 2. Pavimento en placa huella de concreto

Las placas huellas “consisten en la construcción de placas de concreto sobre el terreno, generando una superficie firme y resistente que permite el paso ocasional de buses y camiones de hasta 3 ejes y con mayor frecuencia automóviles y motocicletas” (Molins, 2023). Estas, son especialmente útiles en áreas rurales, donde las condiciones del terreno son adversas.

Esta alternativa plantea la construcción de placa huella de concreto reforzado en el tramo más crítico y/o aquel con mayor pendiente, la zona con saturación de agua o tránsito de carga, acompañada de obras de drenaje y cunetas de concreto para el control de escorrentías.

Ventajas:

- Alta durabilidad y resistencia estructural.
- Menor necesidad de mantenimiento.
- Adecuada para sectores con pendientes pronunciadas o flujo de camiones.

Desventajas:

- Mayor costo inicial.
- Requiere diseño estructural detallado y control técnico durante la ejecución.

Componentes principales:

- Subrasante compactada ($\text{CBR} \geq 8 \%$).
- Subbase granular (15 – 20 cm).
- Placa de concreto reforzado (espesor 15 cm, $f'c = 21 \text{ MPa}$).
- Cunetas en concreto simple.
- Sello de juntas con material bituminoso.

8.2.4.3 Alternativa 3. Pavimento mixto (placa huella + afirmado granular)

La tercera opción combina lo mejor de las dos primeras: utilizar placa huella de concreto donde realmente se necesita (en las zonas más complicadas) y afirmado granular compactado en las partes más planas o con menos pendiente.

Esta alternativa tiene mucho sentido porque aprovecha mejor los recursos disponibles, se adapta a los diferentes terrenos que encontramos en el tramo específico de la vía Honda – Méndez, y nos asegura que la vía va a durar y funcionar bien con el paso del tiempo.

Ventajas:

- Equilibrio entre costo, durabilidad y mantenimiento.
- Adaptabilidad a diferentes condiciones topográficas y de drenaje.
- Mayor seguridad y continuidad en la transitabilidad.

Desventajas:

- Requiere planificación precisa en las transiciones entre los tipos de estructura.

Componentes principales:

- Subrasante compactada ($\text{CBR} \geq 8 \%$).
- Afirmado granular compactado (20 cm) en tramos planos.
- Placa huella de concreto (15 cm de espesor) en zonas críticas.
- Cunetas y alcantarillas de concreto para drenaje.
- Señalización horizontal y vertical básica, conforme al Manual de Señalización Vial INVIAS.

8.2.5 Evaluación técnica y selección de alternativa.

Para determinar la alternativa más viable, se realizó una comparación técnica y económica considerando los siguientes criterios:

- Durabilidad esperada.
- Costo.
- Mantenimiento requerido.
- Aprovechamiento de materiales locales.
- Facilidad constructiva.

Después de comparar las tres opciones, la Alternativa 3 (el pavimento mixto) resultó ser la mejor elección. Ya que logra un buen balance entre tener una estructura sólida, cuidar el presupuesto y adaptarse a las condiciones del terreno.

Lo mejor de esta alternativa es que garantiza que se pueda transitar por la vía todo el año, sin importar si es época de lluvias o verano. Además, a largo plazo se ahorra en mantenimiento y hace que las zonas más peligrosas sean más seguras para quienes transitan por allí.

Afirmado granular estabilizado (cemento/cal): con diseño y control adecuado puede diseñarse frecuentemente para 15–20 años, aunque en condiciones de mala drenaje o tráficos pesados su comportamiento práctico puede reducirse a 5–10 años si no se mantiene. Algunas guías y estudios señalan diseños usuales de 20 años para capas tratadas con cemento.

Placa-huella de concreto: La vida útil típica esperada es entre 15–25 años con buen diseño y mantenimiento (algunas fuentes indican 15–25 años para vías rurales; estructuras de concreto bien diseñadas pueden superar 25 años).

Pavimento mixto: La vida útil depende de la extensión de placa y calidad del afirmado; razonable estimar 15–20 años promedio si se coloca placa en tramos críticos y afirmado estabilizado en tramos menos exigidos.

8.2.6 Impactos esperados

La implementación de la alternativa seleccionada permitirá:

- Mejorar la conectividad entre el municipio de Honda y el corregimiento de Méndez.
- Incrementar la seguridad vial y reducir el riesgo de accidentes.
- Facilitar el transporte de productos agropecuarios y porcinos.
- Estimular el desarrollo económico local y la calidad de vida de la comunidad.
- Mitigar procesos erosivos y mejorar el drenaje superficial.

8.2.7 Diseño técnico de la alternativa seleccionada

Esta alternativa se ajusta a los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVIAS y la guía de diseño de pavimentos con placa-huella, los cuales establecen los parámetros mínimos que deben cumplir las vías terciarias rurales en Colombia.

Características generales de la vía

- Tipo de vía: Terciaria rural.
- Longitud del tramo intervenido: Según levantamiento topográfico (aproximadamente 2 km).
- Ancho de calzada: 4,50 – 5,00 metros.
- Bermas laterales: 0,50 metros cada una.
- Velocidad de diseño: 30 km/h.
- Pendientes longitudinales: variables entre 2 % y 12 %.
- Condiciones del suelo: Material de baja cohesión.
- Clima: Húmedo tropical, con alta pluviosidad estacional.

Estas condiciones justifican un diseño vial mixto, que combine una zona con placa huella de concreto en el sector crítico y afirmado granular compactado en el tramo plano y de menor exigencia estructural.

8.2.8 Diseño del pavimento

Sector con placa huella de concreto, este tipo de pavimento se recomienda en zonas con pendientes máximas del 12 %, sectores de drenaje deficiente o tránsito frecuente de camiones.

El diseño propuesto es el siguiente:

Tabla 3 Diseño y materiales propuestos para la intervención en los sectores con pendiente.

Capa	Material	Espesor (cm)	Observaciones
Rodadura	Concreto reforzado ($f'_c = 21$ MPa)	15	Resistencia a compresión, armado con varilla $\varnothing 12,7$ mm
Base	Material granular tipo INVIAS B-200	15	Compactación ≥ 95 % Proctor
Subbase	Material seleccionado (arena, grava fina)	15	Mejora de drenaje
Subrasante	Suelo natural compactado	Variable	CBR mínimo del 8 %

Fuente: Elaboración propia.

Sector con afirmado granular compactado

Para la parte del tramo que es plano y con tránsito pesado, se proyecta la rehabilitación con afirmado granular estabilizado con cal o cemento, con el siguiente diseño:

Tabla 4 Diseño y materiales propuestos para la intervención en los sectores planos.

Capa	Material	Espesor (cm)	Observaciones
Rodadura	Material granular estabilizado	20	Compactación al 95 % Proctor
Subbase	Suelo mejorado con adición de cal (2–3 %)	15	Mejora de plasticidad
Subrasante	Suelo natural	—	Perfilado y drenado previamente

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones técnicas:

- Compactar en capas de máximo 20 cm.
- Evitar trabajar con humedad superior al óptimo.

- Mantenimiento semestral para corrección de baches superficiales.

Todo lo explicado anteriormente es explicado para quedar así:

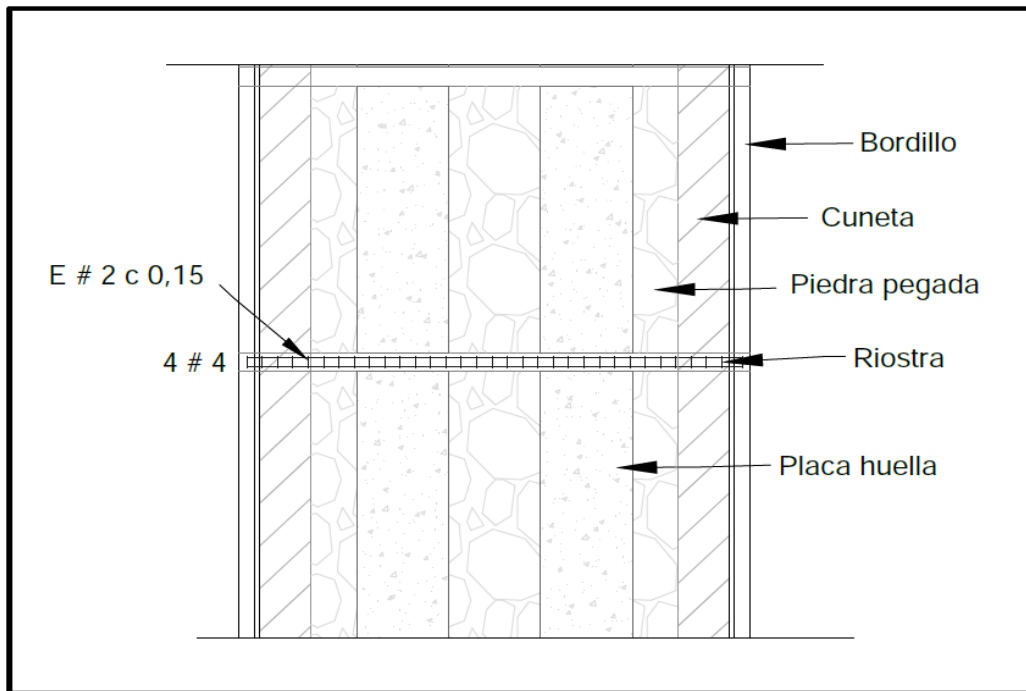


Figura 17 Vista en planta de una placa huella

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS, 2016). Guía de diseño de pavimentos con placa-huella.

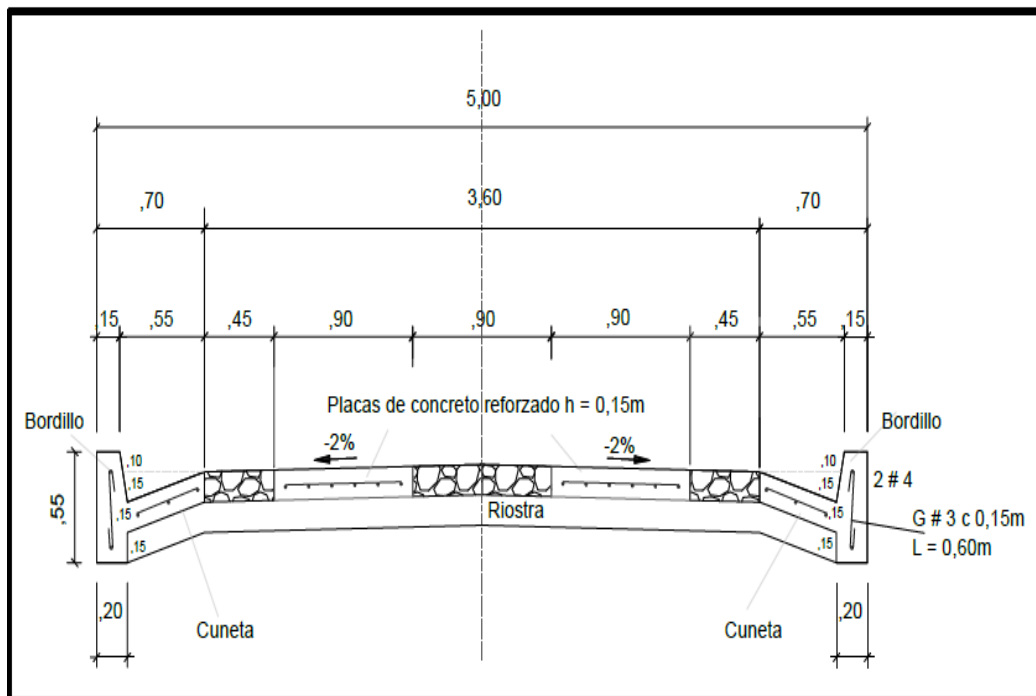


Figura 18 Corte transversal de una placa huella

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS, 2016). Guía de diseño de pavimentos con placa-huella.

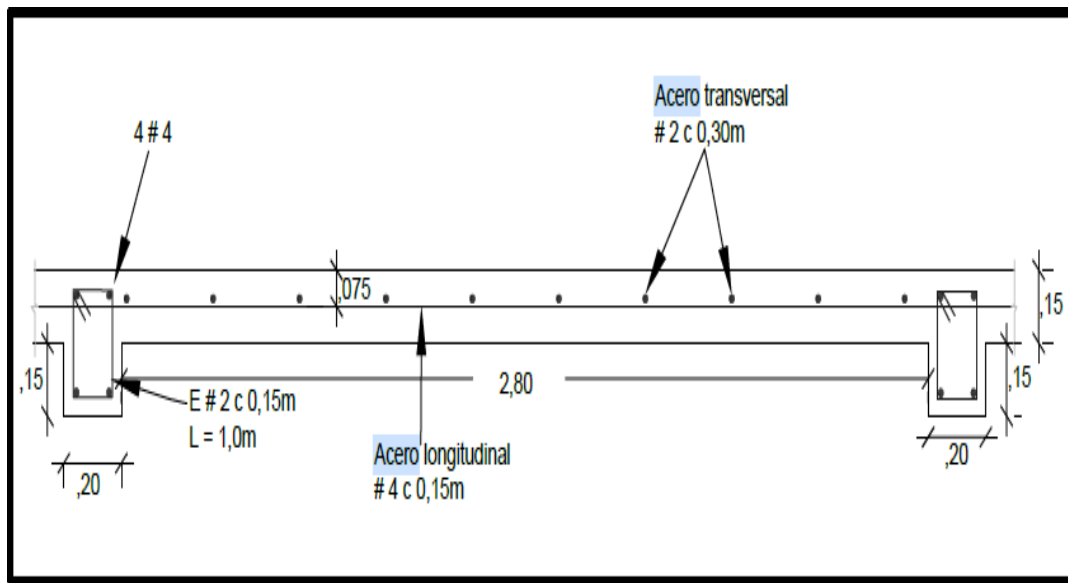


Figura 19 Corte longitudinal de una placa huella

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS, 2016). Guía de diseño de pavimentos con placa-huella.

8.2.9 Diseño del sistema de drenaje

Debido a la alta pluviosidad de la zona en temporadas y la evidencia de erosión lateral, se plantea un sistema de drenaje que asegure la recolección y conducción eficiente de aguas superficiales.

Cunetas laterales trapezoidales:

Profundidad máxima de la lámina de agua = 0.150 m.

Pendiente mínima de la vía = 0.5%.

Pendiente máxima de la vía = 12%.

Estas cunetas deben ser diseñadas para que “eventualmente la rueda de un vehículo pueda circular por ella con seguridad para permitir el adelantamiento de un vehículo liviano y que el agua proveniente de la superficie de rodadura pueda ser canalizada hasta entregarla a un aliviadero”. (INVIAS, 2016)

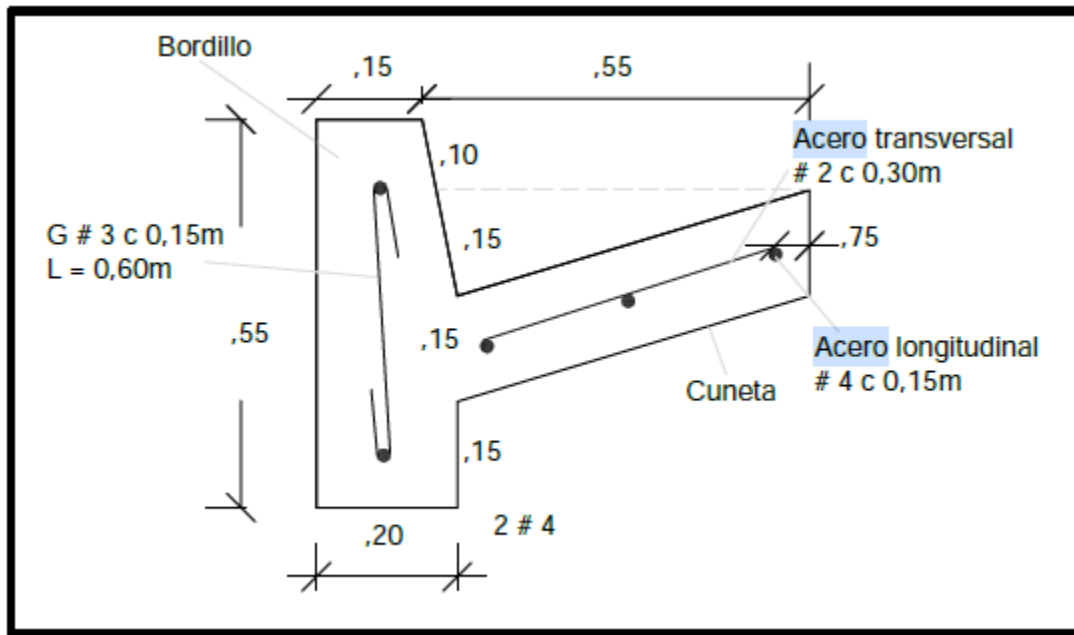


Figura 20 Diseño de cuneta y berma para placa huella

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS, 2016). Guía de diseño de pavimentos con placa-huella.

8.3 DISEÑAR UN PLAN DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL ACORDE A LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA VIGENTE. CON EL FIN DE MINIMIZAR LA ACCIDENTALIDAD.

El objetivo de este plan es garantizar la seguridad vial y minimizar los accidentes en la vía mediante la adecuación de señales horizontales y verticales que orienten y adviertan a los conductores y peatones, cumpliendo con las normas colombianas vigentes.

La vía terciaria presenta condiciones rurales, con calzada estrechas, curvas cerradas, tramos sin pavimentar y cruces con caminos veredales. Debido a su uso para el transporte local de porcinos, es necesario implementar una señalización clara y visible para todos los usuarios.

Tipo de vía: Terciaria rural mixta (vehicular - tráfico pesado, motocicletas, bicicletas y peatones). Y la superficie es una placa huella con tramos en afirmado.

8.3.1 Requisitos para la señalización vial

Toda señal de tránsito debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos para alcanzar eficazmente su propósito según (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2015):

1. **Necesidad:** Debe responder a una situación real que justifique su instalación.
2. **Visibilidad:** Debe ser visible y captar la atención de los actores del tránsito.
3. **Claridad:** Su mensaje debe ser legible y fácil de comprender.
4. **Oportunidad:** Debe permitir al usuario disponer del tiempo suficiente para

- reaccionar de manera adecuada.
5. **Autoridad:** Debe inspirar respeto.
 6. **Credibilidad:** Debe ser coherente y confiable, de modo que los usuarios la acaten.

8.3.2 Diseño de las señales

El diseño de la señalización debe garantizar que el tamaño, contraste, colores, forma, composición, retrorreflexión e iluminación se combinen adecuadamente para atraer la atención de todos los usuarios de la vía. La forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje aseguren su claridad. La legibilidad y el tamaño del texto o símbolos correspondan a la distancia desde la cual se observa la señal, permitiendo un tiempo de reacción adecuado. El tamaño, forma y mensaje sean coherentes con la situación que se desea señalar, lo que contribuye a su credibilidad y cumplimiento. Las características de color y tamaño se perciban de igual manera durante el día, la noche o en condiciones de visibilidad reducida. (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2015, pág. 9)

8.3.3 Instalación de las señales

Cuando se instala una señal de tránsito, se debe pensar en todas las personas que van a verla: conductores jóvenes y mayores, peatones con diferentes niveles de visión, ciclistas concentrados en mantener el equilibrio. Cada uno tiene su propio ritmo para procesar la información.

Una buena señal es como un mensaje claro entre amigos, se nota a primera vista, se entiende sin esfuerzo y te da tiempo para actuar sin sobresaltos. Imagina que vas manejando a la velocidad permitida por esa vía. La señal debe aparecer en tu campo visual con tiempo suficiente para que puedas:

- Notarla sin distracciones
- Leerla cómodamente, sin forzar la vista
- Entender qué te está pidiendo hacer
- Decidir cómo vas a reaccionar
- Actuar con calma y seguridad, sin maniobras bruscas

Todo esto debe fluir naturalmente. Si alguien tiene que frenar de golpe o hacer un giro precipitado porque vio una señal demasiado tarde, entonces algo está fallando. Las señales están ahí para ayudarnos, no para sorprendernos.

8.3.4 Función de las señales de tránsito

Las señales de tránsito desempeñan tres funciones fundamentales para regular el flujo vehicular y garantizar la seguridad vial:

Función reglamentaria donde establecen las normas de circulación que deben cumplirse en cada tramo de la vía. Indican limitaciones de velocidad, restricciones de giro, prohibiciones de estacionamiento y demás disposiciones que organizan el tránsito de manera ordenada y

previsible.

Función preventiva donde alertan a los usuarios sobre peligros potenciales o condiciones especiales presentes en la vía. Permiten anticipar situaciones que requieren mayor precaución, como curvas pronunciadas, zonas escolares, pasos peatonales o cambios en las características del camino.

Función informativa donde orientan a los conductores proporcionando datos sobre rutas disponibles, distancias, direcciones hacia destinos específicos, ubicación de servicios y puntos de interés turístico o público.

8.3.5 Clasificación general de la señalización vertical

Tabla 5 Tipos de señales verticales

Tipo de señal	Color / Forma	Finalidad principal
Reglamentarias (R)	Fondo blanco, borde rojo, símbolo negro	Informar normas y prohibiciones (obligatorias).
Preventivas (P)	Fondo amarillo, símbolo negro, forma de triángulo o rombo	Advertir sobre riesgos o condiciones peligrosas.
Informativas (I)	Fondo verde (dirección) o azul (servicios)	Orientar o guiar a los usuarios.

Fuente. Elaboración propia.

Según el estudio, teniendo en cuenta cada uno de los tres tipos de señalización se tienen en cuenta unas posibles señalizaciones para la implementación.

Señales Reglamentarias

Tabla 6 Posibles señales reglamentarias para utilizar.

Código	Señal	Aplicación específica en vía terciaria	Observaciones técnicas
SR-01	PARE	En intersecciones con vías principales o zonas de visibilidad reducida.	Instalar a 10 m antes del cruce.
SR-02	CEDA EL PASO	En accesos secundarios, entradas a caminos vecinales.	Alternativa a SR-01 según jerarquía vial.
SR-30	VELOCIDAD MÁXIMA (30 km/h)	En tramos de placa huella o cerca de viviendas.	Repetir cada 500 m aprox.
SR-26	PROHIBIDO ADELANTAR	En tramos angostos, curvas cerradas o puentes.	Puede acompañarse con línea amarilla doble continua, pero en este caso no.
R-31	NO ESTACIONAR	En zonas angostas o de paso único.	Si el ancho es <4.5 m.

Fuente. Elaboración propia.

Señales preventivas

Tabla 7 Posibles señales preventivas para utilizar.

Código	Señal	Ubicación recomendada	Observaciones
SP-1 / SP-2	Curva a la derecha / izquierda	Antes de curvas pronunciadas.	A 50–100 m según visibilidad.
SP-7 / SP-8	Doble curva	En tramos con curvas consecutivas.	Complementar con delineadores.
SP-27	Pendiente fuerte	En descensos mayores al 10%.	Indicar el % en la placa adicional.
SP-28	Ensanche o estrechamiento	Cuando la vía pasa de dos carriles a uno o viceversa.	Importante en pasos de placa huella.
SP-44	Superficie deslizante	En zonas con humedad o placa pulida.	Reforzar con advertencia visual.
SP-42	Zona de derrumbes	En zonas donde se encuentre taludes sueltos.	Importante en lugares con alta precipitación.
SP-47	Zona escolar o peatonal	Si hay escuela o caserío cercano.	Complementar con R-30 (30 km/h).
SP-49	Animales en la vía	En zonas ganaderas.	Altamente recomendable en ruralidad.

Fuente. Elaboración propia.

8.3.6 Especificaciones técnicas de instalación

Tabla 8 Especificaciones para instalación de señalizaciones.

Elemento	Especificación según norma
Altura	2,20 m desde el nivel de la calzada hasta el borde inferior de la señal.
Distancia lateral	1,80 m desde el borde derecho de la calzada hasta el borde del poste.
Material	Lámina galvanizada calibre 16 o 18, con recubrimiento reflectivo tipo III o IV.
Tamaño mínimo	60 × 60 cm para reglamentarias y preventivas en vías rurales.
Soporte	Poste metálico o en concreto de 2" de diámetro mínimo, anclado en concreto.
Reflectividad	Obligatoria para garantizar visibilidad nocturna.

Fuente. Elaboración propia.

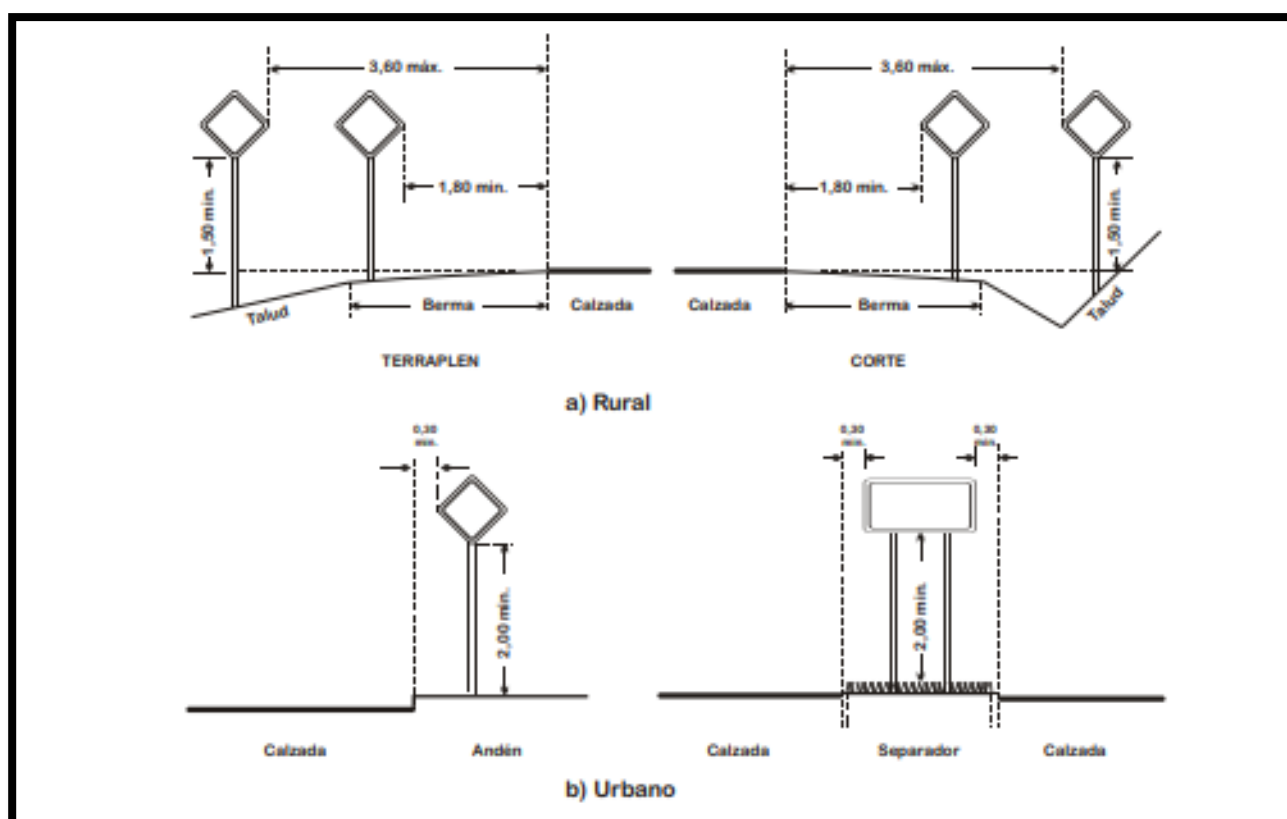


Figura 21 Ubicación lateral de las señalizaciones

Fuente: Ministerio de transporte (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2015, pág. 24)

8.3.7 Propuesta de señalización para el tramo a intervenir

Teniendo en cuenta esto, se plantea instalar ciertas señalizaciones en el tramo mencionado o a intervenir, que se plantea en lo siguiente:

De acuerdo con las condiciones observadas en el tramo de vía, se propone la instalación de las siguientes señales verticales, con el fin de mejorar la seguridad vial y reducir la posibilidad de accidentes:

- **Señal de “Velocidad máxima”** al inicio del tramo intervenido, indicando el límite de velocidad permitido según el tipo de vía o las condiciones de esta, se plantea poner una señalización como se muestra:



Figura 22 Inicio del trayecto o de la vía
Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 23 señalización de velocidad máxima permitida

Fuente: Adoptado de la pagina Freepik

- **Señal de “Velocidad máxima”** al finalizar el tramo, reforzando la continuidad del control de velocidad y mitigar excesos de esta cuando nuevamente se encuentren con una vía que no esta pavimentada.



Figura 24 Terminación del tramo intervenido
Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 25 señalización de velocidad máxima permitida
Fuente: Adoptado de la pagina Freepik

- **Señal de “PARE”** en la intersección existente, para regular el cruce seguro de vehículos y salida de vehículos en el establecimiento MR.PIG.



Figura 26 Intersección o salida del establecimiento MR. PIG
Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 27 Señalización de PARE para ubicar en la intersección
Fuente: Adoptado de la página <https://jopavisos.com/producto/pare-senalizacion-vial/>

- **Señal de “Pendiente fuerte”** en la zona de ascenso sobre la placa huella, donde se evidencia una cuesta que cuenta con una pendiente significativa, lo cual ayudara

a preparar a los conductores, la cual se pondría en el siguiente lugar:

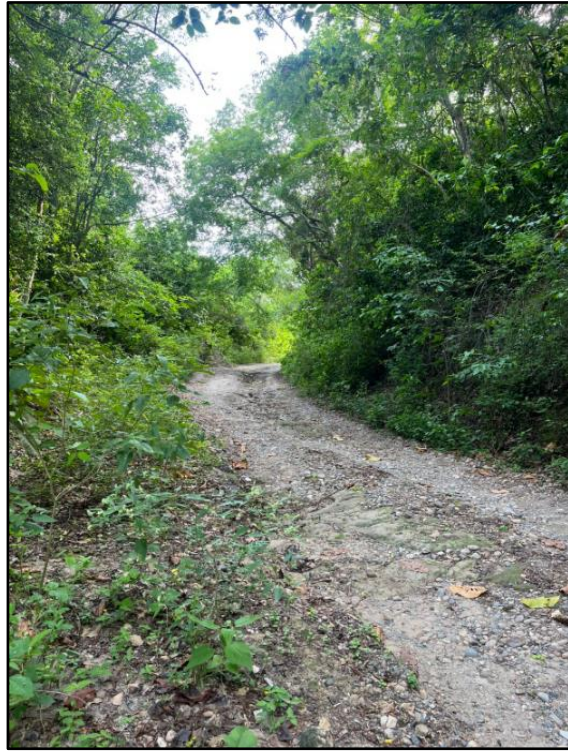


Figura 28 Inicio de cuesta o de pendiente pronunciada en el tramo
Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 29 Señal preventiva de zona de ascenso con pendiente fuerte.

Fuente: Adoptado de la pagina <https://jopavisos.com/producto/pendiente-fuerte-de-ascenso-sp-27a/>

- **Señal de “Superficie deslizante”** después del tramo en afirmado, debido al posible riesgo en condiciones de humedad que se presentan por las lluvias, ya que

debido a las condiciones del suelo, pueden acumularse excesos de agua, así como se muestra en lo siguiente:

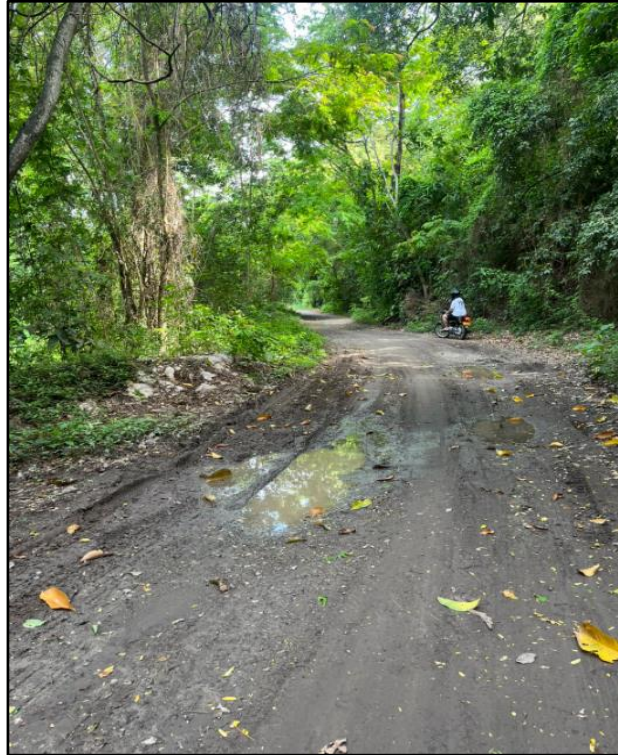


Figura 30 Zona del tramo donde se ubican acumulaciones de agua provocando zonas deslizantes.
Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 31 Señal preventiva de zona deslizante

Fuente: Adoptado de la pagina <https://jopavisos.com/producto/superficie-deslizante-sp-44-senalizacion-vial/>.

- **Señal de “Zona de derrumbes”** antes del sector con taludes sueltos, advirtiendo sobre el riesgo de caída de material casi al iniciar la placa huella y en sectores

planos donde se vera la base estabilizada, como se muestra en lo siguiente:



Figura 32 Zona del tramo a intervenir donde se presentan deslizamientos en los taludes.

Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 33 Señal preventiva de zona de derrumbes

Fuente: Adoptado de la pagina <https://jopavisos.com/producto/zona-de-derrumbes-sp-42/>

- **Señal de “Curva a la izquierda y a la derecha”** antes del inicio de una curva

pronunciada, permitiendo la anticipación de maniobras por parte de los conductores.



Figura 34 Curva pronunciada en el tramo a intervenir, es una de las más visibles

Fuente: Registro fotográfico propio.



Figura 35 Señal preventiva curva pronunciada a la izquierda

Fuente: Adoptado de la pagina <http://jopavisos.com/producto/curva-pronunciada-a-la-izquierda-sp-03/>

Estas señalizaciones, junto con la adecuada ubicación y mantenimiento, garantizarán una circulación más segura, previsible y ordenada, conforme a los lineamientos técnicos

establecidos por el Manual de Señalización Vial (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2015)

8.4 FORMULAR RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA VÍA QUE GARANTICEN SU SOSTENIBILIDAD A LARGO PLAZO.

Para que la vía terciaria en placa huella se mantenga en buen estado y cumpla su función durante muchos años, es fundamental, contar con un plan de mantenimiento periódico que incluya tanto acciones preventivas como correctivas. Estas actividades son clave para preservar la seguridad de quienes transitan por ella, garantizar la comodidad de los usuarios y asegurar que la infraestructura sea duradera. Además, un mantenimiento adecuado ayuda a prevenir el deterioro prematuro de la vía y evita que los costos de reparación se eleven sin necesidad.

8.4.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo tiene como propósito conservar las condiciones estructurales y de servicio de la placa huella, evitando la aparición de fallas que afecten la estabilidad del pavimento. Para ello se recomienda:

- Inspección periódica (mínimo cada seis meses) de la vía para ver fisuras asentamientos, o desprendimientos del concreto.
- Limpieza constante de cunetas, alcantarillas y drenajes, para evitar el estancamiento de aguas lluvias que puedan afectar la estructura y generar erosión lateral.
- Control de la vegetación en los costados de la vía, evitando el crecimiento de raíces que deterioren el pavimento o dificulten la visibilidad.
- Revisión y mantenimiento de la señalización vertical ayudando que las señales sean visibles y se encuentren en buen estado contribuyendo a la seguridad vial.

8.4.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se aplicará cuando se evidencien daños o deterioros que afecten la funcionalidad de la vía. Se recomienda:

- Reparación de losas agrietadas o partidas, mediante corte, retiro y reemplazo del material dañado, garantizando una adecuada compactación del terreno antes de colocar el nuevo concreto y manteniendo la misma relación que se usó.
- Relleno de juntas o fisuras menores con sellantes que sirvan para evitar la infiltración de agua.
- Rehabilitación de tramos erosionados o con pérdida de material granular en los accesos y zonas laterales.
- Reparación y reconstrucción de obras de drenaje deterioradas.
- Reposición o actualización de señalización en caso de deterioro o vandalismo.

8.4.3 Sostenibilidad a largo plazo

Para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura es indispensable fortalecer la participación comunitaria en el cuidado de la vía. Asimismo, se recomienda:

- Crear un plan anual de mantenimiento, con cronogramas y responsables definidos.
- Capacitar a miembros de la comunidad en labores básicas de conservación vial.
- Promover la coordinación entre la comunidad y las entidades municipales o departamentales para la gestión de recursos y materiales y así tener en buen estado todo.
- Evaluar periódicamente el comportamiento estructural de la placa huella, especialmente después de temporadas de lluvia.

9. CONCLUSIONES

El diagnóstico técnico-visual realizado sobre la vía expuesta permitió evidenciar una perspectiva diferente en cuanto a las condiciones de la infraestructura vial donde se evidenció que la vía presenta un alto nivel de deterioro superficial, muchas grietas también, pérdida de material que se encontraba antes y zonas de inestabilidad donde se encontraban taludes sueltos, también, se identificó una evacuación de aguas superficiales en muy mal estado que viene ligado a la la obstrucción o inexistencia de cunetas, lo que provoca erosión y compromete la durabilidad del pavimento. Estas condiciones, sumadas a la falta de señalización necesaria, generan que pueda haber accidentes y daños en los vehículos que transiten por acá. Esta inspección permitió reconocer las principales causas de deterioro y establecer los criterios técnicos necesarios para formular soluciones posibles que garanticen la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad de la vía.

La formulación de alternativas de diseño forma un componente importante del mejoramiento vial. Estas propuestas nombradas se basan en diferentes estudios que fueron leídos para tener una correcta interpretación del tema, además se tuvo en cuenta las características que presenta este tramo que se piensa intervenir. Se plantearon estos tres métodos teniendo en cuenta los materiales, las pendientes y la cantidad de lluvia que se presenta en el sector. Después, el diseño escogido, combina las dos mejores partes de los otros dos y se buscó alcanzar un equilibrio en todo, como lo es la durabilidad, funcionalidad y accesibilidad de materiales, sin descuidar que este responde a los problemas que presenta la vía de una manera rápida contribuyendo al desarrollo económico y social del área que se intervendrá.

La elaboración del plan de señalización horizontal y vertical se desarrolló conforme a las normas establecidas en el Manual de Señalización Vial del INVIAS que como todo trabajo realizado se debe basar en este, sin embargo la propuesta incluye la mejor ubicación de señales preventivas y reglamentarias que se tuvieron en cuenta según la necesidad. La implementación de este sistema de señalización tiene la finalidad o como objetivo la ayuda a todos los peatones y conductores que pasan por esta vía, para que en lo posible mitigar accidentes y problemas en vehículos.

El plan de mantenimiento propuesto está formado para preservar las condiciones estructurales y operativas de la vía en el largo plazo. Este plan tiene acciones de mantenimiento preventivo, tales como limpieza de cunetas, control de vegetación, reparación oportuna de fisuras y control de drenajes, junto con actividades correctivas que permitan intervenir de manera eficaz los daños mayores. Se debe tener en cuenta la importancia de generar una programación periódica de inspección y conservación, ya que un adecuado mantenimiento no solo prolonga la vida útil del pavimento y reduce los costos de rehabilitación futura, sino que también promueve la sostenibilidad del proyecto.

10. RECOMENDACIONES

✓ LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:

Realizar un levantamiento topográfico del tramo utilizando la estación topográfica o si es mas especificada con un dron. Ya que esto nos permite definir las curvas y pendientes.

✓ ESTUDIO DE SUELOS:

Tomar las muestras del suelo a lo largo del tramo cada (50 m) y analizar la clasificación del suelo mediante el sistema **AASHTO**. Determinar el CBR contenido de humedad y granulometría para definir el tipo el tipo de estructura requerida.

✓ EVALICACION DE DRENAJE Y TALUDES:

Incluir un análisis de drenaje superficial. Identificar la estabilidad de los taludes, puntos críticos con erosión o deslizamientos.

✓ EVALUACION DE LA CARPETA EXISTENTE:

Determinar el tipo de suelo actual (material, granular) identificar el tipo de problemas o fallas (baches, hundimientos, erosión lateral) mediante diagnostico fotográfico, croquis.

REFERENCIAS

- Agencia de Seguridad Vial. (24 de Septiembre de 2025). *Agencia Nacional de Seguridad Vial – GOV.CO*. Obtenido de Agencia Nacional de Seguridad Vial – GOV.CO: <https://ansv.gov.co/es/atencion-ciudadania/glosario/seguridad-vial>
- Barranquilla, A. d. (s.f.). *Alcaldia de Barranquilla*. Obtenido de Alcaldia de Barranquilla: <https://barranquilla.gov.co/transito/oficina-de-gestion-del-transito/gestion-de-infraestructura-vial-y-cierre-de-vias>
- Caro, S., & Caicedo, B. (Enero de 2017). *Revista de ingeniería*. Obtenido de Revista de ingeniería: https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/rdi/article/view/7425/7762?utm_source=chatgpt.com
- Celsia. (13 de 10 de 2023). *Celsia mejora vías terciarias de 7 veredas del municipio de Ataco, con Obras por impuestos*. Obtenido de Celsia mejora vías terciarias de 7 veredas del municipio de Ataco, con Obras por impuestos: <https://www.celsia.com/es/noticias/celsia-mejora-vias-terciarias-de-7-veredas-del-municipio-de-ataco-con-obras-por-impuestos/>
- DANE. (2023). *PROYECCIONES DE POBLACIÓN A NIVEL MUNICIPAL. PERIODO 2020 - 2035*. Gobierno de Colombia – DANE.
- Ferrovial. (s.f.). *Partes de una carretera*. Obtenido de FERROVIAL: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/partes-de-una-carretera/>
- Gaviria, Jean Philippe Pening. (23 de 11 de 2023). *Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/inversion-de-recursos-publicos-en-infraestructura-de-vias-terciarias.aspx?ID=96&utm_source=chatgpt.com
- Gordillo, S. M. (s.f.). *INEC-Panamá*. Obtenido de INEC-Panamá: https://www.inec.gob.pa/redpan/sid/meta/META/Longitud_de_la_red_vial_Km_.htm
- Instituto Nacional de Vías INVIAS. (2015). *Manual de señalización vial*. Ministerio de Transporte de Colombia.
- INVIAS. (2016). *Guía de diseño de pavimentos con Placa-Huella*. Obtenido de Guía de diseño de pavimentos con Placa-Huella: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella>
- Maquinaria Carran. (10 de Diciembre de 2020). *Compactación: ¿qué es y cuáles son sus 6 beneficios?* Obtenido de Maquinaria Carran: <https://www.maquinariacarran.cl/compactacion-suelos-obra/>
- Micromeritics. (s.f.). *¿Que es la densidad?* Obtenido de Micromeritics: <https://micromeritics.com/es/density/>
- Ministerio de transporte. (s.f.). *Glosario*. Obtenido de Ministerio de transporte: <https://mintransporte.gov.co/>
- Molins, A. (23 de 11 de 2023). *Placa huella: Mejoras de vías rurales con ALIÓN*. Obtenido de Placa huella: Mejoras de vías rurales con ALIÓN: <https://alion.com.co/placa-huella-vias-rurales-alion/>
- ScienceDirect. (s.f.). *Subrasante*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/subgrade>
- Señalización arquitectonica. (25 de Octubre de 2023). *¿Qué es y cuál es la importancia de la Señalización?* Obtenido de Señalización arquitectonica: <https://senarq.com/que-es-y-cual-la-importancia-de-la-senalizacion/>
- Structuralia. (10 de Octubre de 2024). *Dos opciones de ensayo geotecnico*. Obtenido de Structuralia: <https://blog.structuralia.com/ensayo-proctor-geotecnica>
- TerriData. (2024). *Demografía y población*. Departamento nacional de planeación.
- Wiegand, M., Koomen, E., Pradhan, M., & Edmonds, C. (2023). El impacto del desarrollo vial en el bienestar de los hogares en las zonas rurales de Papúa Nueva Guinea. *Journal of Development Studies*, 933-953.