

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA



Diagnóstico del deterioro de la vía que del municipio del Líbano Tolima conduce a la vereda de Santa Teresa entre los kilómetros 5 y 6.

Sara Milena Covaleda Cuervo

Andrés Felipe Motta Pulido

Jhon Edwar Peña Gómez

Juan Camilo Eduardo Pertuz Rodas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2020

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

Diagnóstico del deterioro de la vía que del municipio del Líbano Tolima conduce a la vereda de Santa Teresa entre los kilómetros 5 y 6.

Sara Milena Covaleda Cuervo

Andrés Felipe Motta Pulido

Jhon Edwar Peña Gómez

Juan Camilo Eduardo Pertuz Rodas

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Néstor Alfonso López

PH-D C En Análisis de Problemas Sociales - Economista

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2020

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

Dedicatoria

Este trabajo de grado se lo dedico a mi padre, quien, aunque ya no está conmigo, desde muy niña me inculco la importancia de enriquecer mi vida con conocimientos y formación profesional, a mi madre, por su paciencia y dedicación en mi formación como persona.

Sara M. Covaleda

Este documento que plasma todo un proceso de aprendizaje a lo largo de estos últimos meses, es un aliciente para todo aquel que esté pensando que la vida profesional se limita a exprimir todas nuestras capacidades al servicio de una empresa, quiero dedicar este trabajo a quienes me han motivado para elevar a un nuevo nivel mi vida profesional, entendí lo importante de emprender mis propios proyectos y ayudar a los demás desde mis iniciativas.

Juan Camilo E. Pertuz

A Dios, a mi familia, a mis compañeros de Universidad, a los tutores y aquellas personas especiales en el transcurso de mi vida, benefactores de aquellos éxitos. Me siento complacido por la confianza que depositaron en mí, especialmente cuando conté con su apoyo incondicional.

Este nuevo logro es gracias a ustedes, lo que en un principio era inalcanzable e interminable, gracias a ustedes, personas de bien, seres que ofrecen su amor, bienestar y los deleites de la vida.

Jhon E. Peña

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

Este trabajo va dedicado a mi familia, quien siempre ha permanecido a mi lado apoyándome en cada una de las decisiones que he tomado y quienes han sido mi fortaleza a lo largo de toda mi carrera profesional

Andrés F. Motta

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

Agradecimientos

El amor, la dedicación, la paciencia y el profesionalismo con la que, en cada tutoría, nos dirigía el tutor de este trabajo de grado, fue un incentivo importante en la elaboración de este documento, toda vez que, impulsa a ser mejor, a perfeccionar y a esforzarse por los resultados.

Gracias de igual manera a la Corporación Universitaria Minuto de Dios, por este programa académico, por la calidad de profesionales que posee como instructores, porque no solo son excelentes profesionales, sino que también tienen una calidad humana maravillosa.

A mi familia, padres, hermanos, esposo y muy especial a mi hijo, por tener paciencia en mi proceso de formación profesional.

Sara M. Covaleda

A Dios por permitirme aun en medio de una crisis como la que atraviesa el mundo entero, continuar capacitándome para ser esa persona íntegra que mis padres desde la crianza anhelaron formar; y a ellos por la templanza y dedicación con la que aun en mi edad adulta han sabido infundir en mí.

Juan Camilo E. Pertuz

Quiero dar las gracias a todos los maestros con los que se compartió en este proceso de aprendizaje, gracias a ellos y a su acompañamiento fue posible completar de manera satisfactoria este proyecto, de igual manera a la institución por la labor educativa brindada.

Andrés F. Motta

Contenido

Lista de tablas.....	i
Lista de figuras.....	ii
Lista de anexos.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1 Anteproyecto.....	2
1.1 Definición del Problema.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Estado del Arte.....	5
1.5 Marcos Referenciales.....	7
1.5.1 Marco Teórico.....	7
1.5.2 Marco Conceptual.....	11
1.5.3 Marco de Referencia.....	13
1.5.4 Marco Metodológico.....	16
CAPÍTULO II.....	19
2 Describir los factores que inciden en el deterioro de la vía terciaria durante la temporada invernal, de acuerdo al manual de inspección visual de Invias.	19
CAPÍTULO III.....	25
3 Analizar las alternativas de mitigación del deterioro de la vía durante la temporada invernal y proponer la solución más viable, de acuerdo a las normas INVIAS.	25
CAPÍTULO IV.....	33
4 Evaluar el impacto socio cultural y económico al que se verá sometida la comunidad con la solución propuesta, durante la temporada invernal.	33
4.1 Impacto sociocultural vereda Santa teresa.....	35
4.2 Impacto socioeconómico.....	35

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
Conclusiones	39
Recomendaciones	40
Bibliografía	42
Anexos	44

Lista de tablas

Tabla 1 Planes de Desarrollo del Municipio.....	5
Tabla 2 Condiciones para implementar Placa Huella	9
Tabla 3 Programación de Actividades	18
Tabla 4 Eficiencia de acuerdo al tipo de pavimento	28

Lista de figuras

Figura 1 Placa Huella Vía La Victoria Caldas	8
Figura 2 Vía Vereda Trinidad-Santa Teresa K5+500. Ausencia de drenaje longitudinal	20
Figura 3 Secciones típicas de Cunetas	21
Figura 4 Partes de una Alcantarilla	22
Figura 5 Partes principales de una alcantarilla con poceta	22
Figura 6 Obstrucción de Alcantarilla a la mitad de su capacidad	23
Figura 7 Zanja de Coronación.....	24
Figura 8 Clasificación de Vehículos por Ejes	27
Figura 9 Estructura de via (INVIAS, Diseño Geometrico de Carreteras, 2008).....	27

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

Lista de anexos

ANEXO A. Formato Reporte de Daños y Registro Fotográfico	44
ANEXO B. Documento Tipo, Mantenimiento de Vías de Tercer Orden DNP	44
ANEXO C. Proyecciones.....	44
ANEXO D. Plan de Proyecto y Gantt.....	44

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

Resumen

El Líbano es un municipio ubicado al norte del departamento del Tolima, el cual presenta un atraso evidente en el mantenimiento de la malla vial rural, lo cual genera sobre costos en la producción agrícola de la región, por las dificultades de transporte de los productos al centro poblado. Motivo por el cual se llevo a cabo esta investigación con el fin de plantear una solución ‘Tipo’ para mejorar las condiciones de la vía, específicamente la que conduce del municipio del Líbano Tolima a la vereda de Santa Teresa, tomando como tramo de estudio el comprendido entre el k5 y k6, entre tanto, se hizo evidente que con el fin de llegar a una solución optima y de calidad, se planea un sistema constructivo de Placa Huella, de acuerdo a los lineamientos del INVIAS y del Departamento Nacional de Planeación del Gobierno Nacional para vias de tercer orden.

Palabras clave: Deterioro, Placa Huella, Drenajes, Concreto Ciclópeo, Vías Terciarias.

DIAGNOSTICO DEL DETERIORO VIA LÍBANO - SANTA TERESA

Abstract

Líbano is a municipality located in the north of the department of Tolima, which presents an evident delay in the maintenance of the rural road network, which generates extra costs in the agricultural production of the region, due to the difficulties of transporting the products to the population center. Reason why this research was carried out in order to propose a solution "Type" to improve the conditions of the road, specifically the one that leads from the municipality of Lebanon Tolima to the village of Santa Teresa, taking as a study section between the k5 and k6, meanwhile, it became clear that in order to reach an optimal solution and quality, it plans a constructive system of Footprint Plate, according to the guidelines of INVIAS and the National Department of Planning of the National Government for third order roads.

Keywords: Deterioration, Footprint Plate, Drainages, Cyclopean Concrete, Tertiary Roads

Introducción

Las carreteras y vías rurales son un componente muy importante en el desarrollo económico, cultural, político y social de una región, toda vez que permite la comunicación entre las áreas de producción agrícola con los centros poblados, es decir, las veredas con los municipios del territorio colombiano. Colombia cuenta con aproximadamente 142.000 kilómetros de vías terciarias y solo el 6% de esta red vial se encuentra en buen estado.

El Líbano es un municipio ubicado al norte del departamento del Tolima, el cual fundamenta su economía en la agricultura, por tal motivo es esencial que se cuente con un adecuado estado de las llamadas vías terciarias o rurales, brindando a los comerciantes, agricultores y población en general un desplazamiento seguro, cómodo y eficiente.

La vía que del Líbano comunica a las veredas de Trinidad, San Fernando, Tierradentro y Santa Teresa, presenta un deterioro avanzado, debido a que no se cuenta con un sistema de drenaje y es una vía destapada, es decir, sin ningún tipo de estructura de pavimento. Entre tanto, en la temporada invernal el tránsito de vehículos pesados genera en el terreno, ondulaciones, ahuellamientos, pérdida de la pendiente transversal, baches y surcos de erosión. Afectando los desplazamientos de los vehículos y la seguridad de transitabilidad.

De acuerdo a lo anterior, el presente documento tiene como finalidad, diagnosticar las causas y formular soluciones al deterioro de la vía que comunica el centro poblado del Líbano Tolima y las veredas de la Trinidad, San Fernando, Tierradentro y Santa Teresa, en el tramo comprendido entre los kilómetros 5 y 6.

CAPÍTULO I

1 Anteproyecto

1.1 Definición del Problema

La vía que del Líbano Conduce a los corregimientos de Santa Teresa, San Fernando, Tierradentro entre otros, es de especial impacto económico y social, toda vez que es uno de los corredores de transporte de los principales productos de la economía del municipio, tales como, Café, Plátano, Aguacate, Yuca y Maíz, además de permitir el traslado de un número importante de la población estudiantil.

De acuerdo a lo anterior, esta vía presenta mantenimientos continuos con maquinaria pesada, con el fin de permitir unas condiciones mínimas de transitabilidad, además en algunas zonas críticas se ha implementado huella cinta, lo cual en épocas de lluvias no es suficiente, toda vez que este tipo de obra vial no posee un sistema de drenaje.

Entre tanto, se hace necesario establecer una solución definitiva que mejore la calidad de vida de los habitantes de la zona y permita un tránsito seguro.

Por lo anterior el problema de esta investigación se define como “El deterioro de la vía que comunica al municipio del Líbano con la vereda Santa Teresa, por la ausencia de un sistema de drenaje, que conduzca las aguas lluvias en épocas de invierno, en el tramo comprendido entre el K5 y K6 (Trinidad)”

De acuerdo a lo anterior, ¿Cómo mitigar el deterioro de la vía que del Líbano (Tolima) conduce a la vereda Santa Teresa entre el K+5 y K+6 Trinidad?

1.2 Justificación

El desarrollo en infraestructura es parte fundamental en cualquier comunidad, debido a la situación presentada en la vía, se consideró la importancia de realizar el diagnóstico del deterioro de la carretera toda vez que servirá como herramienta de gestión para promover el desarrollo social y facilitar a sus comunidades y gobernadores agilizar un proyecto de adecuación y mejoras en su malla vial. Esto permitirá mejorar la movilización, la calidad de vida y la comunicación entre pobladores., con esta vía en buen estado se generará un mejor flujo vehicular donde conductores y residentes optimizaran los tiempos en el recorrido, permitiendo un rápido y fácil acceso, mejorar el comercio e intercambio de víveres, mejorar las condiciones de vida, salud, educación y progreso. Por tal fin se decidió estudiar la problemática para atender las necesidades insatisfechas de la población.

La comunidad y sus necesidades básicas de movilidad y comercio son motivos que condujeron a investigar los factores que inciden en el deterioro de la Vía que del Municipio del Líbano Tolima conduce a la Vereda Santa Teresa, entre el K5 y K6 (Trinidad), y a evaluar el impacto social y económico, los riesgos, la exposición al peligro al uso frecuente de esta vía, las dificultades en el comercio, la limitación del progreso y desarrollo de sus habitantes.

Además de entender las razones por las que esta vía no ha sido tomada en cuenta para su intervención en anteriores administraciones, es importante que tanto la administración municipal como la población en general conozca los beneficios que traería al sector la ejecución de una solución a la problemática del deterioro de la vía a largo plazo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar alternativas de solución al deterioro de la vía que comunica el centro poblado del Líbano Tolima y las veredas de la Trinidad, San Fernando, Tierradentro y Santa Teresa, en el tramo comprendido entre los kilómetros 5 y 6, durante la temporada invernal.

1.3.2 Objetivos Específicos

1.3.2.1 Describir los factores que inciden en el deterioro de la vía terciaria durante la temporada invernal, de acuerdo a las normas de INVIAS.

1.3.2.2 Analizar las alternativas de mitigación del deterioro de la vía durante la temporada invernal y proponer la solución más viable, de acuerdo a las normas INVIAS.

1.3.2.3 Evaluar el impacto socio cultural y económico al que se verá sometida la comunidad con la solución propuesta, durante la temporada invernal.

1.4 Estado del Arte

Las diferentes administraciones que manejan los recursos públicos del Municipio del Líbano Tolima han realizado diferentes propuestas para mejorar la malla vial, rural y urbana. Es así, como se encuentran inmersas en los Planes de gobierno de los alcaldes, propuestas en donde se menciona con interés, soluciones y procedimientos cuyo fin es mejorar las condiciones de vida de sus pobladores brindando alternativas para pavimentación o construcción de vías, entre estos planes se tienen los siguientes, Ver Tabla 1.

Tabla 1 Planes de Desarrollo del Municipio.

PLAN DE DESARROLLO	VIGENCIA	ALCALDE DE TURNO
Unidos por la Prosperidad del Líbano	2012-2015	Jesús Antonio Giraldo Vega
En el Líbano Todos Ganamos	2016-2019	José German Castellanos Herrera
Unidos de nuevo por el desarrollo del Líbano	2020-2023	Jesús Antonio Giraldo Vega

Fuente: Propia

Dentro del programa de gobierno “Unidos Por la Prosperidad del Líbano 2012-2015” se tienen cuatro componentes, el eje social, económico, ambiental e institucional, en este último hace referencia al componente vial y lo definen como: “Uno de los problemas que más aquejan a la comunidad del Municipio del Líbano es el mantenimiento, recuperación y construcción de la red vial Municipal, intermunicipal y los ejes viales que demanda el desarrollo local, y regional” (Alcaldía, Líbano Tolima, 2012).

El problema con la malla vial descrito en el “Plan Unidos Por La Prosperidad Del Líbano” confirma nuevamente el estado de las vías internas del municipio del Líbano Tolima, allí se mencionan los problemas de conservación, por la textura del suelo, los índices de humedad, además la escasez de recursos económicos para su mantenimiento y recuperación de cintas huellas y muros de contención, gaviones en zonas de deslizamiento.

La administración Municipal no posee la maquinaria que le permita atender de forma permanente el mantenimiento de la malla vial rural.

Finalmente, los usuarios de estas vías no tienen establecido estrategias de mantenimiento comunitario que permita la identificación, reparación y habilitación de vías internas.

En el Plan de Desarrollo 2016-2019 “En el Líbano Todos Ganamos” dividido en cuatro dimensiones: Institucional, de seguridad, condiciones sociales y por último la Urbano Regional, las cuales dan respuesta a los ejes de infraestructura, tránsito, transporte, desarrollo rural y planeación. De acuerdo a esto, se describe la problemática de la siguiente manera:

El programa de gobierno manifestó que, el Municipio tiene un atraso en el mantenimiento de la malla vial así como el de su infraestructura administrativa y operativa por tal razón propuso: “Mejorar y/o pavimentar 18.000 M2 de la red vial urbana rural al culminar su periodo divididos en 5400 M2 de área rural y 12600 M2 de área Urbana con responsabilidad en la Secretaría de planeación y Realizar mejoramiento y/o mantenimiento periódico y/o rutinario a 435 km de la red vial terciaria, durante los cuatros años. (Alcaldía, Líbano Tolima, 2016).

1.5 Marcos Referenciales

1.5.1 Marco Teórico

De acuerdo al artículo 2 del Código nacional de Transito Ley 769 del 2002 Una vía se define como: Zona de uso público o privado, abierta al público o privado, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales. (MINTRANSPORTE).

La clasificación de las carreteras según se funcionalidad y el tipo de terreno en primarias, secundarias y terciarias.

La Federal Highway Administration De Estados Unidos De America (FHWA) define carreteras de BVT aquellas con un promedio de menos de 400 vehículos diarios, en países Latinoamericanos la clasificación de vías BVT se determina por vehículos promedio día (VPD).

La vía objeto de estudio se encuentra clasificada como BVT (Bajos Volúmenes de tránsito) que corresponde a vías en tierra o grava, que se encuentran a cargo de la administración pública y forman parte de la red terciaria y secundaria.

Las vías urbanas y rurales de un país son sin duda un factor primordial en el desarrollo económico. Colombia cuenta con 142.000 Km de vías terciarias, de las cuales solo aproximadamente 8.520 Km se encuentran en buen estado. Estas vías de tercer orden, son las encargadas de comunicar a las cabeceras municipales con las veredas, siendo el sector rural el lugar donde se desarrollan las principales actividades agrícolas del país.

A través de los proyectos estándar, el Departamento Nacional de Planeación sugiere la rehabilitación de vías terciarias mediante el uso de Placa Huella, con el objeto de plantear una secuencia en la formulación, integrando aspectos técnicos, económicos, metodológicos, para que

sea de fácil aplicación e implementación en las administraciones municipales que requieran de su aplicación. El DNP, plantea que al aplicar este procedimiento se incurrirá en un ahorro de aproximadamente el 70% en los costos de la fase inicial de formulación y diseños.

La implementación de Placa Huella en las vías terciarias presenta beneficios tales como la durabilidad del concreto, el mantenimiento de la vía será de limpieza, reducirán costos en construcción y mantenimiento respecto al pavimento convencional.

1.5.1.1 Estructura de Placa Huella

Es una placa de Concreto reforzado dispuesta en el suelo y con una separación en piedra pegada con concreto.



Figura 1 Placa Huella Via La Victoria Caldas

Fuente: Propia

1.5.1.2 Condiciones para implementar Placa Huella

Se emplea en la rehabilitación de vías terciarias afectadas en su superficie, con continuas suspensiones del tránsito vehicular, en condiciones geométricas con pendientes longitudinales iguales o mayores o del 10%. Ver Tabla 2.

Tabla 2 Condiciones para implementar Placa Huella

ASPECTO	DETALLE	REQUISITO
TIPO DE VIA	Terciaria	A Rehabilitar
ESTADO	Transitabilidad	Suspendida o Restringida
PENDIENTE LONGITUDINAL	Inclinación del tramo vial a rehabilitar	$\geq 10\%$
CAOACIDAD PORTANTE SUBRASANTE	CBR de la capa existente (Norma de Ensayo)	$>3\%$
ESCORRENTIA	Drenaje de las vías	A controlar con cunetas
PUNTOS CRITICOS (AFECTACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA VIA)	Zona de inestabilidad geológica	En el tramo a rehabilitar no existen o están controlados con obras existentes y en operación
	Zona de inestabilidad geotécnica	
	Presencia de flujos de agua de infiltración, nivel freático o causas naturales	

Fuente: Adaptado de (DNP, 2018)

Con el fin de implementar las placas huella se debe cumplir con los siguientes estudios previos con el fin de identificar si se cumple con los criterios mencionados en la tabla 2.

Levantamiento Topográfico: para la localización y determinación de la pendiente de la vía. Consiste en determinar la localización general, ubicar el tramo de vía para la intervención, determinar la pendiente longitudinal, dimensionamiento de las áreas de intervención. (DNP, 2018)

Levantamiento del estado de las obras existentes con registro fotográfico y concepto técnico de permanencia (no intervención). Identificación de aspectos críticos que potencialmente puedan afectar la estabilidad de las obras a construir.

Estudio de suelos: Es necesario verificar la capacidad de soporte del material que será considerado como suelo de fundación mayor al 3% del resultado del ensayo de CBR definido en las especificaciones INVIAS. (DNP, 2018)

Estudio de tránsito: Es necesario verificar los volúmenes vehiculares en los tramos a considerar para el proyecto con el fin de identificar que la circulación de vehículos se mantiene en lo considerado como tránsito bajo. Para realizar esta verificación, este estudio requiere la realización de aforos vehiculares en puntos definidos en el diagnóstico técnico con el objeto de medir los volúmenes de tránsito sobre el o los tramos del proyecto, en ambos sentidos de circulación. (DNP, 2018).

1.5.1.3 Elementos que integran el pavimento con Placa Huella

El pavimento con Placa-huella lo integran los siguientes elementos:

Subrasante: Generalmente está constituida por el suelo natural con una capa de material de armado de espesor variable. La recomendación general es no desestabilizar la superficie existente efectuando cajeros o excavaciones. (DNP, 2018).

Subbase: Una vez que a la superficie existente se le haya rectificado su perfil longitudinal, con pequeños rellenos, y se encuentre adecuadamente compactada se deberá extender, conformar y compactar una capa de subbase que cumpla la especificación general vigente en el Instituto Nacional de Vías.

La subbase deberá tener, COMO MÍNIMO, quince (15) centímetros de espesor en todo el ancho de la sección transversal. Si la conformación de la superficie existente no permitió configurar el bombeo en las tangentes (-2%) y el peralte y su transición en las curvas (2%) esta tarea se deberá efectuar al momento de construir la subbase. Lo anterior implica que la subbase tendría en la zona central de la calzada y en la parte externa de las curvas horizontales un espesor superior al mínimo de quince centímetros (0,15 m). (DNP, 2018)

Riostra: La riostra es una viga transversal de concreto reforzado en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo anterior y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente. (DNP, 2018)

Piedra pegada: La piedra pegada es una capa de concreto ciclópeo con espesor de quince centímetros (0,15 m). (DNP, 2018)

Berma-cuneta y bordillo: La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial construidos en concreto reforzado, fundidos monolíticamente y articulados estructuralmente con la riostra. (DNP, 2018).

1.5.2 Marco Conceptual

En el presente agregado se relacionan los conceptos que sirven de guía y apoyo al documento, los cuales se tomaron de los manuales del INVIAS, Diseño Geométrico de Vías 2008, Manual de Inspección Visual INVIAS 2006, Guía de Diseños de Pavimentos con Placa Huella INVIAS 2015 y Mejoramiento de Vías Terciarias Proyectos Tipo 2018 del Departamento Nacional de Planeación.

Afirmado: capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener adheridas todas las partículas.

Funciona como superficie de rodadura en gran parte de la red vial terciaria. (DNP, 2018)

Alcantarilla. Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino. (INVIAS, Diseño Geometrico de Carreteras, 2008).

Calzada. Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado. (INVIAS, Diseño Geometrico de Carreteras, 2008)

Carretera. Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma. (INVIAS, Diseño Geometrico de Carreteras, 2008)

Escorrentía. agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno (RAE).

Lloraderos. Tuberías instaladas en las estructuras de contención, para drenar las aguas de infiltración y disipar los excesos de presión que puedan generar estas aguas en la masa del suelo contenida. (INVIAS, Manual de Inspección Visual, 2006)

Mantenimiento periódico. comprende la realización de actividades de conservación a intervalos variables relativamente prolongados, destinados primordialmente a recuperar los deterioros ocasionados por el uso o por fenómenos naturales o agentes externos (Ley 1682. Ley de infraestructura). También podrá contemplar la construcción de algunas obras de drenaje menores y de protección en la vía. Las principales actividades son: reconformación y recuperación de la banca, limpieza mecánica y reconstrucción de cunetas, escarificación del material de afirmado existente, extensión y compactación de material para recuperación de los espesores de afirmado iniciales, reposición de pavimento en algunos sectores, reparación de obras de drenaje, restablecimiento de demarcación lineal y señalización vertical. (DNP, 2018)

Obras de drenaje. Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado. (INVIAS, Diseño Geometrico de Carreteras, 2008)

Placa Huella. elemento estructural utilizado en las vías terciarias, con el fin de mejorar la superficie de tránsito vehicular en terrenos que presentan mal estado para transitar y requiere un mejoramiento a mediano plazo. (DNP, 2018)

Red Terciaria. son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. (DNP, 2018)

1.5.3 Marco de Referencia

El Ministerio de Transporte en el marco del Plan Nacional de Seguridad Vial para el decenio comprendido entre los años 2011 y 2021 publicó la Segunda Edición de la ‘Guía Metodológica Para La Elaboración De Planes De Seguridad Vial Distritales, Municipales Y

Departamentales’, documento del cual vale referenciarse para los efectos de este proyecto, teniendo en cuenta el objetivo mismo de la Guía, el cual busca una reducción en los índices de accidentalidad que se presentan en las carreteras nacionales, de este modo se ataca uno de los problemas que se derivan del deterioro del tramo vial en estudio, que es la accidentalidad por el mal estado del mismo. (MINTRANSPORTE, 2014).

De igual forma, los Manuales del Instituto Nacional de Vías - INVIAS, sirven de insumo para determinar qué alternativa de solución al deterioro de la vía en estudio es la más apropiada aplicar para minimizar la problemática que se presenta, lo anterior, en caso que se decida suministrar este proyecto de investigación a la administración municipal, departamental, nacional o entidades descentralizadas; teniendo como base teórica los manuales expedidos por la autoridad nacional más relevante en el campo vial.

Por último, el documento del Departamento Nacional de Planeación - DNP, conocido como PROYECTO TIPO - Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden, es un insumo del cual vale referenciarse, teniendo en cuenta que el mismo dispone de los recursos y herramientas necesarias para que en un corto tiempo, se planteen alternativas de mitigación al deterioro de la vía y proponer la solución más viable.

Teniendo como precedente la seguridad para el diseño de la infraestructura vial, se estaría atacando otra de las problemáticas derivadas del mal estado del tramo vial en estudio, como lo es la accidentalidad, la cual en ocasiones puede ser mortal para las personas que transitan la vía en cuestión. Con lo anterior, se evidencia que con la ejecución de un proyecto que ayude a mejorar las condiciones de la carretera, se estaría salvaguardando la vida misma, que prevalece sobre la

economía, la producción y el desarrollo que también afectarían positivamente al Municipio del Líbano y veredas vecinas.

Otro referente para el presente proyecto, es el trabajo de grado del año 2015 elaborado por estudiantes de la Universidad Piloto de Colombia titulado ‘Plan de Proyecto Rehabilitación, Mejoramiento, Pavimentación, y Construcción de la Vía El Paujil - La Unión Peneya (Caquetá), (MINTRANSPORTE, 2014).

Con el cual optaron al título de especialistas en Gerencia de Proyectos de dicha institución. Se toma dicho documento como referencia, por considerarse cercano al ejercicio que se desarrolla con esta investigación, pese a que Iván, Leonel y Edison, estudiantes que desarrollaron dicho trabajo de grado, fueron un poco más allá con su propuesta, toda vez que su proyecto buscaba también desarrollar la rehabilitación, mejoramiento, pavimentación y construcción de la vía que escogieron, es decir, planteaban la ejecución de las obras, a diferencia del presente ejercicio, en el cual solo se busca diagnosticar las causas y formular soluciones al deterioro de la vía que del Líbano Tolima conduce a las veredas de la Trinidad, San Fernando, Tierradentro y Santa Teresa, puntualmente en el tramo comprendido entre los kilómetros 5 y 6.

Se considera cercano o similar, porque al igual que el presente trabajo, se consideran las adversas condiciones climáticas como factor fundamental para el deterioro de la vía en estudio y del mismo modo, la afectación económica del sector por el impacto que el mal estado de la vía tiene en la productividad agrícola.

1.5.4 Marco Metodológico

La metodología que se plantea para llevar a cabo la investigación, se basará en la obtención de datos de forma cualitativa, toda vez que, se debe identificar los factores que están influyendo en el deterioro de la vía que, del Líbano Tolima conduce a las veredas de La Trinidad, Santa Teresa, Tierradentro, y San Fernando, en el tramo comprendido entre los kilómetros 5 y 6, lo anterior se fundamentara con base en los manuales de Inspección INVIAS del 2006 y el Manual de Mejoramiento de Vías Terciarias – proyectos Tipo del DNP 2018. De acuerdo a lo anterior, se llevará acabo el siguiente procedimiento:

1.5.4.1 Delimitación de los Tramos

Con el fin de optimizar el procesamiento de los datos, se propone dividir en 5 sectores el tramo inicial, es decir analizar el tramo de forma individual cada doscientos metros. Entre tanto, se plantea de la siguiente forma:

Tramo 1 (T1): K5+000 Entrada a la Trinidad – K5+200

Tramo 2 (T2): K5+200 – K5+400

Tramo 3 (T3): K5+400 – K5+600

Tramo 4 (T4): K5+600 – K5+800

Tramo 5 (T5): K5+800 – K6+000

1.5.4.2 Registro de las Afectaciones

Se debe realizar una inspección en campo, registrando el tramo seleccionado, las condiciones de la vía, estado del clima, fecha de la inspección, registro de patologías, afectaciones o fallas presentes en la vía cada 100 metros, y demás detalles que recomiende el Manual de Inspección de Vías 2006 del INVIAS.

1.5.4.3 Procesamiento de Datos

La información obtenida en campo, se debe tabular, de tal forma que se puedan agrupar las características, daños relevantes y frecuentes que presente la vía, por cada 100 metros en cada tramo.

Luego se procederá a determinar los porcentajes de afectación por cada tramo y en general para el tramo de estudio entre el kilómetro 5 y 6, de la vía que del Líbano conduce a las veredas de La Trinidad, Santa Teresa, Tierradentro y San Fernando.

1.5.4.4 Análisis de Resultados

Con los datos procesados, se considerará el análisis por tramo parcial y por el total del tramo objeto de estudio, en el cual se registrará el área total inspeccionada, áreas afectadas, porcentaje de afectación, deterioros más frecuentes y afectaciones severas. De acuerdo a los resultados obtenidos y a la normatividad vigente se generarán recomendaciones y alternativas de solución que garanticen la seguridad y comodidad para los usuarios de la vía.

1.5.4.5 *Elaboración de Informe*

Para la elaboración del informe, se incluirá la alternativa más favorable y que se ajuste al Manual de Mantenimiento de Vías Terciarias del DNP 2018 y al Manual de Construcción de Pavimentos del INVIAAS 2015.

Además, se incluirá el análisis del impacto socio cultural y económico al que se verá sometida la comunidad con la alternativa propuesta.

Tabla 3 Programación de Actividades

ACTIVIDAD	semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Delimitación de tramos												
Registro de Afectaciones												
Procesamiento de datos												
Análisis de Resultados												
Elaboración de informe												

CAPÍTULO II

2 Describir los factores que inciden en el deterioro de la vía terciaria durante la temporada invernal, de acuerdo al manual de inspección visual de Invias.

Amparados en la Ley 80 de 1993 por la cual se expide el Estatuto General de la contratación de la administración pública y se establece, que las entidades estatales deben hacer una revisión periódica a las obras contratadas cuyo fin es verificar la calidad ofrecida; el Instituto Nacional de vías –INVIAS- pone a su disposición una serie de manuales de inspección para realizar la supervisión de las obras que actualmente ejecuta.

De acuerdo con esto en el Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje en convenio con la Universidad Nacional de Colombia relacionada con obras de este tipo construidas a lo largo de una vía, busca servir de guía para identificar los componentes y evaluar los daños en estas estructuras. El manual posee herramientas para obtener y hacer un informe de daños encontrados durante la inspección visual, permitiendo identificar de que tipo, con que severidad, y la magnitud del problema.

En las vías, el no contar con sistemas de drenaje que son el conjunto de mecanismos por los cuales hay un adecuado filtro de fluidos. Es necesario contar con procesos de captación, conducción y evacuación de los mismos, de esta manera se pretende evitar el deterioro de carreteras.

Dentro de los principales factores que inciden en el deterioro de las vías, se mencionaran todos aquellos que se encuentran en los manuales según su categorización, entre tanto, tenemos los siguientes: la falta de obras de drenaje, sumado a ello el desconocimiento de su clasificación.

Estas obras de drenaje se agrupan en control de aguas superficiales y manejo de flujos subterráneos o subsuperficiales y se debe de reconocer la importancia de los drenajes naturales.

El no poseer obras de drenaje longitudinal o transversal según la posición que estas tengan sobre el eje de la vía consideradas obras que tienen por objeto captar flujos de agua para evitar que lleguen a la vía o permanezcan en ella.

Dentro de la falta de obras de drenaje longitudinal tenemos las siguientes:

Las cunetas que recogen las aguas procedentes de la calzada para evitar los encharcamientos, causantes de problemas por infiltración a las capas subyacentes.



Figura 2 Vía Vereda Trinidad-Santa Teresa K5+500. Ausencia de drenaje longitudinal

Fuente: Propia

Las grietas resultado de esfuerzos que actúan sobre el concreto, problemas intrínsecos del mismo material o defectos generados durante la construcción algunos de ellos tienen su origen en cargas de tránsito rápidas o muy lentas.

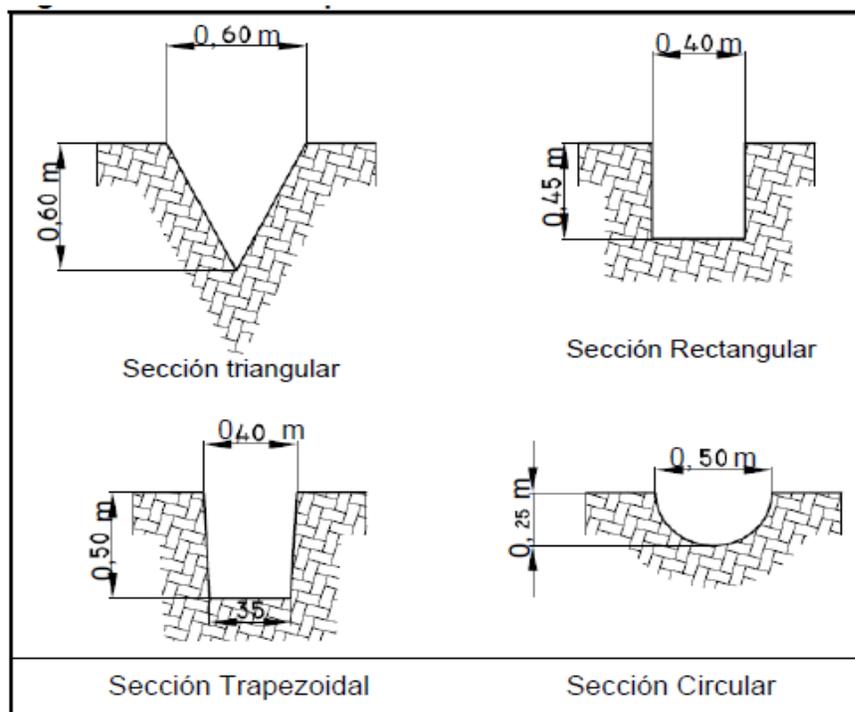


Figura 3 Secciones típicas de Cunetas

Fuente: (INVIAS, Manual de Inspección Visual, 2006)

Para el caso de la falta de drenaje transversal, en algunos tramos, en otros se evidencia obstrucción y falta de mantenimiento, elementos que transporta el agua cruzando el eje de la carretera tenemos la ausencia de alcantarillas cuya función es drenar corrientes de aguas permanentes o estacionales.

El drenaje transversal está constituido por las alcantarillas. Ver imágenes 4 y 5, estructura de una alcantarilla.

La obstrucción que consiste en el depósito de sedimentos cuyo resultado es el estancamiento del agua, debido a factores naturales o por la intervención del hombre. Ver Figura 6.

6.

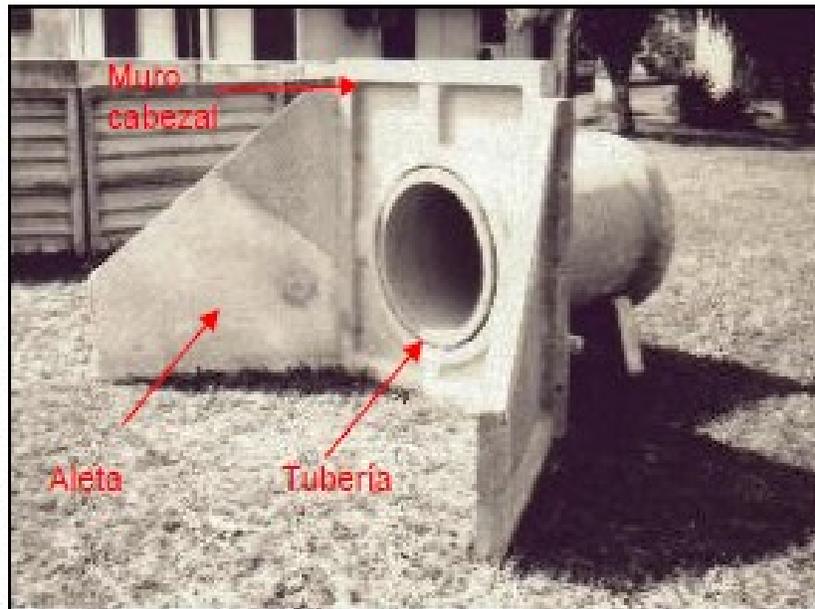


Figura 4 Partes de una Alcantarilla
 Fuente: (INVIAS, Manual de Inspección Visual, 2006)



Figura 5 Partes principales de una alcantarilla con poceta
 Fuente: (INVIAS, Manual de Inspección Visual, 2006)

Durante la inspección en campo de la zona objeto de estudio se evidenciaron todos los factores que inciden en el deterioro progresivo de la vía, entre los cuales como se observa en la figura 6, la obstrucción a la mitad de la capacidad de la tubería del alcantarillado, motivo por el cual el sistema no funciona de la forma adecuada.



Figura 6 Obstrucción de Alcantarilla a la mitad de su capacidad

Fuente: Propia

La separación de secciones de la tubería permitiendo la infiltración del agua ocasionado por problemas de inestabilidad del terreno afectando la banca de la vía.

Hundimientos o aplastamientos de secciones de tubería daño asociado a asentamientos o hundimientos de la rasante o superficie del terreno.

La exposición de la tubería a la acción del tráfico, no es común en vías pavimentadas, ocasionada por mala calidad en la compactación y espesores deficientes del material de relleno sobre las tuberías.

Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas solado y/o muro cabezal los efectos de socavación sobre estructuras.

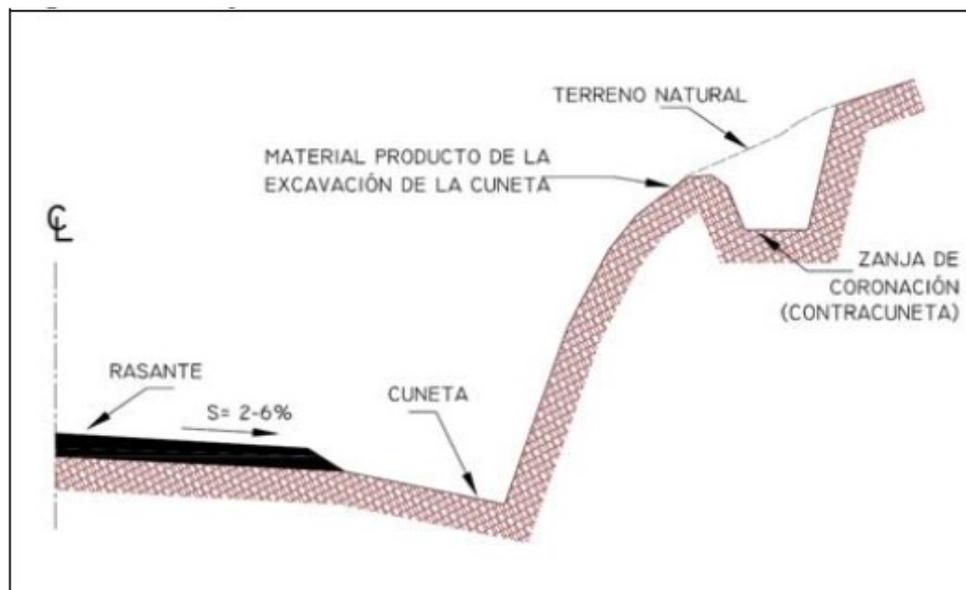


Figura 7 Zanja de Coronación

Fuente: (INVIAS, Manual de Inspección Visual, 2006)

La falta de Obras para el control de erosión, entre estas encontramos los canales de conducción capaces de recolectar las aguas y entregarlas a cauces naturales, la falta de zanjas de coronación. Ver Figura 7.

La falta de control de aguas subterráneas por la infiltración y fenómenos de transporte interno del agua producen un régimen de aguas por movimientos periódicos afloramientos y condiciones geotécnicas.

Ver Anexo A. Formato Reporte de Daños y Registro Fotográfico

CAPÍTULO III

3 Analizar las alternativas de mitigación del deterioro de la vía durante la temporada invernal y proponer la solución más viable, de acuerdo a las normas INVIAS.

Buscar alternativas de manera eficiente y económica ha sido una labor de gobiernos y agencias viales. Entidades como la Global Transport Knowledge Partnership (gTKP), el Department for International Development (DFID) y el Transport Research Laboratory (TRL) de Gran Bretaña, la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), el Banco Mundial (WB) y la Corporación Andina de Fomento, hoy Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), han realizado o financiado estudios con el objeto de buscar soluciones a los problemas que presentaban estas vías. (Campagnoli, 2017).

Como ejemplo, a nivel latinoamericano, la CAF en el 2009 financió un estudio, liderado por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, cuyo propósito fue evaluar la situación de la red vial de BVT en la región, del cual se derivó el documento “Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito (Corporación Andina de Fomento, 2010), que ha servido de insumo para la definición de políticas y la elaboración de documentos como el CONPES 3857, Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria (Departamento Nacional de Planeación Ministerio de Transporte, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, & Presidencia de la República, 2016). (Campagnoli, 2017).

Cabe mencionar que todos los manuales y normativas se desarrollarán en conjunto con el Departamento Nacional de Planeación como cabeza del sector y con el INVÍAS por su reconocida experiencia.

El diagnóstico del deterioro de la vía que del municipio del Líbano Tolima conduce a la vereda de Santa Teresa entre los kilómetros 5 y 6, contempla realizar un análisis de las diferentes alternativas propuestas que mitiguen el deterioro de la vía durante la temporada invernal. Este análisis está encaminado en buscar soluciones para mejorar la red vial con el objetivo de incrementar el desarrollo social, económico, político y cultural de sus pobladores, estimulando la movilización de las personas promoviendo el intercambio de víveres y mercancías. Se pretende además contribuir con el desarrollo de la región, la disminución de los costos de mantenimiento de vehículos, aminorar los tiempos de viaje, reducir accidentes de tránsito, fomentar el turismo, e innovar en nuevos proyectos de emprendimiento que sus pobladores puedan iniciar gracias al mejoramiento de la vía.

De acuerdo a los Manuales y Documentos Técnicos del Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, como la Cartilla para la Gestión del Riesgo, el Manual de Drenaje para Carreteras, El Proyecto tipo, entre otras, las alternativas más viables que se pueden proponer para mitigar el deterioro que sufre la vía en estudio durante las temporadas invernales, podemos destacar las siguientes de acuerdo a su fisonomía y tipo:

Intervenciones en la estructura vial que eviten la fatiga y desgaste del terreno, bien sea en pavimento rígido, flexible o placa huella, dependiendo de las condiciones que se encuentren y el resultado que arroje el diagnóstico técnico, el estudio topográfico, el estudio de suelos, y el estudio del tránsito.

El pavimento Rígido es un pavimento constituido por una losa de hormigón de cemento portland que se apoya sobre la base o una capa de sub-base. Para el diseño de las estructuras de pavimento que se deriven del uso del Manual de diseño de pavimentos Asfálticos Para Vías con bajos volúmenes de tránsito se ha utilizado el método AASHTO. “American Association of State Highway And Transportation Officials” El cual entrega un número estimado de ejes estándar de 80 kN que el pavimento puede soportar hasta alcanzar un cierto valor de serviciabilidad que es útil dado el nivel de detalle requerido para el diseño de los pavimentos asfálticos de carreteras de tipo terciario.

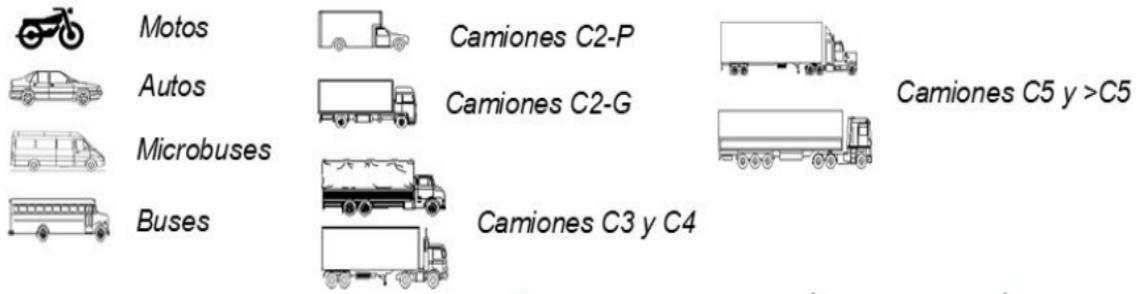


Figura 8 Clasificación de Vehículos por Ejes
Fuente: Adaptación de (INVIAS, Diseño Geometrico de Carreteras, 2008)

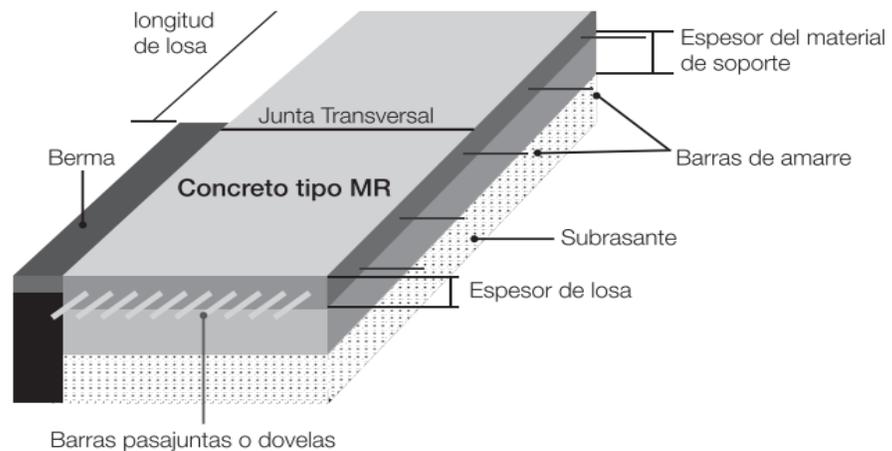


Figura 9 Estructura de vía (INVIAS, Diseño Geometrico de Carreteras, 2008)

Pavimento flexible al tipo de pavimento que toma forma con facilidad. Este tipo de pavimento utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena).

En la siguiente tabla se evidencia un comparativo de eficiencia de los dos tipos de pavimento objeto de estudio, sin embargo, no se precisa cuál de los dos se debe de utilizar para la propuesta debido a múltiples factores.

Tabla 4 Eficiencia de acuerdo al tipo de pavimento

PROPIEDADES	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
Número de capas	Máximo 2 capas	Posee varias capas
Absorción de esfuerzos	Absorbe todo el esfuerzo	Buena parte se transmite al suelo
Consta de Construcción	Mayor coste inicial	Menor coste
Deformación	Menores	Mayores
Vida de servicio	Mayor	Menor
Mantenimiento	Menor Costo	Mayor Costo
Vida Útil	Mayor	Menor
Seguridad	Si la superficie está pulida, existe menor fricción	Mayor fricción en la superficie
Drenabilidad	Menor Drenabilidad	Mayor drenabilidad

Fuente: Propia

Para el análisis del presente documento, pensar en cuál opción es mejor entre un pavimento rígido o flexible, observando las diferentes variables que intervienen en el proceso, las cuales provienen de los resultados de los estudios de suelos, tipo de terrenos y pueden resultar mejor que otra bajo las mismas circunstancias. En algunas ocasiones se puede inclinar en la práctica

común, de invertir en la más económica, pero únicamente considerando la variable de construcción, sin evaluar una serie de alternativas como su impacto o mantenimiento.

El pavimento con Placa-huella constituye una solución para vías terciarias de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses, camiones y automóviles diarios. Esta técnica se encuentra definida por INVIAS, en la especificación 500.1P, como “la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico reforzado, dispuesto en dos placas separadas por piedra pegada, de acuerdo con los lineamientos, cotas, secciones y espesores indicados o determinados por el interventor”. La sección típica de una placa huella, consta de: dos placas en concreto de noventa (90) centímetros de ancho, quince (15) centímetros de espesor y una longitud máxima de cinco (5) metros, separadas entre sí por piedra pegada en una longitud de noventa (90) centímetros, las placas de concreto están arriostradas por unas viguetas de quince (15) centímetros de ancho por veinticinco (25) centímetros de alto, localizadas en los extremos y en el medio de las placas. Dicha técnica es actualmente promovida por INVIAS, en carreteras terciarias, con pendientes cercanas o superiores al 10%. (INVIAS, 2015)

Para tomar cualquier tipo de decisión sobre el tipo de intervención que se debe optar se tendrán en cuenta aspectos técnicos, económicos, factores externos y externos. Los factores económicos de la zona, las fuentes donde se encuentran los materiales para la construcción, su idoneidad, distancia de acarreo, ahorros en energía, materiales y otros que en determinadas ocasiones pueden inclinar la decisión hacia un pavimento u otro, como pueden ser las condiciones ambientales o la disponibilidad de equipos y de mano de obra.

Una vez se defina el tipo de estructura a implementar en la intervención vial que se pretende realizar, se deben adelantar todos los diseños a que haya lugar, para garantizar que se están reduciendo los accidentes, los trancones y el daño de los vehículos, que es finalmente uno de los objetivos que se buscan alcanzar con este proyecto; lo cual en un futuro se traducirá en desarrollo para el sector de influencia.

Paralelamente, una vez se constate que se está mitigando el impacto que provocan las lluvias sobre la vía, se debe evaluar las alternativas constructivas que eviten que en el largo plazo se vuelvan a presentar las problemáticas (accidentes, trancones y daño de vehículos) por el deterioro de la vía. Estas alternativas, estarán enfocadas, conforme a lo señalado en el Manual de Drenaje para Carreteras, en evitar que se presenten retenciones de agua sobre la superficie vial, lo cual evitará el desgaste prematuro de la misma y garantizará una mayor vida útil de la carretera. Así mismo en este documento innovamos y sugerimos implementar soluciones de ingeniería diferentes utilizadas habitualmente, para mejorar el nivel de acceso (transitabilidad, nivel de servicio) o reducir la emisión de polvo. El término mejoramiento involucra actividades realizadas para incrementar el estándar de la superficie de rodadura del camino y, en consecuencia, el nivel de servicio.

Dadas las características de la vía y la necesidad de encontrar nuevos métodos tecnológicos que permitan el mejoramiento o construcción de las mismas. Es allí que diferentes organizaciones se han dedicado en la investigación con el fin de elaborar nuevos productos buscando dar solución de manera efectiva y a bajo costo, incorporando diferentes factores, aprovechando recursos renovables sin descuidar la calidad de los productos. Por esta razón surgieron documentos como el CAF (GFomento,2010) clasificando las tecnologías según su necesidad; Funcionales, estructurales de reparación de vías a mejorar, estas categorías son tres:

Universales, innovadoras y experimentales de igual manera allí se encontramos las diferentes Técnicas de mejoramiento y conservación en vías terciarias que son: Placa huella, Material granular afirmados, Estabilización química del suelo disponible, Utilización de asfaltos Naturales, Empedrados.

Según el análisis de las variables, la priorización determinada en la matriz para asignación de recursos para la construcción o mejoramiento de vías terciarias BVT. Los datos estadísticos obtenidos de fuentes oficiales como el DANE o procedimientos dentro de los diseños de una investigación descriptiva para obtener resultados de si es o no necesario y conveniente para una comunidad pavimentar una vía.

Posteriormente, los principales elementos en el proceso para intervenir una vía o realizar un proyecto de mejora de una via BVT o terciarias se fundamenta en el tránsito y selección de materiales, sus espesores dentro de cada una de las capas de su estructura. Teniendo en cuenta múltiples factores regionales se cambió el enfoque tradicional del diseño de las vías por el enfoque (DAO) Diseño ambientalmente optimizado, para este tipo de diseño a diferencia de el de las autopistas que su prioridad es el tránsito a altas velocidades, en las carreteras de tipo terciario o BVT la prelación es realizar un viaje confiable y seguro. Con este tipo de enfoque cada vía se diseña para cumplir con condiciones ambientales específicas y los recursos sean ubicados en áreas que pueden tener un alto impacto de ingeniería. Los aspectos relevantes en estos tipos de diseño DAO son las personas, la seguridad, la accesibilidad y el tránsito de igual manera se debe de ajustar el terreno, el clima, la capacidad en la construcción, el mantenimiento, los suelos, los materiales y los recursos financieros.

Finalmente, no es procedente determinar una solución objetiva sin antes haber analizado cada uno de los factores que inciden directamente para realizar este proyecto que pretende intervenir, mejorar o rehabilitar una vía terciaria o BVT, se puede responder asertivamente con la pregunta de investigación de ¿Cómo mitigar el deterioro de la vía que del Líbano (Tolima) conduce a la vereda Santa Teresa entre el K+5 y K+6 Trinidad? ofreciendo un sinnúmero de opciones, pero sujetas a diferentes estudios, resultados y escoger así el método que más se ajuste a las necesidades de la comunidad, a los criterios y políticas de los planes de Desarrollo, y al impacto social y económico de la región.

Las alternativas de innovación tecnológica hacen una propuesta diferente en donde Las autoridades nacionales, regionales y locales deben interiorizar y reconocer que las vías terciarias son un bien público esenciales para el crecimiento y desarrollo de la región, de integración territorial, de comunicación y, en especial, de inclusión social, como un derecho humano básico, para que las comunidades que habitan en las zonas más alejadas tengan la accesibilidad que les permita mantener su actividad socioeconómica para llevar una vida digna.

De acuerdo a lo anterior, se estima que el sistema constructivo ‘Tipo’ de Placa Huella que plantea el Departamento Nacional de Planeación en la edición del año 2015 para vías de tercer orden es el adecuado para llevar a cabo la mitigación al deterioro de la vía que del municipio del Líbano conduce a las veredas de La trinidad, San Fernando, Tierradentro y Santa Teresa.

Ver Anexo B. Manual de Mejoramiento de Vías de Tercer Orden DNP.

CAPÍTULO IV

4 Evaluar el impacto socio cultural y económico al que se verá sometida la comunidad con la solución propuesta, durante la temporada invernal.

La vereda santa teresa, ubicada en el corregimiento número 9 (cay) en Ibagué, cuenta con algunos problemas estructurales, de manera que la propuesta de este documento es plantear soluciones que mejoren la calidad de vida de los habitantes de este sector y así mismo, mejore la estructura vial para el paso de los turistas.

Por otra parte, la vereda santa teresa no cuenta con puestos de salud. Según un estudio de la unidad de salud de Ibagué, En general, el corregimiento Cay posee un único puesto de salud, lo que perjudica a los habitantes por el tiempo de desplazamiento que conlleva llegar a estos lugares. Así mismo, la vereda santa teresa y el corregimiento en general, posee características socioculturales de aspecto campesino, esto se debe a que su cultura consiste en proteger y aprovechar los recursos naturales, de allí, parten sus labores, ya que se dedican a la siembra y cosecha de productos como plátano, aguacate, café, entre otros.

Sin embargo, el modo de desplazamiento se ve afectada sobre todo en tiempos de invierno, pues parte de las vías, se encuentran en estado regular, debido a que son destapadas y se dificulta la entrada y salida de vehículos, así mismo los habitantes que necesitan de desplazarse a sitios donde llevan sus productos para la comercialización, por lo cual se ve afectada su economía.

Actualmente, la vereda santa teresa se encuentra en una época donde se ha aumentado la llegada de turistas, ya que se considera un sitio tranquilo y seguro, por lo que muchos turistas

han tomado la decisión de construir viviendas allí, para pasar ratos en familia. Este aspecto ha permitido mejorar la calidad de vida de los habitantes de dicha vereda.

De modo que, las conclusiones a las que se llega son que, si mejora el estado de las vías, esto beneficia tanto a los habitantes, pues el desplazamiento mejoraría y directamente la economía crece. También, la calidad y mejoras de las vías, permitirá fácilmente el ingreso de más turistas.

Serán fructífera la intervención si está enmarcado a las políticas públicas y a los planes de Desarrollo de cada municipio. Es necesario contemplar el costo/beneficio dando prioridad al interés general. El estudio hecho por la (CAF) Corporación Andina de Fomento, recomienda el método multicriterio, el cual aporta herramientas y facilitan la elección y asignación de prioridades en cuanto a la ejecución de proyectos de intervención vial.

Las políticas de mayor influencia que se tienen para la priorización son:

Beneficiar a la comunidad, Promover la productividad, Alcanzar metas sociales y económicas de reducción de la pobreza y la consecución de empleo, Promover actividades e inversiones que permitan el mejoramiento de la calidad de vida en las comunidades, Mejorar la integración regional o la conectividad, Garantizar la participación de la comunidad en la planeación y toma de decisiones.

Todos estos factores deben estar relacionados con las políticas institucionales, aspectos sociales, técnicos, y la ponderación de factores que hace referencia a que vías se deben de intervenir en una región cuantificando todos y cada uno de los factores anteriormente mencionados.

4.1 Impacto sociocultural vereda Santa teresa

Este estudio busca implementar en la vereda santa teresa una metodología cualitativa con un enfoque praxeológico, esto se da, ya que dicho enfoque se basa en el comportamiento humano; para el desarrollo del enfoque praxeológico se tiene en cuenta la realidad social en la que se encuentra la vereda Santa Teresa, de tal manera que se pueda determinar el estado social tanto de los comerciantes formales e informales como de la población en general.

El actuar del enfoque praxeológico, consiste en una resolución de conflictos en donde se definen las consecuencias positivas y negativas del desarrollo de la obra vial, con el fin de darle un fortalecimiento al proyecto de infraestructura. Así mismo, es de vital importancia aplicar una gestión socioambiental para minimizar los daños medioambientales.

Cabe destacar, que el desarrollo de la investigación permite al lector ampliar los conocimientos acerca de las prácticas de responsabilidad social que implementan las concesiones viales para mitigar el impacto de las obras. (Espejo, Gelacio, & Perez, 2016)

4.2 Impacto socioeconómico

El mejoramiento de la infraestructura vial es indispensable para impulsar el crecimiento de la economía y mejorar las condiciones sociales de los habitantes. De este modo, se evidenciaría un impacto positivo económico para los habitantes, ya que el mejoramiento de la infraestructura de la vía permite una mayor capacidad de acceso de vehículos a la vereda, convirtiéndola en un espacio de turismo y así mismo creando nuevas oportunidades de negocio como por ejemplo un restaurante, un hotel, entre otro.

Ver Anexo C. Proyecciones

Por otra parte, la vereda Santa teresa, se está convirtiendo en un atractivo turístico, por su tranquilidad, seguridad, y por disponer de flora y fauna, lo que hace que las personas se interesen en visitar la vereda, hasta llegar al punto de adquirir su propio terreno para pasar días de descanso en familia.

Además del mejoramiento económico de los habitantes, se puede decir que, las relaciones sociales mejoran también, pues el hecho de compartir su cultura y costumbres, permitiría nuevos conocimientos, nuevas relaciones interpersonales contribuyendo así, el mejoramiento de las vías y la infraestructura en general de la vereda.

“El cambio en las condiciones de vida de los beneficiarios de las intervenciones de vías la vereda es enorme, esto se traduce en: menores tiempos de desplazamiento, menor incidencia de enfermedades, más rutas de transporte, mayor accesibilidad vehicular, mayores valorizaciones de sus propiedades, en términos sencillos, podría decir que esta inversión realmente conseguiría un impacto socioeconómico positivo en este sector”. *parafraseo*; (PAYARES, 2017)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se procederá a presentar los resultados más relevantes de la investigación realizada para el proyecto diagnóstico del deterioro de la vía que del municipio del Líbano Tolima conduce a la vereda de santa teresa entre los kilómetros 5 y 6, la cual constituye a una de carácter cualitativo, motivo por el cual se procederá a a narrar y fundamentar los datos encontrados y a relacionar los mismos con el cumplimiento de los objetivos específicos y realizando su discusión correspondiente.

Es evidente según la investigación realizada, el hecho de que los principales daños en las vías del municipio del Líbano Tolima se dan por motivo de lluvias derivan de una problemática de control y/o drenaje de las aguas que estas generan, lo cual llega a generar erosiones y grietas que deterioran con el transcurso del tiempo las vías y el suelo.

Dichos deterioros en la vía, podría considerarse de dos tipos, de superficie o estructural, siendo los primeros aquellos que causan problemáticas en la superficie de rodamiento y no tienen relación con la estructura de la misma, ahora las del segundo tipo son defectos en la superficie de rodamiento con origen estructural es decir dirigido de las capas que resisten el tránsito y factores climáticos. (Diaz Forero, Gonzalez, & Tellez, 2013).

Lo anterior, nos muestra entonces el factor climatológico como uno de los principales factores del daño estructural de las vías, encontrando entonces con ello que su exposición medio ambiental a las lluvias, sumado entonces a la falta de drenaje, obstrucción y falta de control en las aguas subterráneas causan una gran problemática en las mismas consiguiendo que pierdan calidad e idoneidad para el transporte puesto que se pueden presentar, tal cual y como muestran

Díaz Forero, González y Téllez (2013) pérdida de agregados, descascamiento, pulimento, cabeza dura, fallas en bloques, entre otros tipos de daños.

La situación se convierte en una preocupante y más al reconocer como, según datos proporcionados por Periódico El Tiempo, el 69,4% de la malla vial del país es representado por terciarias y solo el 6% se encuentran pavimentadas y como el 75% de dichas vías terciarias se encuentran en mal estado sin certeza de aquello que provoca dicha condición, mostrando con ello que la problemática del daño de la vía terciaria es uno generalizado a nivel país y que el municipio de Tolima se convierte entonces, en uno más en la lista de Invias para generar solución.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En virtud del diagnóstico realizado de las diferentes alternativas que plantea la normativa Colombiana referente a la construcción y mantenimiento de la red vial del país y toda vez que, el deterioro presentado en la vía que, comunica al Municipio del Líbano Tolima con las veredas de la Trinidad, San Fernando, Tierradentro y Santa Teresa, en el tramo comprendido entre los kilómetros 5 y 6 y la cual se identifica como una vía terciaria, clasificada como BVT, entre tanto, se puede concluir que la alternativa más viable por su categorización es la placa huella.

De acuerdo a lo anterior, la investigación realizada permitió identificar ventajas en este modelo constructivo, tales como, reducción en los costos de la fase inicial de formulación y diseños, rendimiento en la etapa constructiva generando una ejecución a bajo costo, facilidad en el mantenimiento de la vía y durabilidad, además permite una transitabilidad durante todas las épocas climáticas del año.

El instituto nacional de vías – INVIAS- pone a disposición una serie de manuales de inspección visual de estructuras junto con la Universidad Nacional de Colombia. Con base en estos manuales de inspección y al manual del Departamento Nacional de Planeación, proyectos tipo de mejoramiento de Vías de Tercer Orden, se evidencia la vital importancia de implementar sistemas de drenaje o mecanismos de captación, conducción y evacuación de aguas, con el fin de mitigar el deterioro de la estructura vial. Por consiguiente, se concluye que, al no poseer un sistema de drenaje, la vía presenta un alto grado de afectación, generando ahuellamientos, deslizamientos, agrietamientos, entre otros, resultado de los esfuerzos que actúan sobre la vía y conllevando a problemas intrínsecos del mismo material.

En consecuencia a la normatividad vigente que rige el sector de la construcción de vías de Colombia, se establece que, con el fin de brindar una solución al deterioro gradual que presenta la vía que del Líbano Conduce a las veredas de La Trinidad, San Fernando, Tierra Adentro y Santa Teresa, se debe implementar un sistema constructivo de Placa Huella, toda vez que, por la caracterización de la zona y la clasificación de la vía es el modelo más óptimo en términos de mantenimientos, durabilidad, transitabilidad, costos y rendimiento constructivo.

La implementación de este modelo constructivo, por las características que presenta y por la forma en la que fue diseñado por el gobierno nacional, permite ser un piloto que se replique en toda la malla vial terciaria de la zona de influencia de estudio.

El mejoramiento de la infraestructura vial de la región es indispensable gracias a que esta impulsa la economía y permite una mejora en las condiciones sociales de los habitantes de la región. De acuerdo a esto, las veredas del área de influencia, pueden llegar a verse fuertemente impactadas de manera positiva, debido a que, sus habitantes reducirán costos de transporte, las cosechas de sus diversos productos podrán ser comercializadas con mayor facilidad, permitiendo un incremento en las ventas. Entre tanto, facilitando el tránsito y disminuyendo la posibilidad de interrupciones por el deterioro en la vía, la región podrá aumentar su popularidad con la llegada de turistas en busca de tranquilidad y convivencia con ambientes naturales, generando así un crecimiento de la economía.

Recomendaciones

En aras de realizar un estudio objetivo y adecuado de la vía que del Municipio del Líbano Conduce a las veredas de, La Trinidad, San Fernando, Tierra Adentro y Santa Teresa, se decidió ajustar el tramo de inspección en campo, de 4 kilómetros a 1 kilómetro, basados en la primicia

que, el modelo constructivo propuesto, es un modelo tipo que se puede implementar replicando en toda la malla vial del sector clasificado como terciario.

Con el fin de afianzar, ampliar conocimientos y desarrollar el alcance del proyecto, se ve necesaria la amplitud en la disponibilidad de tiempo del profesor en las tutorías con lo cual se pueda generar un ambiente más personalizado y permita dar un mejor direccionamiento al proyecto. Ya que los maestros cuentan con grandes cantidades de alumnos se vuelve una tarea ardua poder coordinar espacios cómodos para ambas partes que permitan el suficiente tiempo para poder tener una retroalimentación apropiada del proyecto en mención.

Bibliografía

- Alcaldía. (2012). *Libano Tolima*. Recuperado el 1 de Junio de 2020, de Libano Tolima: de <http://www.libano-tolima.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan%20de%20Desarrollo%20del%20Municipio%202012%20-%202015.pdf>
- Alcaldía. (2016). *Libano Tolima*. (2016) Recuperado el 2 de Junio de 2020, de Libano Tolima: <http://libano-tolima.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan%20de%20Desarrollo%20016%20-%202019.pdf>
- Campagnoli, S. (2017). INNOVACIÓN EN MÉTODOS DE PAVIMENTACIÓN. *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.16924/revinge.45.4>
- Diaz Forero, J., Gonzalez, H., & Tellez, O. (2013). *Diagnostico del Estado Actual de las vías terciarias de mayor trascendencia y dedesarrollo económico del municipio de Resstrepo. Departamento del Meta*. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13093/1/2013_diagnostico_estado_actual_.pdf
- DNP. (2018). *Departamento Nacional de Desarrollo*. Recuperado el 2 de Junio de 2020, de https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=125&Itemid=207
- Espejo, L. A., Gelacio, Y. E., & Perez, C. L. (2016). *Analisis del impacto social proyecto de infraestructura vial*. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/5722/TEGS_ArrietaEspejoLisbeth_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20impacto%20social%20se%20define,socialmente%20responsables%20contractuales%20o%20voluntarias.
- INVIAS. (25 de Mayo de 2006). *Manual de Inspección Visual*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras>
- INVIAS. (2008). *Diseño Geometrico de Carreteras*. Recuperado el Junio 1 de 2020, de <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos>
- INVIAS. (2015). *GuíadeDiseño dePavimentos con Placa-huella*. Recuperado el 1 de 10 de 2020, de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella/file>

MINTRANSPORTE. (s.f.). Recuperado el 15 de Junio de 2020, de
<https://www.mintransporte.gov.co/glosario/v/genPag=2>

MINTRANSPORTE. (2014). *Resolución 2273 de 2014*. Recuperado el 29 de Mayo de 2020, de
http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_01a84c1cde7b0254e0530a0101510254

PAYARES, D. (19 de Noviembre de 2017). *Columnas de opinion*. Obtenido de
INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO:
<https://www.uninorte.edu.co/documents/71261/0/Infraestructura+vial+y+su+impacto+en+el+desarrollo/26db8638-475d-4bad-870b-f4242507fea4?version=1.0>

Anexos

ANEXO A. Formato Reporte de Daños y Registro Fotográfico

ANEXO B. Documento Tipo, Mantenimiento de Vías de Tercer Orden DNP

ANEXO C. Proyecciones

ANEXO D. Plan de Proyecto y Gantt

Territorial		Levantado por:		Pr Inicial	Km 5	
				Pr Final	Km 6	
Codigo de la via		Fecha		Hoja	1	
		21/11/2020		De	1	
Nombre de la via:		Vía Libano - Santa Teresa				
Patologia					Aclaraciones	
Carril	Tipo	Sever	Daño			Foto
			Largo (m)	Ancho (m)		
Izquierdo	CV	Media	4	0.3		Cunetas con fisuras, corrimiento vertical, se extiende a lo largo de la via. Puede presentarse por diferencia del material de la cuneta y el pavimento
Izquierdo / Derecho	Obstruccion	Leve	N/A	N/A		Obstruccion del alcantarillado por acumulacion de tierra. Area fuera de servicio
Izquierdo	PC	Leve	2	0.5		Piel de cocodrilo, generada por cargas de transito por o por espesor de pavimento. Una gran extension y una leve profundidad de agrietamiento.
Izquierdo	Hundimiento	Fuerte	3	0.35		Hundimiento en afirmado, se presenta por retencion de agua que ante la accion del transito produce reduccion de esfuerzos generando deformaciones.
Derecho	Hundimiento	Fuerte	1.5	0.2		Hundimiento en afirmado, se presenta por retencion de agua que ante la accion del transito produce reduccion de esfuerzos generando deformaciones.
Numero de calzadas:			2		Comentarios	
Numero de carriles por calzada			1			
Ancho de carril:	2.5	Ancho de berma:	N/A			
Via presenta gran deterioro en afirmado a casusa de la humedad ocasionada por la lluvias y ausencia de drenajes longitudinal, cunetas fisuradas a lo largo de la via y pavimento rigido afectado a causa del transito o poco espesor de pavimento.						

FOTO No.	1	FECHA	21 de Noviembre de 2020
		UBICACIÓN	Via Vereda Líbano Santa Teresa



OBSERVACIONES	Evidencia de Falla del pavimento Rigido tipo piel de cocodrilo
----------------------	--

FOTO No.	2	FECHA	21 de Noviembre de 2020
		UBICACIÓN	Via Vereda Líbano Santa Teresa



OBSERVACIONES	Fisuras de Cunetas a lo largo del primer tramo de 200 metros
----------------------	--

FOTO No.	3	FECHA	21 de Noviembre de 2020
		UBICACIÓN	Via Vereda Líbano Santa Teresa



OBSERVACIONES	Ahuellamientos ocasionado por acumulacion de agua junto con el esfuerzo generado por el transito
----------------------	--

FOTO No.	4	FECHA	21 de Noviembre de 2020
		UBICACIÓN	Via Vereda Líbano Santa Teresa



OBSERVACIONES	Ausencia de Drenajes longitudinales, a partir del k5+200 en adelante.
----------------------	---

FOTO No.	5	FECHA	21 de Noviembre de 2020
		UBICACIÓN	Via Vereda Líbano Santa Teresa



OBSERVACIONES	Obstrucción de drenaje Transversal - Descole de Alcantarilla
----------------------	--

FOTO No.	6	FECHA	21 de Noviembre de 2020
		UBICACIÓN	Via Vereda Líbano Santa Teresa



OBSERVACIONES	Obstrucción de drenaje Transversal - Encole de Alcantarilla
----------------------	---

Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden



Departamento Nacional de Planeación
Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas



DNP Departamento
Nacional
de Planeación



**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN



DNP Departamento
Nacional
de Planeación

Director General

Luis Fernando Mejía Alzate

Subdirector Territorial y de Inversión Pública

Santiago Matallana Mendez

Subdirección Sectorial

Alejandra Corchuelo Marmolejo

Secretaría general

Jenny Fabiola Páez Vargas

Director de Inversiones y Finanzas Públicas

Yesid Parra Vera

Coordinador General del SGR

Jhon Jairo González

Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible

Luis Felipe Lota

Subdirectora de Proyectos e Información de la Inversión Pública

Ana Yaneth González Ramírez

Subdirector de transporte

Jonathan David Bernal Gonzalez

Subdirección de Transporte

Laura Yanira Martínez García
Jose Alejandro Borrego Naranjo

Coordinadora Grupo de Estructuración

Lina María Ramírez Arango

Equipo de Estructuración

Carlos Julio Torres Laitón
Diego Sebastián Vargas Ramírez
Germán Andrés Gutiérrez Pinzón
Jhonatan Mauricio Pérez Pinto
Jonathan Mauricio Fera Casas
Jose Alejandro Olaya Sánchez
Judith Antolinez Amaya
Lina Paola Jiménez Ríos
Lucas Montaña Acevedo
Verónica Villegas Sánchez

Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas

Wiston González del Río. Coordinador
Liliana Johanna Olarte Ávila. Regalías
Carmen Elisa Villamizar Camargo. Publicaciones

Versión 1.0

Febrero 2018



MINTRANSPORTE

Ministro de Transporte

Germán Cardona Gutiérrez

Viceministro de infraestructura

Cesar Peñalosa

Dirección de Infraestructura

Mario Peláez. Director
María Ximena García Narváez. Líder Plan Vial
Rodolfo Castiblanco Bedoya. Asesor

Con el apoyo de:



Director General

Carlos Alberto García Montes

Subdirección de Estudios e Innovación

Carlos Alberto Valencia Escobar

Subdirección Red Terciaria y Férrea

Froilan Morales Cantillo

Agradecimiento especial al panel de expertos pertenecientes a entidades nacionales, la academia, direcciones territoriales del INVIAS, la ANI y constructores y consultores que realizaron aportes en la formulación del presente **PROYECTO TIPO**.

BOGOTÁ, D.C., 2018

©DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN
CALLE 26 13-19, PBX: 3815000
BOGOTÁ, COLOMBIA

Resumen

En este documento se presenta un **PROYECTO TIPO**, es decir un modelo que facilita la formulación de un proyecto para la implementación de soluciones costo-eficientes para mejoramiento de vías terciarias las cuales puedan ser identificadas e implementadas por las entidades territoriales.

Es importante tener claro que el modelo debe ajustarse a las realidades y características propias de cada entidad territorial, por lo que en el presente **PROYECTO TIPO** se plantean alternativas de solución que se ajustarán a las condiciones propias de cada necesidad y proyecto vial planteado por la entidad territorial.

Incluye también un procedimiento para ejecutar este proyecto y el presupuesto estimado para cada una de las alternativas planteadas. Así mismo, se indica cuál es el mecanismo que puede usarse para su operación y mantenimiento.

Palabras clave: bajo tránsito, intervenciones lineales, intervenciones puntuales, mejoramiento, soluciones estructurales, soluciones funcionales, vía terciaria.

Contenidos

	Introducción	7
1.	Objetivos del documento	9
2.	Problema por resolver	10
3.	Lo que dicen las normas	13
4.	Recursos necesarios para la implementación	15
5.	Condiciones para implementar el proyecto	16
6.	Alternativa propuesta	26
7.	Presupuesto y cronograma	54
7.1	Presupuesto	55
7.2	Presupuesto de la interventoría	56
8.	Cronograma	57
9.	Operación y mantenimiento	58
	Anexos	60
	Bibliografía	61

Glosario

Afirmado: capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener adheridas todas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en gran parte de la red vial terciaria.

Alcantarilla: tipo de obra de drenaje transversal, que tiene por objeto dar paso rápido a un cuerpo de agua que, al no poder canalizarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro la vía (INVIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras).

Base granular: se denomina base granular a la capa granular localizada entre la subbase granular y la capa de rodadura, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización. (INVIAS, INVIAS 330-13).

Bombeo: pendiente transversal en las entre tangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes (INVIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras).

Box Culvert: (alcantarilla de Cajón): Son elementos de gran tamaño elaborados en concreto reforzado, estos componen un sistema modular en el que cada parte se conecta con el otro para formar un túnel, cada elemento se empalma con el otro a través de un espigo el cual lleva incorporado un sellante bituminoso,

que al estar sometido a presión forma un sello hidráulico hermético.

Calzada: zona de la vía destinada a la circulación efectiva de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado. (INVIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008).

Escorrentía: agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno (RAE, s.f.).

Estabilización mecánica de suelos: técnica de mejora basada en la mezcla de diversos materiales con propiedades complementarias, de forma que se obtenga un nuevo material de mayor calidad y que cumpla con los requisitos técnicos deseados en término de plasticidad o granulometría.

Mantenimiento periódico: comprende la realización de actividades de conservación a intervalos variables relativamente prolongados, destinados primordialmente a recuperar los deterioros ocasionados por el uso o por fenómenos naturales o agentes externos (Ley 1682. Ley de infraestructura). También podrá contemplar la construcción de algunas obras de drenaje menores y de protección en la vía. Las principales actividades son: reconfirmación y recuperación de la banca, limpieza mecánica y reconstrucción de cunetas, escarificación del material de afirmado existente, extensión y compactación de material para recuperación de los espesores de afirmado iniciales, reposición de pavimento en algunos sectores, reparación

de obras de drenaje, restablecimiento de demarcación lineal y señalización vertical (cuando aplique).

Mantenimiento rutinario: se refiere a la conservación continua (a intervalos menores de un año), con el fin de mantener las condiciones óptimas para el tránsito y uso adecuado de la infraestructura de transporte (Ley 1682. Ley de infraestructura). Las principales actividades son: remoción de derrumbes, rocería, limpieza de obras de drenaje, reconstrucción de cunetas; reconstrucción de zanjas de coronación; reparación de baches en afirmado o parcheo en pavimento, perfilado y compactación de la superficie, riegos de vigorización de la capa de rodadura, limpieza y reparación de señales (cuando aplique).

Mejoramiento: cambios en una infraestructura de transporte con el propósito de mejorar sus especificaciones técnicas iniciales (Ley 1682. Ley de infraestructura). Comprende entre otras, las actividades de: ampliación de calzada, construcción de nuevos carriles, rectificación (alineamiento horizontal y vertical), construcción de obras de drenaje y sub-drenaje, construcción de estructura del pavimento, estabilización de afirmados, tratamientos superficiales o riego, señalización vertical, demarcación lineal, construcción de afirmado. Dentro del mejoramiento puede considerarse la construcción de tramos faltantes de una vía ya existente, cuando estos no representan más del 30% del total de la vía.

Paramento: es la medida normal de la vía, destinada a uso público conformado por andenes, zonas verdes, calzadas, bermas y separadores, los cuales en conjunto conforman la sección transversal de la vía.

Placa huella: elemento estructural utilizado en las vías terciarias, con el fin de mejorar la

superficie de tránsito vehicular en terrenos que presentan mal estado para transitar y requiere un mejoramiento a mediano plazo (INVIAS, sistema constructivo de placa huella).

Red terciaria: son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.

Rehabilitación: reconstrucción de una infraestructura de transporte para devolverla al estado inicial para la cual fue construida (Ley 1682. Ley de infraestructura).

Talud: paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén.

Terraplén: macizo de tierra con que se rellena un hueco, o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra semejante (RAE, s.f.).

Subbase granular: la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos asfálticos o la que sirve de soporte a los pavimentos de concreto hidráulico, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización. (ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN INVIAS 2013).

Subrasante: Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento. (MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS INVIAS 2008).

Suelo-Cemento: el suelo estabilizado con cemento es una mezcla en seco de suelo o tierra con determinadas características granulométricas, cemento Portland y, en su caso, aditivos. A la mezcla se le adiciona una cierta cantidad de agua para su fraguado y posteriormente se compacta.



Introducción

Bienvenido. En sus manos se encuentra un **PROYECTO TIPO** que contiene los aspectos metodológicos y técnicos para que las entidades territoriales que decidan atender un problema específico, puedan de manera ágil hacer realidad este proyecto en su territorio. Su aplicación genera dos importantes ahorros:

- Reducción hasta del 70% en los costos previstos de pre inversión.
- Reducción hasta de cuatro meses en su formulación y estructuración.

Para la correcta y eficiente formulación, este **PROYECTO TIPO** cuenta con tres herramientas complementarias:

1. Las guías de apoyo para formular y estructurar proyectos de inversión pública y diligenciar el aplicativo MGA-Web para proyectos de inversión, que puede ser consultadas en la página web del departamento Nacional de Planeación. Estas guías contienen los aspectos conceptuales necesarios para la formulación de un proyecto de inversión pública.

<https://www.dnp.gov.co/programas/inversiones-y-finanzas-publicas/capacitacion-y-asistencia-tecnica/Paginas/Capacitacion-y-asistencia-tecnica.aspx>

2. Los documentos tipo para el proceso contractual que servirán de referencia para la adquisición de bienes y servicios.

3. Hoja de cálculo con matriz multicriterio

para la selección de una alternativa de solución considerando aspectos relacionados con características geotécnicas, tránsito, precipitaciones, distancia a fuente de materiales y longitud. (Nota: precios por km solo de referencia sujetos a ajustes).

A modo de ayuda para facilitar la formulación del proyecto, se presenta como ejemplo anexo a este documento la MGA – Web diligenciada, la cual debe ser ajustada con los datos reales de su entidad territorial. Para ajustarla seleccione la MGA del Proyecto Tipo al momento de ingresar el campo de título en la MGA Web de su proyecto.

Este documento contiene un **PROYECTO TIPO** para el **MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS** que consiste en el planteamiento de intervenciones lineales relacionadas con soluciones estructurales y funcionales de las vías terciarias e intervenciones puntuales en sitios críticos con medidas de estabilización de taludes y obras de drenaje.

El contenido de este documento le permitirá dar los primeros pasos para estructurar su iniciativa, con el fin de buscar su financiación. Incluye:

- Identificación y dimensionamiento del problema.
- Detalle técnico de la alternativa propuesta y su costo.
- Cronograma estimado para su ejecución.
- Identificación de los recursos requeridos para su mantenimiento y operación.

Es importante aclarar que en este documento algunos datos fueron asumidos, lo cual implica que, para implementarlo, usted debe ajustar la información con la realidad correspondiente a su entidad territorial.

Así mismo, se utilizan dos imágenes de referencia para diferenciar el contenido de mayor relevancia para quienes estructuran el proyecto y para quienes tienen la responsabilidad técnica de ejecutarlo.



Indica información de interés para la formulación del proyecto.



Indica información de interés para el componente técnico del proyecto.

Los datos contenidos en este documento pueden ser actualizados, tanto en sus cifras, como en las normas que aplican para su formulación. Para ello remítase a <https://proyectostipo.dnp.gov.co> con el fin de verificar si el presente documento ha sido actualizado.

1. Objetivos del documento

El objetivo de este documento es desarrollar un **PROYECTO TIPO** que sirva a las entidades territoriales con dificultad en la intercomunicación terrestre de una parte de la población rural en su territorio y que, por las condiciones particulares, requieran de intervenciones costo-eficientes que permitan optimizar el uso de los recursos destinados a vías terciarias. Se pretende:



- Ofrecer una alternativa de solución, agilizando las tareas de formulación y diseño, generando ahorros en costos y tiempo.
- Mejorar los procesos de diseño, mediante la definición y desarrollo de los aspectos técnicos esenciales necesarios para la ejecución de este tipo de proyectos.
- Facilitar la estructuración del proyecto para contribuir al proceso de gestión de recursos públicos.



2. Problema por resolver

Este numeral identifica el problema y define los objetivos que tiene un proyecto de **MEJORAMIENTO DE VÍAS Terciarias**

La pregunta a contestar es la siguiente:

¿La entidad territorial tiene necesidad de mejorar la intercomunicación terrestre de la población rural?



Las vías terciarias son la gran apuesta de infraestructura para el desarrollo del campo y la consolidación de la paz, dado que se ejecutan en las zonas más vulnerables y con mayor impacto en la generación de economías locales (DNP, Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018).

Actualmente es difícil la intercomunicación terrestre de la población rural de la entidad territorial (municipio, distrito o departamento), debido a que por un lado las vías están en mal estado, intransitables o con restricciones de tránsito y por otro hay deficiente mantenimiento. Algunas de las vías tienen deterioro de la superficie para la circulación de vehículos o no han sido atendidos los puntos críticos. Hay situaciones que aportan al deterioro, como algunos tratamientos anteriores que se hicieron con deficiencias, o la falta de mantenimiento.

Esto genera congestiones en las vías por pasos restringidos, junto con el aumento de los tiempos de viaje y baja comercialización de productos del municipio. Se retrasan actividades como el acceso oportuno a servicios médicos, hay un aumento en los costos de transporte de carga y pasajeros, también inasistencia de estudiantes a escuelas y colegios, junto con un incremento de los precios de los productos de la región.

Las familias tienen que invertir más dinero en transporte y canasta familiar, y los servicios de

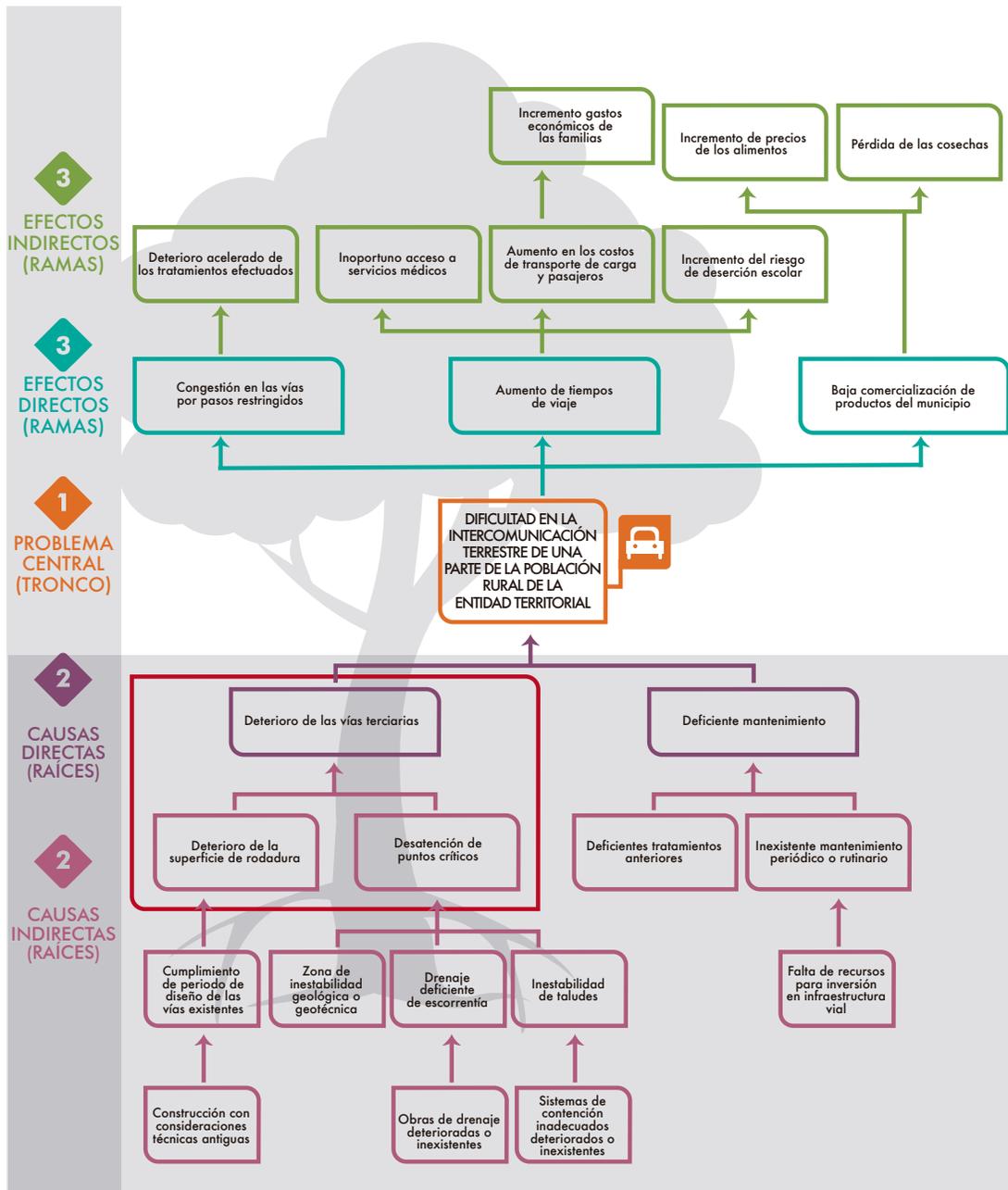
transporte informal empiezan a generalizarse con costos más altos para la gente. Se reducen las oportunidades de desarrollo integral de los habitantes¹.

Hay dos factores que suman a la difícil intercomunicación terrestre en la entidad territorial, en este caso las vías en mal estado, intransitables o con restricciones de tránsito y el deficiente mantenimiento: en cuanto a condiciones de tránsito, se considera que en el tramo o sector de la vía terciaria de la entidad territorial, es imposible el paso en épocas de invierno o se requiere intervención para habilitarlo. Finalmente, en cuanto al mantenimiento, se requiere mejorar los procedimientos de los tratamientos de las vías terciarias y, generar y realizar los mantenimientos periódicos y rutinarios.

A continuación, se presenta el árbol de problemas que identifica las posibles razones y consecuencias de la dificultad en la intercomunicación terrestre de una parte de la población rural de la entidad territorial.

¹ La situación planteada puede presentarse en uno u otra entidad territorial. Sin embargo cada problemática debe ser objeto de un análisis particular en función del contexto local, a partir del balance de la infraestructura de la red vial terciaria existente o proyectada, su estado, las políticas locales y de mantenimiento y operación de las vías.

Ilustración 1. Árbol de problema



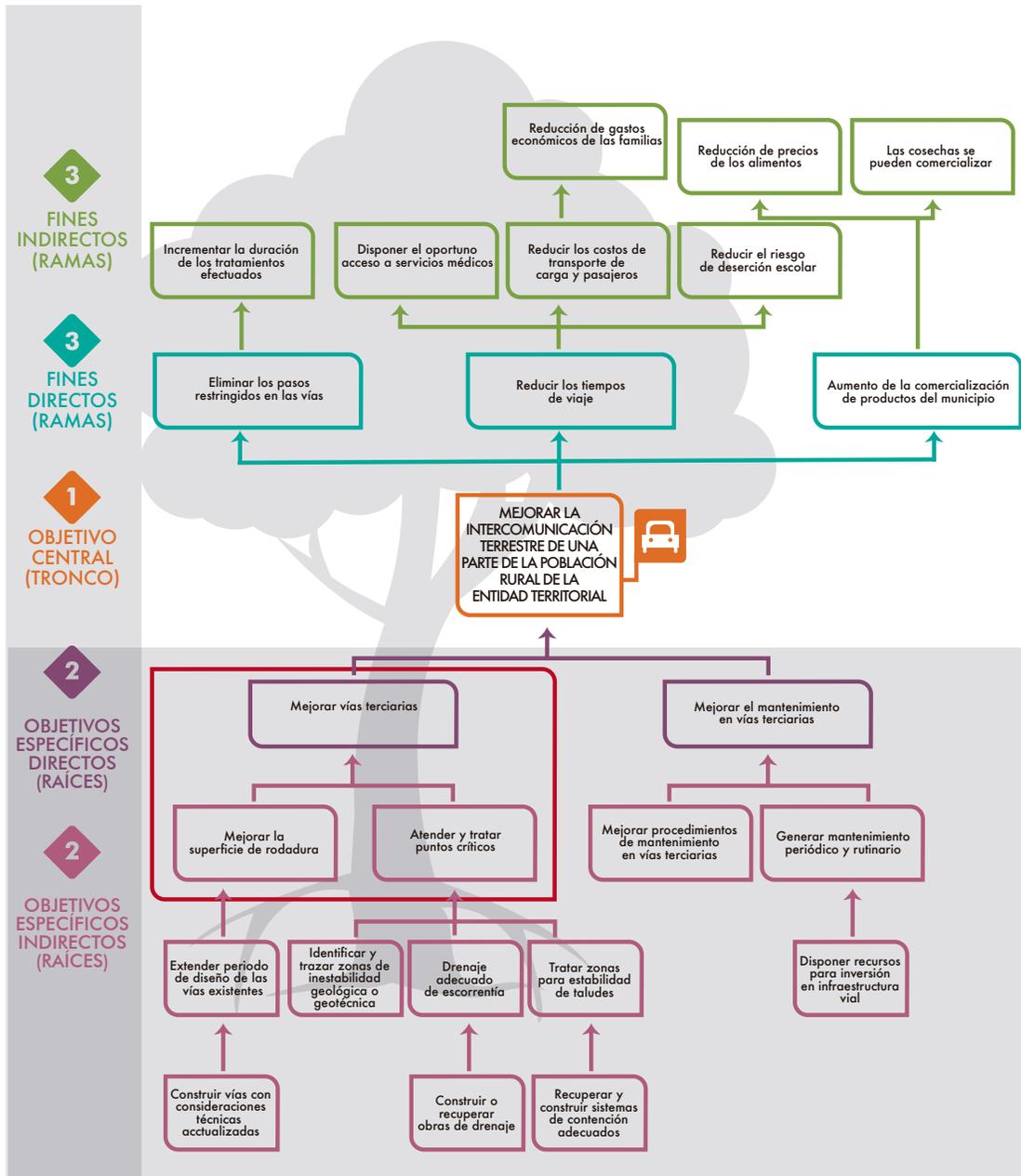
Causas que busca resolver este PROYECTO TIPO

Fuente: Grupo de estructuración de proyectos y DIFP - DNP

De lo anterior se precisa que la causa principal que define el objeto de desarrollo del proyecto son las vías terciarias en mal estado, intransitables o con restricciones de tránsito.

Teniendo claro que esta es una necesidad en su entidad territorial, el siguiente paso es conocer y entender la solución propuesta en este PROYECTO TIPO, la cual empieza por analizar el árbol de objetivos.

Ilustración 2. Árbol de objetivos



Objetivos buscados con la implementación de este PROYECTO TIPO

Fuente: Grupo de estructuración de proyectos y DIFP - DNP

La implementación de las soluciones planteadas en la población rural del municipio al disponer de infraestructura mejorada para tal fin. permitirá mejorar la intercomunicación terrestre

3. Lo que dicen las normas



Este **PROYECTO TIPO** está diseñado cumpliendo con todas las normas que le son aplicables.

A manera de información, se presenta a continuación el marco normativo relevante para este **PROYECTO TIPO**:

En la construcción de proyectos pertenecientes al sector transporte, se debe considerar los lineamientos establecidos por el Ministerio de Transporte y sus entidades adscritas; como es el caso del Instituto Nacional de Vías - INVIAS quien tiene a cargo la red vial primaria no concesionada del país y parte de la red vial terciaria.

A partir de la necesidad de intervenir la infraestructura vial, el INVIAS ha desarrollado mejoramientos de distintos corredores en el país, por medio de convenios con las entidades territoriales.

Lo anterior ha sido funcional para el mejoramiento de gran número de vías terciarias que han sido afectadas por factores ambientales y físicos.

En los convenios mencionados se ha usado como parámetros algunas recomendaciones emitidas por el INVIAS para la selección de los materiales a implementar en obra y el proceso constructivo de la misma, estas experiencias se han desarrollado con buenos resultados en la mayoría de los casos y por tal motivo, utilizando estos parámetros, se fundamentará este Proyecto Tipo.

Competencias institucionales

En el artículo 5 de la Ley 1682 de 2013, se establece como función pública las acciones de planificación, ejecución, mantenimiento y mejoramiento de los proyectos y obras de infraestructura del transporte, en el cual se materializa el interés general previsto en la Constitución Política, al fomentar el desarrollo y crecimiento económico del país; su competitividad internacional; la integración del territorio nacional, y el disfrute de los derechos de las personas.

Estas funciones se ejercen a través de las entidades y organismos competentes de orden nacional, departamental, municipal o distrital, directamente o con la participación de los particulares.

Adicionalmente, el denominado proceso de descentralización de la red vial, se inició con el decreto 2171 de 1992², expedido por el gobierno nacional en ejercicio de las atribuciones conferidas por el artículo 20 transitorio de la Constitución Política, por el cual se transformó el entonces Ministerio de Obras.

Es por lo anteriormente expuesto, que en la Ley 715 de 2001, artículo 74, se establece como función de los departamentos adelantar la construcción y conservación de los componentes de la infraestructura de transporte que corresponda.

En el artículo 76 de la misma Ley se establece como función de los municipios el construir y conservar la infraestructura municipal, las vías urbanas, suburbanas, verdales y aquellas que

² Decreto 2171 de 1992. Artículo 53.- Objetivo del Instituto Nacional de Vías. Corresponde al Instituto Nacional de Vías ejecutar las políticas y proyectos relacionados con la infraestructura vial a cargo de la Nación en lo que se refiere a carreteras.

sean propiedad del municipio, como a su vez las instalaciones portuarias, fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte terrestre, en la medida que sean de su propiedad o cuando estos le sean transferidos directa o indirectamente, como también el identificar prioridades de infraestructura de transporte en su jurisdicción y el desarrollo de alternativas viables.

Es necesario destacar que mediante Resolución 04401 del 17 de octubre de 2017, el Ministerio de Transporte como cabeza del sector adoptó la Guía de diseño de pavimentos con placa huella, al cual se hace referencia en el presente documento, y servirá de apoyo y línea base para la construcción de proyectos que contemplen, en alguno de sus componentes, la alternativa de mejoramiento mediante el uso de placa huella.

Adicionalmente el Ministerio de Transporte, mediante resolución 10133 del 28 diciembre 2017 adoptó el documento “Cartilla guía para

la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea” desarrollado por el INVIAS, al cual se hace referencia en el presente documento para las intervenciones relacionadas con puntos críticos de estabilidad de taludes, pérdida de banca, drenaje, entre otros.

Finalmente, mediante Resolución 10099 del 27 de diciembre de 2017, el Ministerio de Transporte adoptó las “Especificaciones Particulares de construcción como alternativa de pavimentación utilizando Asfalto Natural en vías con bajos volúmenes de tránsito, categoría NT1”, desarrollado por el INVIAS y al cual se hace referencia en el presente documento, dentro del desarrollo de algunas de las alternativas planteadas para el mejoramiento de vías terciarias.

De igual forma el INVIAS avanza en la actualización del “Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito” del 2007, el cual servirá de insumo para futuras versiones del presente proyecto tipo.



4. Recursos necesarios para la implementación

Teniendo claridad sobre el problema a solucionar y las normas que aplican al proyecto, la siguiente pregunta que debe hacerse es:

¿Mi entidad territorial tiene los recursos necesarios para mejorar una longitud específica de vía terciaria?

Las entidades territoriales cuentan con diversas fuentes de financiación como el Presupuesto General de la Nación (PGN), el Sistema General de Regalías (SGR), el Sistema General de Participaciones (SGP), líneas de redescuento con tasa compensada de la Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER), Departamento de la Prosperidad Social (DPS), rentas propias, entre otras. Todas estas fuentes deben ser consultadas, identificando los recursos que pueden financiar el proyecto y los requisitos a cumplir para tener acceso a cada una de ellas.

Conozca cuál es el alcance del proyecto y sus objetivos, con el fin de tener una descripción técnica de la solución para luego tener un presupuesto del mismo.

El proyecto cuenta con tres capítulos principales que deben ser financiados:

- **Preinversión:** el PROYECTO TIPO al definir los aspectos técnicos requeridos para su implementación genera un ahorro en costos correspondientes a preinversión. Sin embargo, en este capítulo se deben incluir los costos

para diagnóstico técnico (levantamiento de la condición actual), estudios de suelos, estudio topográfico, socialización del proyecto y demás estudios, diseños y licencias requeridas para su desarrollo.

- **Ejecución:** el capítulo considera el mejoramiento de una vía terciaria de un (1) kilómetro de longitud con la implementación de las diferentes alternativas tanto lineales como puntuales (considerando una sección transversal típica tal como se muestra en la figura 3. Se estima en promedio un costo entre \$765.000.000 y \$845.000.000 (precios constantes 2017).

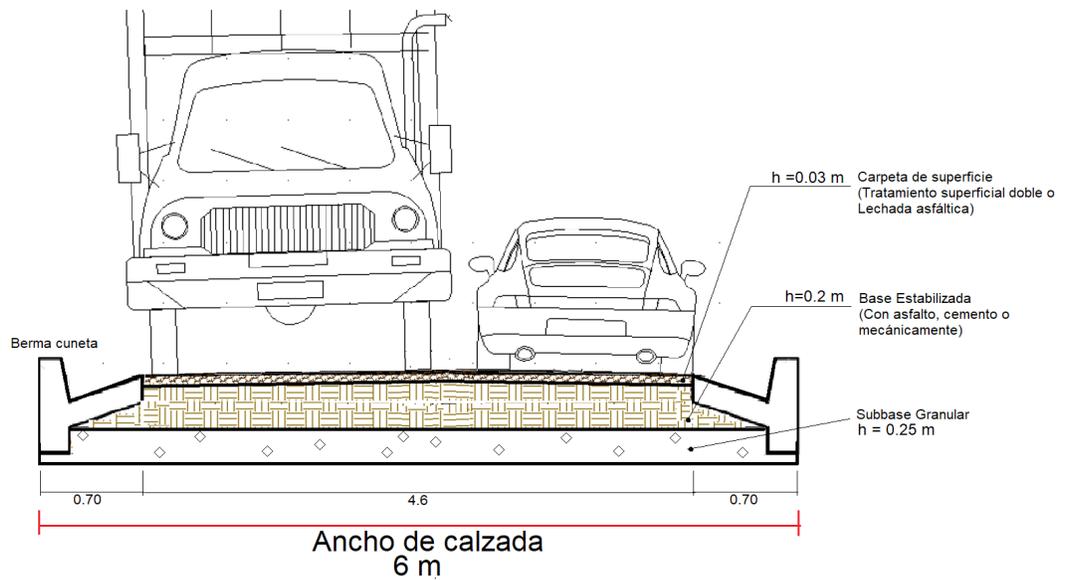
- **Operación y mantenimiento:** los recursos necesarios para la correcta operación y mantenimiento de un (1) kilómetro de vía terciaria mejorada son aproximadamente \$4.066.000, anual (precios constantes de 2017).

Es importante resaltar que si bien el presupuesto por cada tipo de intervención mostrado en el presente PROYECTO TIPO, tiene la longitud unitaria considerada de 1 km y un ancho de corona total de 6 m, mediante la herramienta de selección de la alternativa se pueden ajustar dichas variables con el fin de realizar el análisis específico de cada unidad funcional de diseño o tramo de proyecto requerido por la entidad territorial.

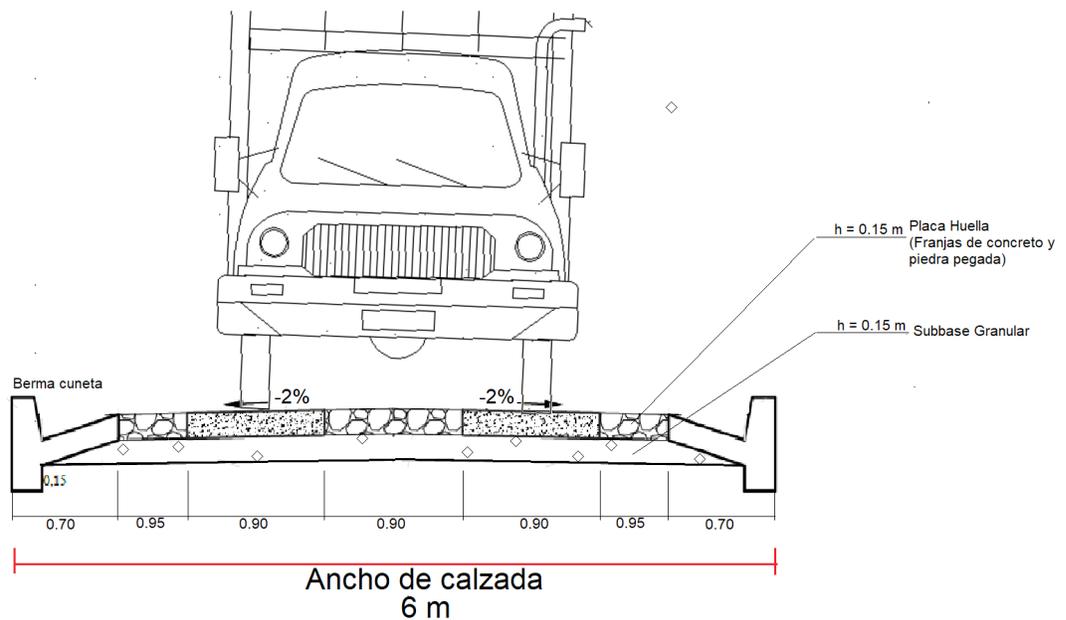
² La longitud considerada para el análisis es de 1 km y un ancho estándar de 4,6 m de calzada considerando cunetas revestidas de 0,7 m a lado y lado para un total de ancho de estructura de 6 m. Sin embargo, esta longitud, ancho y espesores pueden variar para cada aplicación particular según sus necesidades específicas.

Figuras 3 y 4. Secciones transversales mejoradas, utilizadas para la estimación de los costos nominales por km de intervención. Se deberá adaptar a las condiciones propias del proyecto

Sección de vía mejorada Intervención con base estabilizada y carpeta de superficie



Sección de vía mejorada Intervención con placa huella en sitios críticos



Fuente: Elaboración DNP



5. Condiciones a cumplir para implementar el proyecto



El presente Proyecto Tipo, tuvo en cuenta las siguientes condiciones que se deben cumplir.

Tabla 1. Criterios para la implementación del Proyecto Tipo de mejoramiento de vía terciaria

Aspecto	Detalle	Requisito
Tipo de Vía	De tercer orden (terciaria)	Identificar que la vía a intervenir sea de tercer orden, de acuerdo a la resolución 1530 de 2017 de Mintransporte
Tránsito	TPD máximo permitido (veh. mixtos/día)	Máx. 500 veh/día
	Máxima cantidad de vehículos comerciales (buses y camiones) que transitan durante el día.	95 veh. comerciales equivalentes/día
Periodo de diseño	Años	5
Pendiente Longitudinal	Para implementación de soluciones diferentes a placa huella	menor o igual al 10%
	Para considerar uso de placa huella	pendiente superior al 10%
Capacidad portante subrasante	CBR de la subrasante ⁴	Mayor al 3%

5.1 ¿Qué se debe conocer o hacer para cumplir con los criterios?

Los procedimientos, estudios y diseños a desarrollar para identificar si cumple con los criterios mencionados, se obtienen de un diagnóstico técnico que además involucre, un estudio topográfico, un estudio de tránsito y un

estudio de suelos que contengan como mínimo los siguientes elementos:

Diagnóstico técnico: previo a la implementación del proyecto deberá hacerse

⁴ Hace referencia a la determinación de un índice de resistencia de los suelos de subrasante, subbase y base, denominado CBR (California Bearing Ratio), determinable mediante ensayo INV E-148-13.

una visita de campo a la vía que se va a intervenir por parte de un profesional en ingeniería civil o en ingeniería de transporte y vías, para obtener una descripción de la situación existente con respecto al problema y poder determinar su magnitud en términos de la dificultad de intercomunicación terrestre, asociada a tiempos de viaje, cierres y desatención a sitios críticos, de acuerdo a lo formulado en el árbol de problemas.

Estudio topográfico: se requiere contar con la localización de las zonas y vías que presentan la problemática mediante el uso de coordenadas respecto a un punto georreferenciado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Este estudio, deberá aportar la georreferenciación del trazado a intervenir en planta y perfil, así como también la ubicación de los puntos relevantes, accesos a la vía, preexistencias, linderos, redes de servicios, obras de drenaje y otros elementos.

Estudio de suelos: es el conjunto de actividades que comprende, entre otros aspectos, la investigación de la capa que será usada

como subrasante, los análisis de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras propuestas, y las recomendaciones orientadas a garantizar, desde el manejo de suelos, un comportamiento adecuado de la estructura. A partir de estos estudios se determina la capacidad de soporte del suelo y la caracterización del mismo.

Es necesario verificar que la capacidad de soporte del material que será considerado como subrasante alcance un valor mayor al 3% como resultado del ensayo de CBR definido en las especificaciones INVIAS.

Estudio de tránsito: Es necesario verificar los volúmenes vehiculares en los tramos a considerar para el proyecto con el fin de identificar que la circulación de vehículos se mantiene en lo considerado como tránsito bajo. Para realizar esta verificación, este estudio requiere la realización de aforos vehiculares en puntos definidos en el diagnóstico técnico con el objeto de medir los volúmenes de tránsito sobre el o los tramos del proyecto, en ambos sentidos de circulación.

5.2. ¿Se cumple con las condiciones de implementación?

En caso de cumplir las condiciones descritas se debe adecuar el proyecto a la realidad de la entidad territorial. Para eso se debe contar con un profesional en ingeniería civil o en transporte y vías que se encargue de implementar la alternativa más costo-eficiente en los tramos seleccionados para tal fin. Es importante tener en cuenta que si existen condiciones extremas de relieve, actividad geológica evidente o teórica, problemas activos de inestabilidad de taludes o terraplenes o de cauces naturales de agua en la vía, no se debe implementar las soluciones como están contempladas en el presente **PROYECTO TIPO**.

En el caso de determinar mediante el estudio de suelos, que no se cumple con la condición de capacidad portante mínima, es necesario, de acuerdo a las recomendaciones del mismo

estudio, hacer un ajuste en las condiciones de soporte considerando una estabilización mecánica o química y la pertinencia del uso o eliminación de las capas de material existente, tal como se propone en la herramienta anexa al presente documento técnico.

Estos procedimientos de mejora de subrasante deben ser determinados por un profesional en ingeniería civil o ingeniería de transporte y vías con matrícula profesional vigente, mediante la revisión del diagnóstico técnico, los estudios de suelos, la identificación de los puntos críticos y las adaptaciones realizadas deberán quedar plasmadas en los documentos del proyecto.

Es importante tener en cuenta que las obras de infraestructura de transporte presentan condiciones propias en aspectos técnicos,

ambientales, sociales, geográficos, etc., por lo que se pueden considerar únicas desde su diagnóstico hasta su puesta en ejecución para el servicio público en dicho caso, los criterios mencionados deberán igualmente tenerse en cuenta en la formulación y estructuración de los proyectos relacionados.

En caso de que este Proyecto Tipo **definitivamente no se adecue a las condiciones de la entidad territorial**, pero se mantenga la problemática planteada y se considere que el mejoramiento de la vía terciaria aporta a la solución, más adelante, se presenta un resumen de las actividades, estudios y diseños que se podrán tener en cuenta como insumo para la estructuración integral de un proyecto de inversión, los cuales también se contemplan como insumos y componentes en la implementación de este proyecto tipo.

El mejoramiento de vías terciarias considera la realización de una serie de estudios y diseños relacionados con la ingeniería, específicamente topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos y geométricos que servirán para determinar las obras necesarias para la atención de puntos críticos, la sostenibilidad integral de las obras y su duración en el tiempo. En cuanto al diseño de las soluciones funcionales y estructurales de la vía, el INVIAS cuenta con un documento que incluye parámetros sobre dimensiones, materiales, procedimiento constructivo, calidad y medición⁵. En cuanto a las soluciones puntuales, se encuentran en desarrollo documentos que incluyen aspectos geotécnicos e hidráulicos, según se mencionó anteriormente.

Una vez se identifique el cumplimiento de las condiciones de implementación descritas, el proceso de adaptación del proyecto tipo a su realidad involucra los siguientes elementos:

Diagnóstico técnico

Adicional a lo mencionado anteriormente sobre el diagnóstico técnico, se debe generar

el informe en el cual se plasmará información tal como: sitios críticos donde la vía se ha visto interrumpida por efectos de lluvias, remoción en masa, zonas de pendientes críticas, cruces de agua, accesos, corrientes de agua paralelas, accidentes geográficos, nacimientos de agua en el terreno, caminos y construcciones importantes. Las obras existentes y en general los elementos levantados deben ser soportados con un registro fotográfico, de localización y concepto técnico de permanencia o reemplazo. Este diagnóstico debe incluir la identificación de aspectos críticos que potencialmente puedan afectar la estabilidad de las obras a construir y la propuesta de intervención para la superficie de la vía y para el control de los diferentes puntos críticos existentes y los que se podrían generar por la intervención propuesta.

Se requiere determinar cuál fue la condición que llevó a la vía al nivel de deterioro tal que requiera mejoramiento; justificar por qué es necesario controlar los factores que puedan llegar a afectar la vía mejorada con el fin de garantizar la sostenibilidad del proyecto de inversión, teniendo en cuenta parámetros específicos de capacidad portante (resistencia del suelo existente) de la superficie subyacente, control de escorrentía o manejo de caudales, junto a comportamientos geotécnicos o geológicos de la zona. Estos parámetros caracterizan principalmente puntos críticos.

En el diagnóstico técnico, se debe tener en cuenta que la entidad territorial al manifestar interés de desarrollar un proyecto de mejoramiento vial, previamente ha debido realizar 2 actividades para identificar adecuadamente la vía:

- **Categorización vial:** esta actividad hace referencia a identificar que el tramo vial objeto de estudio hace parte de una vía de tercer orden como se define en la ley 1228 de 2008.
- **Caracterización vial:** esta actividad hace referencia al levantamiento de

⁵ Documento técnico del INVIAS: Especificaciones técnicas generales de construcción de carreteras. 2013.

información sobre el tramo de proyecto considerando la metodología general para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), planteada por el Ministerio de Transporte mediante la resolución 1860 de 2013, modificada por la resolución 1067 de 2015 y resolución 5574 de 2016.

En esta metodología se listan los elementos geográficos que deben ser reportados por las diferentes entidades para consolidar el SINC, donde para cada uno de estos se definen los atributos asociados y la estructura de datos en la que deben ser reportados.

En caso que la entidad territorial solicitante no cuente con la caracterización vial según lo mencionado, puede incluir dicha actividad para realizarla en el marco de ejecución como complemento al presente proyecto tipo.

Estudio topográfico

La información levantada en este estudio deberá estar georreferenciada al sistema Magna-Sirgas del IGAC y los puntos utilizados del sistema deberán ser certificados por dicho instituto mediante un sistema de posicionamiento global (GPS). En casos especiales podrá permitirse la georreferenciación a partir de navegadores GPS manuales.

Fotografía 1. Ejemplo estudio topográfico para el proyecto mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella en el municipio de Guadalupe, departamento de Antioquia



Fuente: Archivo DNP

El levantamiento topográfico debe contener todos los detalles de importancia existentes en la zona,

tales como las cercas, construcciones aledañas, accesos, bordes de vía, ríos, quebradas, torres de energía, postes de energía o alumbrado, redes, bancas, cunetas, alcantarillas, señales de tránsito y demás detalles que se encuentren dentro de la zona de influencia y tengan relevancia para el desarrollo del proyecto. Igualmente es importante que, previamente a la toma de detalles, se materialicen puntos de referencia (mojones de concreto) preferiblemente fuera del área de construcción, consistentes con el proceso de categorización de las vías a intervenir.

Los detalles descritos anteriormente deberán tomarse con estación total con cartera electrónica y en el estudio topográfico que se entregue junto con los planos del levantamiento, se deberá entregar los archivos en hoja de cálculo de los datos levantados de la estación y las carteras de campo correspondientes.

El resultado se deberá plasmar en planos de planta con los detalles existentes a una escala de 1:500 o 1:1.000, con las elevaciones representadas con curvas de nivel por cada metro y acotadas cada 5 metros. Los linderos, la identificación de los terrenos, predios y construcciones, la ubicación de las vías, caminos de acceso, el drenaje natural, la localización de fuentes de material y otras características especiales deberán ser señalados en este plano. De igual forma se debe presentar los perfiles longitudinales y transversales que muestren las pendientes reales del terreno, las obras de drenaje existentes, los elementos de contención y demás obras encontradas. Se recomienda asignar un abscisado único para cada vía a intervenir y mantener este abscisado posteriormente en el componente de diseño geométrico.

Estudio de suelos

Según el resultado del diagnóstico técnico es necesario identificar la calidad de los materiales que van a servir como fundación de las obras a proyectar. Específicamente se debe verificar la capacidad de soporte del material o capa que va a funcionar como subrasante para usar como

indicador de la calidad de la misma, en términos de su resistencia.

Según el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito, resultados menores al 3% de CBR, en el ensayo de Relación Suelo Soporte (Norma INVIAS I.N.V E-148), representan suelos blandos de baja calidad para una subrasante⁶. En el caso que se presente esta condición es necesario considerar procedimientos de mejoramiento o estabilización para el suelo o relleno analizado.

Adicional a la determinación de la resistencia, como parte del estudio, se deberán ejecutar como mínimo los siguientes ensayos de laboratorio para la caracterización de la subrasante del proyecto vial a estructurar:

- Límites de Atterberg.
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado INV E – 123 – 13.
- Relación de soporte del suelo en el terreno (CBR “in situ”) INV E – 169 – 13 o CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada INV E – 148 – 13.
- Relación humedad-densidad (Proctor).

La cantidad de sondeos y apiques y su profundidad deberá ser determinada según el criterio del especialista en particular para cada proyecto. A manera de recomendación se presentan los siguientes valores de espaciamiento y profundidad de apiques para evaluación de la subrasante, mostrados en la Tabla 2:

Tabla 2. Valores recomendados para estudio de suelos de caracterización de subrasante

Ítem	Valor (m)
Distancia recomendada entre apiques	250
Profundidad recomendada de apiques	1,5

Fuente: Elaboración DNP con base en proyectos estructurados mediante el proyecto de mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella

Se debe tener en cuenta que, como resultado del componente geológico y geotécnico del estudio de suelos del proyecto a estructurar, se deberá generar una propuesta de subdivisión de la longitud total del proyecto de tal forma que se determinen los tramos de características homogéneas y proponer las unidades de diseño para las cuales se realizará la evaluación de alternativas de mejoramiento. Con las conclusiones y recomendaciones del estudio, será posible modificar la distancia entre apiques mostrada en la Tabla 2.

Se debe contar con la ubicación de los apiques y caracterizaciones con perfiles estratigráficos en una copia del plano del levantamiento topográfico realizado con el abscisado preestablecido, con el respectivo registro fotográfico de los muestreos realizados en donde se pueda identificar que fueron realizados en la zona del proyecto. Además, se requiere contar con copia de la matrícula profesional del profesional encargado del estudio y su certificación de vigencia actualizada y los resultados de los ensayos realizados, así como las conclusiones y recomendaciones del estudio, firmados por el encargado de su realización.

Estudio de tránsito

Es necesario verificar los volúmenes vehiculares en los tramos a considerar para el proyecto, con el fin de identificar que la circulación de vehículos se mantiene en lo considerado como tránsito bajo para la implementación del proyecto tipo.

Para ello se deberán realizar aforos vehiculares en puntos definidos en el diagnóstico técnico con el objeto de medir los volúmenes de tránsito sobre el o los tramos del proyecto, en ambos sentidos de circulación.

Por la dinámica general del tránsito en

⁶ La Tabla 4.4 del Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías Con Bajos Volúmenes De Tránsito, publicado por el INVIAS contempla que valores del ensayo de CBR menores o iguales a 3%, se consideran suelos blandos, con comportamiento como subrasante: Malo.

vías terciarias rurales se proponen conteos simplificados en una estación específica en los periodos “pico” durante 10 horas continuas en dos días (uno típico y otro atípico) con la cual se pueda obtener el dato de tránsito de las 24 horas con uso de factores de expansión de periodo “pico” a día.

La información se deberá clasificar según tipo de vehículo que transita en cada sentido de circulación. Las tipologías vehiculares a

diferenciar corresponden a: autos, motos, microbuses, buses, camiones de dos ejes pequeño C-2P, camiones de dos ejes grande C-2G, camiones de 3 ejes C-3, camiones de 4 ejes C-4, camiones de 5 ejes C-5 y camiones de 6 o más ejes >C-6.

En la Figura 3, se muestra la clasificación según la tipología vehicular, la cual se deberá tener en cuenta para realizar los aforos vehiculares para el desarrollo del estudio de tránsito:



Fuente: Adaptación de MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO - INVIAS

El estudio de tránsito para este caso tiene dos objetivos principales:

- Estimar la demanda vehicular del tramo a intervenir para determinar el número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas, que transitarán en el periodo considerado de 5 años (ver Tabla 1) para realizar el diseño de la estructura de pavimento con las metodologías planteadas en el presente proyecto tipo.
- Determinar el vehículo de diseño con el que se plantearán las mejoras a la geometría vial en términos de mejoras de alineamiento horizontal y sobrecanchos requeridos, para garantizar el paso seguro de los vehículos que hacen uso de la vía.

Diseño geométrico

El diseño geométrico deberá considerar entre otros aspectos:

a. Alineamiento horizontal

Según el análisis cartográfico (curvas de nivel,

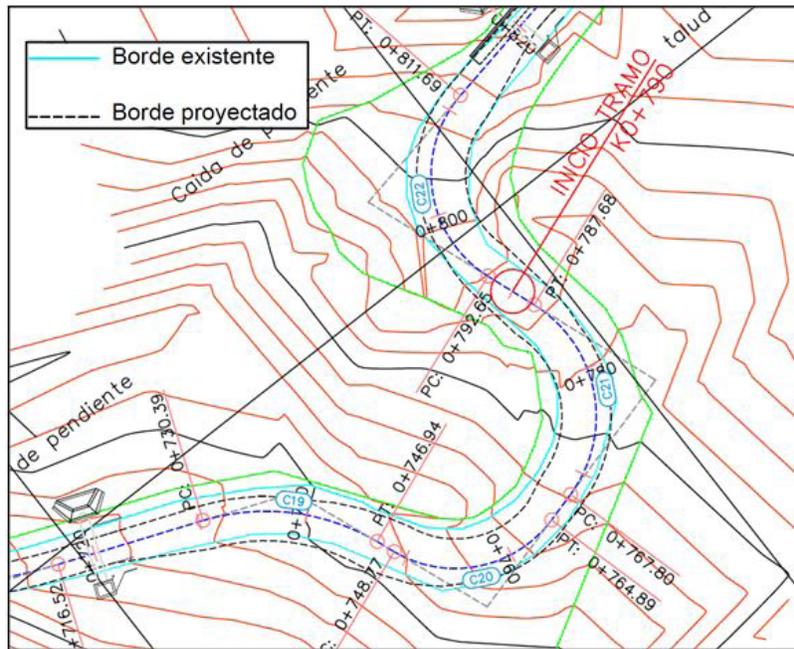
la vía existente, construcciones, redes y demás elementos descritos anteriormente), obtenido como resultado del levantamiento topográfico, se deberá realizar la caracterización del alineamiento horizontal actual de la vía a mejorar. Esto incluye realizar la caracterización de las curvas, incluyendo el radio y el tipo de curvatura.

Se deberá realizar también la caracterización para las entretangencias indicando la longitud de las mismas para contar con las herramientas adecuadas para formular un mejoramiento del alineamiento horizontal y vertical.

Es importante tener en cuenta que la propuesta de mejoramiento del alineamiento horizontal, deberá ceñirse lo más posible al eje horizontal de la vía existente para garantizar que la rectificación propuesta de curvas y entretangencias no genere mayor movimiento de tierras.

En la Figura 4, se muestra un ejemplo de una rectificación de una curva horizontal para un proyecto de mejoramiento de la vía.

Figura 4. Mejora de un alineamiento horizontal para el mejoramiento de una vía terciaria del Municipio de San José de la Montaña, en el Departamento de Antioquia. Federación de Municipios de Colombia - 2017



Fuente: Archivo DNP

b. Alineamiento vertical

Simultáneamente con el alineamiento horizontal se elaborará el alineamiento vertical (rasante definitiva). Para ello se deberán considerar los datos de la alternativa a implantar, condiciones geotécnicas y bancos de préstamo y botaderos, tipo y dimensiones de las estructuras y alcantarillas necesarias, incluyendo ubicación, tipo y rasante mínima y funcionamiento de drenaje y, cuando ello se requiera, cotas y sitios obligados de rasante requeridas por la necesidad de proteger la estructura de pavimento por inundaciones u otros requerimientos hidráulicos.

Tal como se indica en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS 2008, en la propuesta de mejoramiento del alineamiento vertical para el proyecto se deberá considerar que la pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas es de 0,5% como pendiente mínima deseable y 0,3%

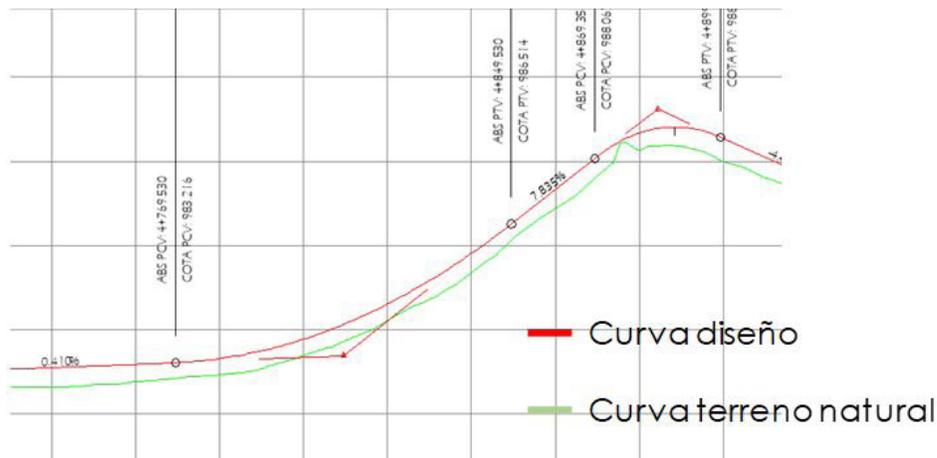
como mínima para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima.

En el diseño del mejoramiento del alineamiento vertical se debe tener en cuenta el criterio de frecuencia, intensidad de las lluvias y el espaciamiento de las obras de drenaje tales como alcantarillas y disipadores de energía.

Al igual que para la propuesta de mejoramiento del alineamiento horizontal, para el mejoramiento del alineamiento vertical, este deberá ceñirse lo más posible a la cota del terreno natural o de la vía existente para garantizar que la rectificación propuesta de curvas y entretangencias no genere mayor movimiento de tierras, sin afectar los criterios de diseño propios de vías terciarias.

En la Figura 5, se muestra un ejemplo de una rectificación de una curva horizontal para un proyecto de mejoramiento de la vía.

Figura 5 Mejora de un alineamiento vertical para el mejoramiento de una vía terciaria del Municipio de San José de la Montaña, en el Departamento de Antioquia. Federación de Municipios de Colombia - 2017



Fuente DNP

c. Secciones transversales

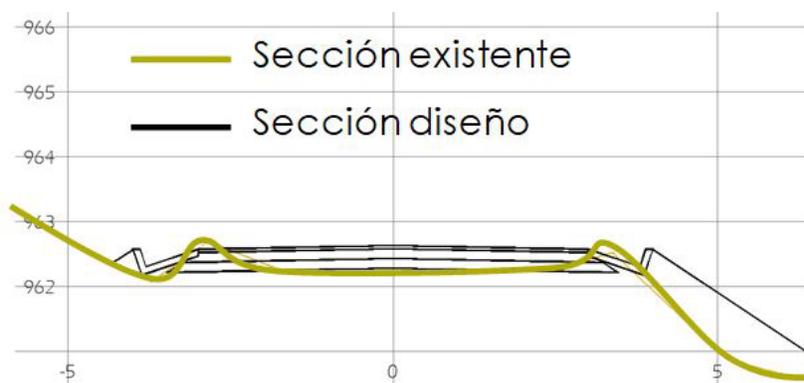
Con la sección transversal típica, el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical se generarán las secciones transversales, cada 10 metros, las cuales deberán involucrar el movimiento de tierra necesario para la implementación del proyecto, incluyendo la permanencia o retiro parcial o total de capas existentes. En esta etapa y durante el análisis de dichas secciones se complementará el estudio de muros, obras de drenaje, etc. De este proceso se obtendrán los volúmenes de corte y relleno para el proyecto, fundamentales para la determinación de las cantidades de obra y la elaboración del presupuesto.

debe determinar en el estudio de tránsito, es posible que en algunos tramos sea necesario considerar sobrecanchos en la sección transversal en puntos en los que se requiera el paso de vehículos de mayores dimensiones para que logren pasar al realizar un giro o que se presente una situación de dos vehículos circulando en sentidos contrarios por la vía a mejorar.

Para atender estas situaciones se requiere que se pueda disponer de un espacio adicional en la sección transversal de la vía para facilitar las maniobras mencionadas. Estas situaciones deberán ser consideradas en el diseño, específicamente en aquellos sitios en que las restricciones de espacio existentes no lo permitan.

Considerando el vehículo de diseño, el cual se

Figura 6 Mejora de una sección transversal para el mejoramiento de una vía terciaria del Municipio de San José de la Montaña, en el Departamento de Antioquia. Federación de Municipios de Colombia - 2017



Fuente: DNP

d. Planos planta-perfil y secciones transversales

El dibujo en planta deberá ejecutarse en escala 1:1.000 o 1:2.000, con todos los elementos del trazo y los detalles constructivos del proyecto horizontal tales como: abscisados, eje y anchos de la sección transversal diseñada, longitud y dirección angular (azimuts o rumbos) de tangentes, remates de inicio y fin (rampas), datos de curvas y referencias de los puntos de inflexión. Se debe incluir un cuadro de datos de curvas constructivas y de eje de proyecto y los datos de los elementos de curvas circulares. Finalmente deberán mostrarse las zonas de talud (corte y relleno) producto del diseño.

El dibujo en perfil deberá ejecutarse a la misma escala horizontal de la planta y escala vertical, preferiblemente reducida 10 veces para permitir apreciar mejor los desniveles de terreno y rasante proyectada.

La información que contendrán los planos será:

- a. Perfiles de terreno y rasante de diseño
- b. Diagrama de peraltes.
- c. Obras mayores y menores existentes y proyectadas (muros, puentes, alcantarillas, etc.)
- d. Información geológica y clasificación de suelos.
- e. Abscisado cada diez 10 metros.
- f. Cotas y perfil de terreno natural en color negro.
- g. Cotas de rasante de proyecto en color rojo.
- h. Pendientes longitudinales.
- i. Curvas verticales y abscisados de PCV, PIV y PTV.
- j. Elevaciones de N.A.M.E. en caso de cruces con ríos y arroyos.
- k. Cantidades de movimiento de tierra (corte y terraplén) cada cien 100 metros.
- l. Descripción de fuentes de material y zonas de disposición de materiales y escombros.

Los datos mínimos que deberán mostrar las secciones transversales son:

- a. Espesores determinados para la alternativa de mejoramiento en cada tramo a intervenir.
- b. Abscisado, cota de terreno y cota de rasante, áreas de corte y terraplén, pendiente transversal, distancia al eje y elevación de los hombros de la corona, así como de los cerros de corte y terraplén, talud en corte y terraplén, así como la cuneta, si fuere el caso.

Elementos de contención – taludes y terraplenes

Una vez revisado el diagnóstico técnico en la inspección preliminar y determinada la necesidad de considerar actividades para la estabilidad de taludes, el implantador podrá seleccionar el tipo de estructura a implementar de acuerdo con las propuestas incluidas en este proyecto tipo, disponibles en *La cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea* para su uso. En el caso que las condiciones del terreno no se ajusten a las alternativas indicadas en la cartilla antes mencionada, el implantador deberá incluir en el diseño, el tratamiento específico de cada zona de ladera o de terraplén que así lo requiera, según el criterio aplicado.

Tratamientos como cortes o rellenos, muros de contención, gaviones o uso de geosintéticos será necesario incluirlos en el diseño para buscar la sostenibilidad del mejoramiento de la vía a realizar.

En el caso de diseño de estructuras de concreto como elementos de cimentación, los lineamientos que debe tener el estudio del diseño estructural serán:

- a. Descripción básica
- b. Materiales
- c. Código y especificaciones

- d. Consideraciones de diseño
- e. Hipótesis de carga
- f. Parámetros geométricos
- g. Parámetros sísmicos de diseño
- h. Procedimiento de diseño de elementos
- i. Especificaciones de elementos no estructurales
- j. Datos de entrada
- k. Análisis de resultados
- L. Conclusiones y recomendaciones

- D. validación de diseños típicos de elementos
- E. diseño de elementos especiales
- F. conclusiones y recomendaciones

En este componente se adjunta un modelo de estructura típica de drenaje que considera un encofe, un descofe y una tubería de alcantarillado de 0,90 m, según el mínimo diámetro considerado en el manual de drenaje del INVIAS y una estructura típica de un box culvert en caso de requerirse para el tratamiento de un caudal específico de condición crítica.

Estudio hidrológico y diseño hidráulico para diseño de drenajes

La permanencia y proyección de obras de drenaje para la escorrentía superficial, así como su ubicación, será propuesta en el informe del diagnóstico técnico según el alineamiento vertical y horizontal, la identificación de puntos bajos, la entrega a cauces y las obras existentes. Estos estudios y diseños deben considerar los siguientes componentes:

a. Estudios hidrológicos

El documento debe contener:

- A. Resumen de la localización del proyecto
- B. Recopilación y análisis de la información existente
- C. Metodología
- D. Análisis de lluvias
- E. Análisis de caudales (cuando se requiera para el tratamiento de cauces existentes)
- F. Justificación de las fórmulas empleadas
- G. Aplicación de las teorías y métodos de predicción
- H. determinación de caudales para diseño hidráulico
- I. Conclusiones y recomendaciones

b. Diseño Hidráulico

Su finalidad es el diseño de estructuras de capacidad apropiada utilizando los caudales identificados en el estudio hidrológico. Como mínimo, el informe incluirá la siguiente información:

- A. Geomorfología – Dinámica Fluvial
- B. Hidráulica de obras
- C. Uso de programas de cómputo

Los anexos técnicos del presente proyecto tipo aplican solo para drenaje superficial. Para casos especiales de cauces menores, arroyos, quebradas o nacimientos de ríos, diferentes al manejo de la escorrentía superficial se deberá incluir la información hidrológica requerida en el presente acápite.

Gestión predial

El proyecto de mejoramiento de vías terciarias se ubica, normalmente, sobre una vía existente, y una de sus principales características es que se debe evitar, en lo posible, la afectación de predios privados por lo cual el diseño se ubica entre cercas o linderos existentes.

Fotografía 2. Construcción de placa huella en Charta (Pericos), Santander



Fuente: Archivo DNP

Lo anterior implica que no haya afectación predial. Sin embargo, en el evento de que el mejoramiento y su zona de influencia, afecte predios que son de propiedad privada, se optará por seguir el procedimiento descrito en la ley 1228 de 2008, por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

Manejo ambiental

Deben estar contempladas las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

Para el mejoramiento de vías terciarias a nivel ambiental se ejecutará un Plan de Adaptación de la Guía ambiental - PAGA; es importante mencionar que para la formulación del PAGA se deben tener en cuenta los parámetros establecidos en la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Subsector Vial del INVIAS (2011).

En cuanto a las fuentes de materiales, se debe contar con certificación de existencia de canteras u otras fuentes para el proyecto indicando lo siguiente: nombre de la cantera, ubicación, productos que ofrece y disponibilidad, descripción del proceso que realiza, permisos mineros y ambientales, precios y datos de contacto. Se requiere además contar con resolución de aprobación de la Corporación Autónoma Regional de la zona para el sitio de disposición de materiales y escombros propuesto para el proyecto.

Se precisa que el PAGA debe contener como mínimo la siguiente información:

- a. Generalidades
- b. Descripción del proyecto
- c. Descripción del área de influencia directa y caracterización ambiental
- d. Evaluación ambiental
- e. Programas de manejo ambiental
- f. Monitoreo y seguimiento ambiental
- g. Permisos ambientales
- h. Presupuesto
- i. Formatos
- j. Plan de contingencia ambiental

Elaboración de presupuestos, Análisis de Precios Unitarios - APU, programa de obra, memoria de cálculo de cantidades de obra

Los productos de este proceso serán:

- A. Cantidades de obra

- B. Detalle de cada APU del presupuesto
- C. Detalle de porcentaje de Administración, Imprevistos y Utilidades (AIU)
- D. Detalle de presupuesto de interventoría y factor multiplicador (se recomienda considerar un mes adicional en el presupuesto de interventoría para las actividades de recibo de obra y liquidación)
- E. Cronograma de obra
- F. Proceso constructivo.
- G. Especificaciones generales y particulares de construcción.

Elaboración de la documentación del proyecto con base en los requerimientos de la fuente de financiación escogida.

Al momento de desarrollar un proyecto de infraestructura vial, la entidad territorial debe considerar las siguientes actividades:

- **Categorización vial:** esta actividad hace referencia a identificar que el tramo vial objeto de estudio hace parte de una vía de tercer orden como se define en la ley 1228 de 2008.
- **Caracterización vial:** esta actividad hace referencia al levantamiento de información sobre el tramo de proyecto considerando la metodología general para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), planteada por el Ministerio de Transporte mediante la resolución 1860 de 2013, modificada por la resolución 1067 de 2015 y resolución 5574 de 2016.

Actualmente el plazo oficial para que las entidades territoriales reporten la información correspondiente a la categorización es el 30 de abril de 2018 según la resolución 1530 de 2017 y para la caracterización vial, es igualmente el 30 de abril de 2018 según la resolución 5574 de 2016.

Toda la documentación de proyecto debe ser firmada por los diferentes profesionales que intervinieron en los respectivos componentes, y recopilada de forma organizada de acuerdo a los requisitos de las fuentes de financiación seleccionadas para el proyecto, junto a las certificaciones y que tuvieron lugar.



6. Alternativa propuesta

Se propone el mejoramiento de la infraestructura vial con intervenciones lineales y puntuales en 1 km de vía terciaria.

En el caso de las obras lineales se consideran soluciones de mejoramiento para la estructura de pavimento la atención de necesidades tanto funcionales como estructurales de la red vial terciaria nacional, mediante el mejoramiento de la subrasante en caso de requerirse, la conformación de una capa de subbase, una de base y una capa de rodadura junto con la inclusión de cunetas y alcantarillas cada 100 m.

En el caso de las obras puntuales se plantea el uso de estabilizaciones geotécnicas comunes

con sistemas de contención como gaviones, muros de contención y muros de tierra con anclajes. Se consideran también soluciones complementarias al manejo de caudales específicos al proponer el uso de box culvert y disipadores de energía.

Las actividades principales que están asociadas al mejoramiento de la vía terciaria se listan a continuación:

1. Realizar obras preliminares
2. Implementar el mejoramiento de vías terciarias para la estructura de pavimento
3. Construir obras de drenaje
4. Construir obras de contención
5. Interventoría

Figura 5. Esquema general del proyecto tipo



Fuente: Elaboración DNP, imágenes KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

Las intervenciones denominadas lineales comprenden técnicas de mejoramiento para atender necesidades tanto funcionales como estructurales de la red vial terciaria nacional de uso y cuentan con especificaciones y normativa técnica aprobada por el Instituto Nacional de Vías -INVIAS-.

Dichas técnicas aprobadas para mejoramiento de vías terciarias de bajo tránsito y las cuales hacen parte del presente **PROYECTO TIPO** se enmarcan en dos grandes grupos de soluciones, a saber:

- **Soluciones estructurales:**
 - Estabilización con cemento
 - Estabilización con materiales bituminosos
 - Estabilización mecánica
- **Soluciones funcionales:**
 - Lechada asfáltica
 - Tratamiento Superficial Doble-TSD

Es importante aclarar la diferencia entre los dos tipos de soluciones, ya que las soluciones de tipo estructural están enfocadas en soportar las cargas relacionadas con el tránsito y las condiciones climáticas mientras que las soluciones funcionales están enfocadas en mejorar las condiciones de transitabilidad para garantizar un paso confortable y seguro para todas las tipologías vehiculares que transiten sobre las vías a mejorar.

Por otro lado, las intervenciones puntuales comprenden soluciones de drenaje y estabilización en puntos críticos; de aquí se desarrollaron tres intervenciones:

- Muros de contención.
- Alcantarillas.
- Box culvert.

Tipos de soluciones planteadas

Las propuestas de mejoramiento de vías terciarias se enmarcan en nueve (9) alternativas planteadas a continuación:

Tabla 3 Alternativas propuestas

Alternativa	Descripción solución	Especificación INVIAS
Alternativa 1	Base estabilizada con cemento Lechada asfáltica	Base estabilizada con cemento artículo 341 - 07 lechada asfáltica artículo 433 - 13
Alternativa 2	Base estabilizada con cemento + Tratamiento superficial doble	Base estabilizada con cemento artículo 341 - 07 tratamiento superficial doble artículo 431 - 13
Alternativa 3	Base estabilizada con emulsión asfáltica + Lechada asfáltica	Base estabilizada con emulsión asfáltica artículo 340 - 13 lechada asfáltica artículo 433 - 13 Base estabilizada con una mezcla asfáltica natural. (Especificación particular INVIAS Resolución 10099 del 27 de diciembre de 2017).
Alternativa 4	Base estabilizada con emulsión asfáltica+Tratamiento superficial doble	Base estabilizada con emulsión asfáltica artículo 340 - 13 tratamiento superficial doble artículo 431 - 13 Base estabilizada con una mezcla asfáltica natural. (Especificación particular INVIAS Resolución 10099 del 27 de diciembre de 2017).
Alternativa 5	Base estabilizada mecánicamente + Lechada asfáltica	Base granular artículo 330 - 13 lechada asfáltica artículo 433 - 13
Alternativa 6	Base estabilizada mecánicamente +Tratamiento superficial doble	Base granular artículo 330 - 13 tratamiento superficial doble artículo 431 - 13
Alternativa 7	Vía existente+Lechada asfáltica	Lechada asfáltica artículo 433 - 13
Alternativa 8	Vía existente Tratamiento superficial doble	Tratamiento superficial doble artículo 431 - 13
Alternativa 9	Placa huella	Guía de diseño de pavimentos con placa huella. (Resolución INVIAS 04401 del 17 de octubre de 2017).

*Nota: La placa huella se plantea como una alternativa de uso en tramos específicos donde se presentan sitios críticos o las condiciones topográficas del proyecto vial requieren la implementación de este tipo de medida, ya que está alternativa garantiza transitabilidad para pendientes > 10%.

Fuente: Elaboración DNP

En algunos casos el material disponible sobre la vía existente, podría ser utilizado como una de las alternativas. En este caso las alternativas 7 y 8 consideran esta condición.

A continuación, se profundiza en cada una de

las soluciones planteadas para la estructura de pavimento, exponiendo inicialmente los criterios de mejoramiento de la subrasante y lo considerado para las soluciones estructurales planteadas para la base y funcionales de la estructura de pavimento.

6.1. Criterio de mejoramiento de la subrasante

Como resultado de los ensayos de laboratorio para el estudio de suelos expuesto, una de las variables que establecerá la necesidad de requerir mejoramiento de subrasante es el CBR.

Para el presente **PROYECTO TIPO**, el diseño de la estructura para la vía terciaria a intervenir, recomienda que se contemple el mejoramiento de la subrasante cuando el CBR sea menor al 3%.

Cuando se evidencie que la subrasante tiene CBR menor al 3% en el o los tramos de proyecto se recomendará, mediante la ayuda de la herramienta anexa al presente proyecto tipo, apoyar las capas de las estructuras viales sobre una subrasante mejorada con un CBR mínimo del 4%.

Lo anterior con el fin de soportar de manera adecuada dichas capas durante el proceso de construcción de la estructura, debido a que, en vías terciarias con subrasantes de baja capacidad portante, se dificultan los procesos de compactación de las capas granulares de subbase y base y se pueden generar fallos estructurales tanto en la fase constructiva, como en el corto plazo de la fase de operación.

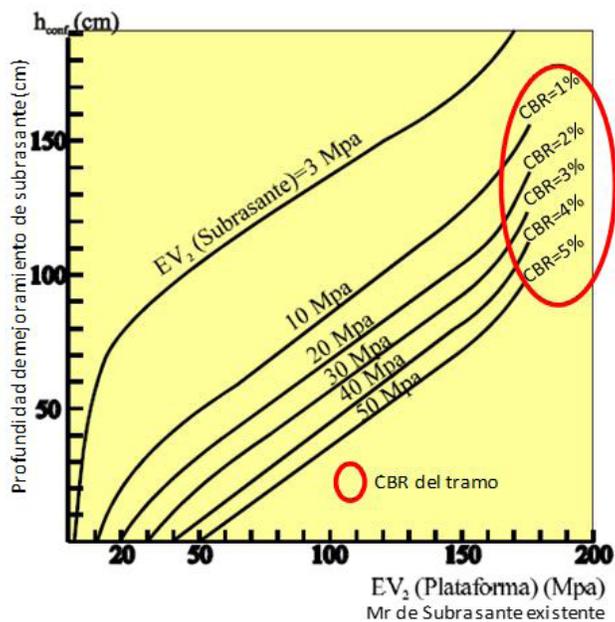
Por lo tanto, cuando en el estudio de suelos se reporte un valor de CBR menor a 3%, se recomienda mejorar parte de la subrasante, en los espesores estimados, mostrados en el nomograma de la Figura 6 con el cual se obtiene los datos de la Tabla 4:

Tabla 4 Espesores recomendados de mejoramiento de subrasante para alcanzar CBR de plataforma mínimo de 4%

CBR de subrasante existente (%)	Espesor de mejoramiento para alcanzar CBR objetivo de 4% (cm)
<1	45
1,0	30
2,0	10
2,9	5
3,0	0

Fuente: Elaboración DNP con base en figura tabla 13.1 página 522 del libro RONDÓN QUINTANA Hugo Alexander, REYES LIZCANO Fredy Alberto; pavimentos. Materiales, construcción y diseño; 1ª. Ed.; Bogotá: Ecoe Edicioe, 2015 608 p.

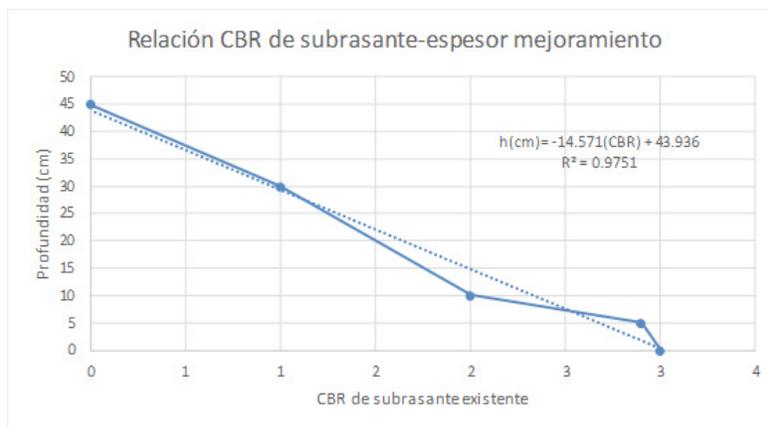
Figura 6. Relación de módulo resiliente de la subrasante existente con respecto al CBR objetivo para estimar profundidad de mejoramiento de subrasante



Fuente: RONDÓN QUINTANA Hugo Alexander, REYES LIZCANO Fredy Alberto; pavimentos. Materiales, construcción y diseño; 1º. Ed.; Bogotá: Ecoe Edicioe, 2015 608 p..

Considerando la relación de CBR de subrasante existente con el espesor de mejoramiento estimado para alcanzar CBR objetivo de 4%, se obtienen la siguiente relación mostrada en la Figura 7:

Figura 7. Relación CBR de subrasante existente-espesor mejoramiento



Fuente: Elaboración DNP con base en figura tabla 13.1 página 522 del libro RONDÓN QUINTANA Hugo Alexander, REYES LIZCANO Fredy Alberto; pavimentos. Materiales, construcción y diseño; 1º. Ed.; Bogotá: Ecoe Edicioe, 2015 608 p..

La expresión usada para determinar el espesor de mejoramiento de la subrasante, obtenida de la Figura 7 es:

$$h(\text{cm}) = -14.571(\text{CBR}) + 43.936$$

El método de mejoramiento de la subrasante, en la profundidad que se estime en el estudio

de suelos propuesto para el presente proyecto tipo es el mejoramiento de la subrasante con adición de materiales, el cual se describe en el Capítulo 2 Explanaciones Artículo 231-13 de las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS.

6.2. Subbase granular

Para todas las alternativas analizadas en el presente proyecto tipo, se contempla la implementación de una subbase granular clase C con especificación definida en el artículo 320 – 13 de las especificaciones INVIAS vigentes.

Son los tratamientos a la base granular los que pueden variar para el planteamiento de las alternativas de la Tabla 3 y que se exponen a continuación.

6.3. Soluciones estructurales

El mejoramiento de la capacidad estructural del material existente sobre un proyecto de vía terciaria se puede lograr mediante diferentes tipos de soluciones de estabilización, ya sea por medio de la incorporación de elementos estructurales externos al mismo suelo, aprobados por la normativa técnica colombiana o por el aporte de capas de nuevo material.

La estabilización de un suelo consiste en la modificación de sus propiedades mediante la adición y el mezclado de algún aditivo externo dentro de su composición, para que su desempeño mecánico, su comportamiento

frente a la acción del agua y su durabilidad alcancen como mínimo valores aceptables para que el suelo estabilizado pueda soportar las condiciones de carga a los cuales estará sometido por la acción del tránsito estimado en el estudio respectivo.

Por lo general, la estabilización de un suelo se logra mediante la incorporación de aditivos que alteran en forma directa las propiedades químicas del mismo suelo. Para el caso que ocupa al presente proyecto tipo, se hará énfasis en los aditivos aprobados por normativa técnica del INVIAS, a saber: (i) cemento portland y (ii) ligantes bituminosos.

Base granular

Se incorpora en el presente análisis, la posibilidad de realizar estabilización mecánica mediante la combinación del suelo de la subrasante natural de baja capacidad portante, con agregados pétreos de cantera para mejorar la granulometría del suelo y de esta manera su respuesta mecánica al comportamiento frente a la carga del tránsito y al intemperismo, cuando los centros de producción de los

productos considerados para la estabilización, mencionados anteriormente se encuentran alejados del centro de gravedad del proyecto vial a estructurar.

La adición de capas de nuevo material sobre el suelo existente en la vía, hace que los niveles de esfuerzo producidos por las cargas del tránsito se reduzcan a niveles admisibles.

Estabilización con cemento

El cemento mezclado íntimamente con el suelo desarrolla una red de enlaces durante las reacciones de hidratación que proporciona a dicha mezcla, mayor capacidad portante y

adicionalmente mejora la respuesta al contacto con el agua.

El empleo de cemento portland en el

mejoramiento de la base granular es una de las técnicas más difundidas y sobre las que existe mayor experiencia, debido a la ventaja que tienen los suelos tratados con cemento, con relación al notable incremento de la resistencia mecánica de los materiales granulares utilizando esta técnica de estabilización.

Sin embargo, también presenta algunas limitaciones como la aparición de grietas de contracción, lo cual depende del contenido de cemento y del carácter fino y plástico del suelo. En el acápite Criterios de selección del tipo de estabilizante apropiado, se definen los criterios de selección de cada una de las alternativas de estabilización teniendo en cuenta las características del suelo "in situ" que se utilice para la conformación de la subrasante para el

proyecto, como resultado del estudio de suelos expuesto en acápite anteriores.

El cemento puede actuar con suelos finos poco plásticos o con suelos granulares, teniendo como restricción el contenido de materia orgánica, el de sulfatos y la plasticidad.

El mecanismo de estabilización de base con cemento, se describe en el Capítulo 3 Afirmados, Subbases y Bases Artículo 350-13 y Artículo 351-13 de las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS 2013

En la Fotografía 3, se muestra parte del proceso de la estabilización de una base granular con cemento:

Fotografía 3. Proceso de estabilización con cemento



Estabilización con ligantes bituminosos

Conceptualmente, las emulsiones se pueden emplear en varios tipos de suelos, pero su reacción química es diferente. En los suelos gruesos, que son en donde se usa por lo general esta metodología de estabilización, la función de la emulsión consiste en proporcionar cohesión, incrementando la resistencia mecánica y la durabilidad, en tanto que en suelos finos no plásticos o de baja plasticidad ($IP < 10\%$) pueden utilizarse para dar impermeabilidad y reducir su vulnerabilidad al agua.

Una de las ventajas del uso de ligantes bituminosos para estabilización de materiales granulares es la reducción en el acarreo de pétreos, por cuanto no se requiere material granular seleccionado, pudiéndose así usar material de la zona, dependiendo de sus propiedades, tal como se mostrará más adelante.

Cuando los materiales bituminosos se emplean como agentes estabilizantes de los suelos, tienden a producir distintos efectos según el

tipo de suelo que deba estabilizarse.

Sobre estas bases, según el Highway Research Board (2010), existen 4 tipos de estabilización bituminosa de uso común, y de acuerdo con la composición física del suelo disponible en cada caso y la función del asfalto incorporado, las designa de la siguiente forma:

- a) Suelo-asfalto: es un sistema de suelo cohesivo a prueba de agua (impermeabilizado). Normalmente se utiliza como sellante y tratamiento superficial, sin aporte estructural.
- b) Arena-asfalto: es un sistema en el cual las arenas de río, que cumplen determinadas condiciones mínimas de estabilidad, son cementadas con material bituminoso.
- c) Estabilización granular impermeabilizada: es un método constructivo mediante el cual la

mezcla granular que posee buena graduación de partículas de gruesas a finas, es cementado e impermeabilizado mediante la distribución uniforme de pequeñas cantidades de asfalto. Esta es la estabilización bituminosa que se busca para esta alternativa en el presente **PROYECTO TIPO**.

d) Suelo-aceitado (o emulsionado): es una superficie de camino de tierra o grava resistente al agua y a la abrasión del tránsito mediante la aplicación asfaltos diluidos de curado lento y medio, o emulsiones asfálticas de rotura lenta. Al igual que el suelo-asfalto, se utiliza como sellante y tratamiento superficial, sin aporte estructural.

Los tipos de ligantes bituminosos que se contemplan en esta metodología de estabilización se muestran en la Figura 8:

Figura 8. Tipos de ligantes bituminosos



Fuente: Fernando Sánchez Sabogal Presentación Módulo 8 LIGANTES BITUMINOSOS

El mecanismo de estabilización de base con ligantes bituminosos, se describe en el Capítulo 3 Afirmados, Subbases y Bases Artículo 340-13 de las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS para el caso

de emulsión asfáltica.

En la Fotografía 4, se muestra parte del proceso de la estabilización de una base granular con cemento:

Fotografía 4. Proceso de estabilización con ligante bituminosos



Fuente: <https://www.emaze.com/@ATTQWLQQ/Untitled>

Estabilización mecánica

La estabilización mecánica es una técnica de mejora basada en la mezcla de material granular seleccionado con propiedades complementarias, de forma que su mezcla con el suelo de subrasante natural del tramo de la vía terciaria a mejorar, ofrece la posibilidad de obtener un nuevo material de mayor calidad y de mejor capacidad portante.

Las propiedades que se pretenden mejorar con este tipo de estabilización son principalmente

(i) la plasticidad con el fin de reducir la susceptibilidad del material granular en contacto con el agua y (ii) la granulometría, lo que permite mejorar la respuesta a las cargas de tránsito y facilita el proceso de compactación en la fase constructiva.

En la Fotografía 5, se muestra parte del proceso de la estabilización mecánica con adición de material granular seleccionado:

Fotografía 5. Proceso de estabilización mecánica con material granular



Fuente: Archivo DNP

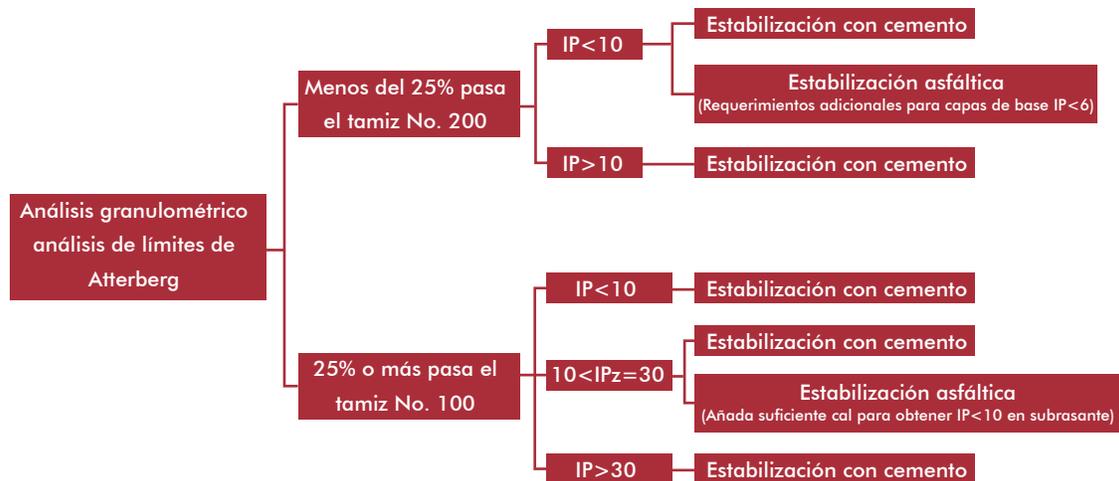
Criterios de selección del tipo de estabilizante apropiado

La herramienta adjunta al presente proyecto tipo de mejoramiento de vías terciarias, tiene como uno de los criterios de evaluación para la selección de alternativas planteadas en la Tabla 3, la plasticidad del suelo y el porcentaje de material que pasa tamiz No. 200, con el fin de usar el criterio planteado por Currin et. al, 1976

y complementado por Mallela et al., 2004 para la determinación del tipo de estabilizante basado en los dos criterios mencionados anteriormente.

En la Figura 9, se muestra un flujograma de toma de decisión del tipo de estabilizante apropiado:

Figura 9. Determinación del tipo de estabilizante apropiado basado en el pasa tamiz 200 y el IP.



Fuente: (Currin et al., 1976 en Mallela et al., 2004)

Dicho esquema de toma de decisión del tipo de estabilizante está programado en la herramienta como parte de la matriz multicriterio de selección de alternativa, la cual se explicará en el instructivo de la herramienta anexo al presente documento.

Sin embargo, se aclara que la herramienta sirve como elemento orientador que da un orden

de elegibilidad dentro de las alternativas del proyecto tipo y propone la mejor alternativa. Sin embargo, se aclara que, si la alternativa obtenida con el uso de la herramienta de este proyecto tipo no se adapta a las condiciones particulares del proyecto de mejoramiento vial, se deberá justificar las razones técnicas del cambio de alternativa.

6.4. Soluciones funcionales

Los sellos y tratamientos asfálticos que constituyen las soluciones funcionales propuestos en el presente proyecto tipo cumplen, entre otros, con los siguientes fines:

- Proveer una superficie de rodadura de características físicas similares a las de un pavimento flexible.
- Suministrar resistencia a las fuerzas

abrasivas del tránsito y del ambiente.

- Sellar y proteger la capa inferior.
- Mejorar la seguridad al suministrar una superficie con una mayor resistencia al deslizamiento.
- Proteger las capas subyacentes del ingreso de humedad, previniendo pérdidas de resistencia.
- Prevenir la pérdida de grava y material grueso expuesto.
- Generar ahorros en los costos de operación vehicular.

Los métodos que se plantean en el presente **PROYECTO TIPO** como soluciones funcionales son:

- **Lechada asfáltica:** es un sello de mezcla que está compuesta por: agregado fino (tamaño máximo = 10 mm), emulsión asfáltica, relleno mineral (si se requiere) y agua. Las lechadas se aplican sobre superficies que aún conservan su valor estructural y portante⁷.

Fotografía 6. Proceso de aplicación de lechada asfáltica



Fuente: Archivo DNP

- **Tratamiento superficial doble - TSD:** es la aplicación de dos tratamientos superficiales simples; el segundo se realiza con árido de dimensiones inferiores a las empleadas en el primero. Un tratamiento

superficial simple consiste, en la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie seguido de la extensión y apisonado de una capa de árido.

Fotografía 7. Proceso de aplicación de TSD



Fuente: Archivo DNP

⁷ Especificación Generales de construcción de carreteras. Artículo 433-13

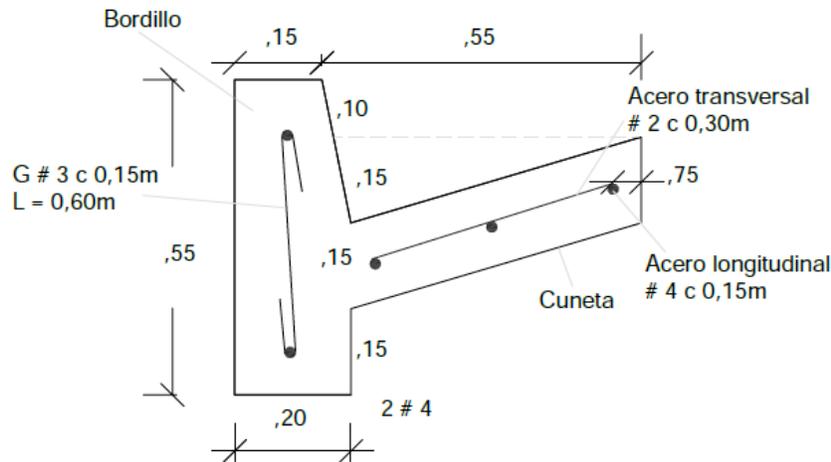
6.5. Drenaje aguas superficiales

Cunetas

El manejo de drenaje de la escorrentía superficial se llevará a cabo mediante una o dos cunetas, según sea el caso, ubicadas cada una

en los extremos laterales de la vía a mejorar; estas presentarán acorde a lo usualmente implementado para este tipo de disposición, una sección triangular según el esquema presentado a continuación:

Figura 8. Detalle berma cuneta



Fuente: Modelo INVIAS

Alcantarillas

Las alcantarillas se usan generalmente tanto como drenes transversales para drenar el agua de cunetas (tipo poceta-aleta) como para dar continuidad a un cauce natural que atraviesa transversalmente la vía. Cualquiera que sea el caso, sus dimensiones deben ser validadas entre los expertos hidráulicos e hidrólogos.

Los drenajes naturales necesitan contar con tubos de suficiente diámetro como para permitir el flujo esperado más una capacidad de holgura para evitar taparse con escombros o material arrastrado.

Se recomienda considerar el paso de fauna acuática para ser tenido en cuenta en el diseño del diámetro de tubería. La descarga dependerá del área de drenaje de la cuenca de captación, de las características del escurrimiento, de la

intensidad de la precipitación de diseño, y del periodo de retorno (frecuencia) de la tormenta de diseño.

Para el diseño de alcantarillas típicamente y sin perjuicio de lo que identifiquen los expertos en cada proyecto específico, se utiliza un evento mínimo de tormenta de 20 años.

Con respecto al drenaje de las cunetas en el presente proyecto tipo se considera que dicho drenaje fluye por gravedad hacia pocetas y descoles ubicados en modelo típico con una tubería de 0,90 m incluyendo un descole cada 100 m, en las secciones en tangente o a un costado según los peraltes de la vía.

Las pocetas o cajas colectoras son un tipo de estructura de entrada de las alcantarillas, que captan las aguas provenientes de cunetas de corte, cunetas en separadores, bajantes

o filtros, permitiendo su cruce bajo la vía donde desaguan atendiendo los criterios de minimización de impactos y de socavación en la corriente receptora. Adicionalmente, las cajas colectoras confinan la vía y dan estabilidad al extremo de la tubería al actuar como contrapeso ante posibles fuerzas de subpresión.

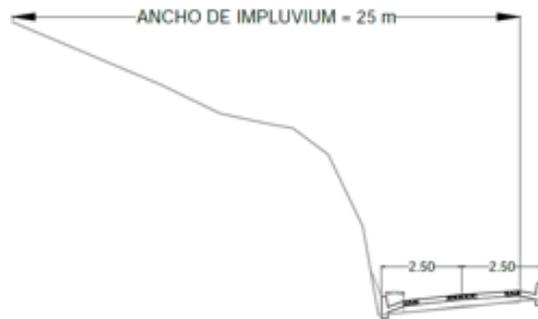
El espaciamiento de estos elementos corresponderá a un análisis que parte del estudio hidrológico, el estudio topográfico y el diseño geométrico para la definición de la ubicación de las obras de drenaje transversal. Se anexan a este documento unos modelos que expresan las distancias utilizando criterios de precipitación de la zona, áreas de drenaje, intensidad de las lluvias y pendientes longitudinales de las vías

a mejorar definidas en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella del INVIAS.

En el anexo técnico mencionado se muestra la relación calculada por el INVIAS con relación a las longitudes de cuneta en función del tipo de terreno que atraviesa la vía, el ancho de impluvium (ancho del área tributaria de la cuneta mostrado en esquema de la Figura 11), su ancho de corona, el coeficiente de escorrentía y la intensidad de la lluvia en la zona del proyecto.

Para el presente proyecto tipo se plantea la implementación de cunetas en concreto hidráulico en toda la longitud del o los tramos a intervenir.

Figura 11. Esquema del ancho del impluvium como parámetro de diseño de cunetas para vías terciarias



Fuente: Documentos INVIAS

La intensidad de la lluvia se deberá calcular con base en la familia de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia elaboradas a partir de los datos históricos de la precipitación máxima en 24 horas y de la duración de la lluvia y el período de retorno que el ingeniero hidrólogo considere apropiados. En la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella del INVIAS, se incluyen propuestas de estas gráficas para definir la longitud de cunetas y así mismo el espaciamiento entre alcantarillas.

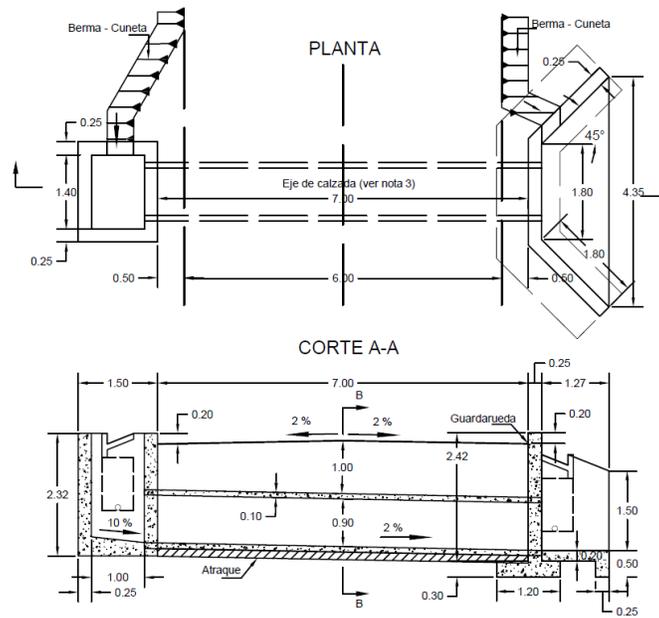
La longitud máxima de la cuneta mostrada en la

Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella del INVIAS, representa el espaciamiento máximo entre alcantarillas y los valores consignados sido calculados para el caso crítico en que la pendiente longitudinal de la vía sea la mínima es decir de 0,5%.

En la Figura 12 se muestra el detalle de las alcantarillas a considerar en el proyecto vial. Dichos esquemas se encuentran en los planos en formato dwg. anexos al presente proyecto tipo:

Alcantarilla tipo poceta-aleta

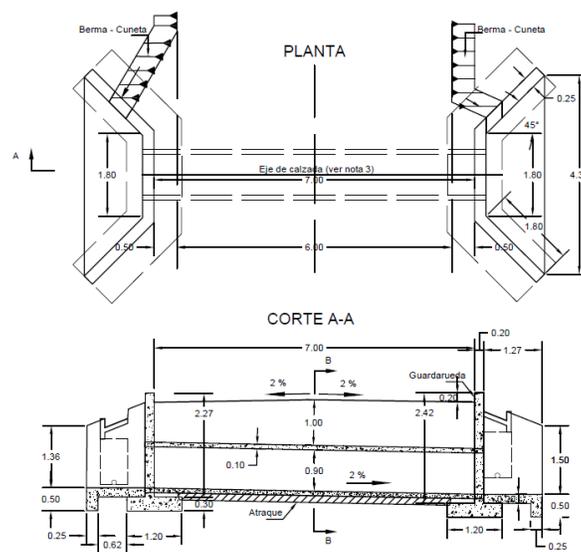
Figura 12. Detalle alcantarilla tipo poceta-aleta



Fuente: CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA INVIAS 2016

Alcantarilla tipo aleta-aleta

Figura 13. Detalle alcantarilla tipo aleta-aleta



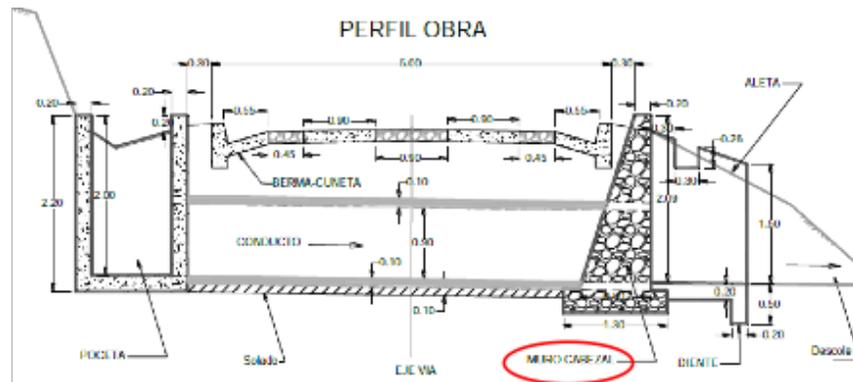
Fuente: CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA INVIAS 2016

Es válido aclarar que la alcantarilla tipo poceta-aleta es la que normalmente se usa para drenar el flujo de las cunetas al cauce natural mientras que las alcantarillas tipo aleta-aleta se utilizan para dar continuidad a un cauce natural que atraviesa transversalmente la vía.

Se considera la construcción de cabezales de concreto en todas las descargas de los sistemas

de drenaje superficial de las vías a mejorar, ya que ellos protegen de daño las tuberías de descarga, previenen la erosión del talud y facilitan la localización de los desagües para las futuras operaciones de mantenimiento. El extremo de la tubería de descarga deberá quedar perfectamente acoplado al cabezal. En la Figura 14 se muestra el detalle del muro de cabezal.

Figura 14. Detalle Cabezal de salida con aletas tipo



Fuente: Guía de diseño de pavimentos de placa huella INVIAS

En las fotografías 8 y 9 se muestra un registro fotográfico de alcantarillas típicas usadas en vías:

Fotografía 8. Ejemplo alcantarilla poceta-Aleta. Detalle poceta



Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales
Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

Fotografía 9. Alcantarilla en vía de bajos volúmenes de tránsito



Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

Box culvert

El box culvert es una estructura típicamente formada con cajones de concreto reforzado que al igual que las alcantarillas, son implementadas para dar continuidad a un cauce natural que atraviesa transversalmente la vía.

Sin embargo, a diferencia de las alcantarillas, estas estructuras son lo suficientemente grandes

para garantizar el paso con seguridad del caudal de diseño anticipado, para un periodo de retorno entre 20, 50 y hasta 100 años, a diferencia de las alcantarillas cuyo periodo de retorno para su diseño es de hasta 20 años.

En la Fotografía 10 y Fotografía 11 se muestra un registro fotográfico de diferentes tipos de Box Culvert:

Fotografía 10. Box culvert típico en vías de bajos volúmenes de tránsito



Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

Fotografía 11. Box culvert típico en vías de bajos volúmenes de tránsito



Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

Disipadores de energía

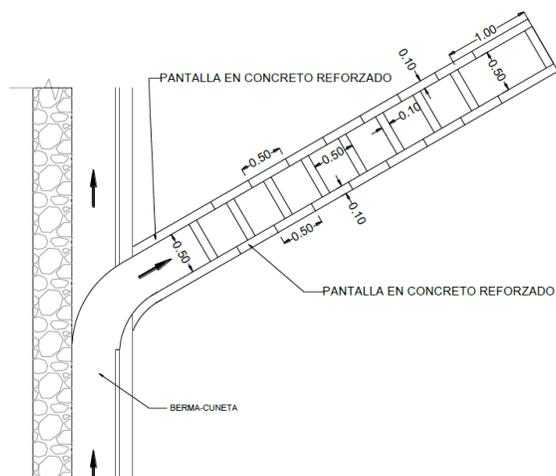
El objetivo de los disipadores de energía es reducir parte de la energía cinética en un flujo de escorrentía para evitar el riesgo de socavación y arrastre de material en las zonas de ladera y taludes a los lados del proyecto vial.

Para el presente proyecto tipo se plantea el uso de disipadores de energía de tipo rápidas

escalonada cuyo principio hidráulico es reducir gradualmente la energía cinética del flujo por el impacto con los escalones y entregar al cauce natural o cuneta sin riesgo de socavacion.

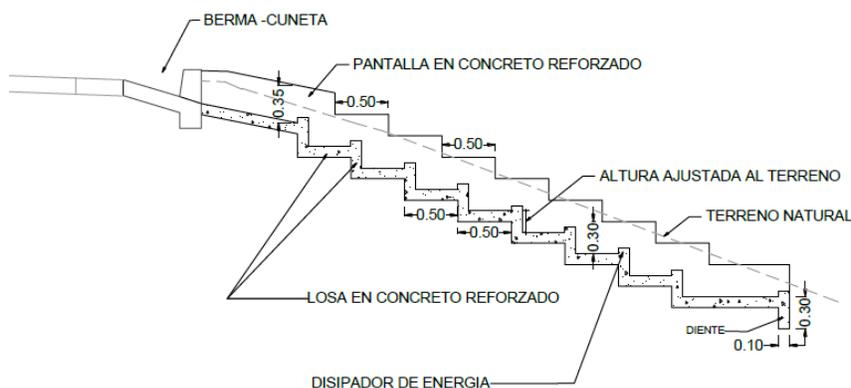
En la Figura 13, Figura 14 y Fotografía 12 se muestra el esquema de los disipadores de energía contemplados en el presente proyecto tipo:

Figura 15. Disipador de energía de tipo de tipo rápidas escalonada en planta



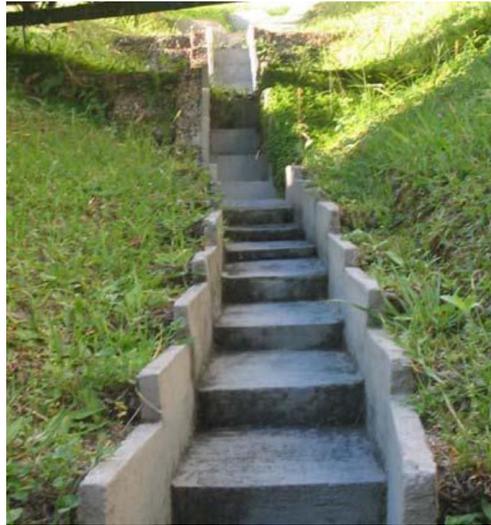
Fuente: Guía de diseño de pavimentos de placa huella INVIAS

Figura 16. Disipador de energía de tipo de tipo rápidas escalonada en perfil



Fuente: Guía de diseño de pavimentos de placa huella INVIAS

Fotografía 12. Disipador utilizado en el presente proyecto tipo



Fuente: Guía de diseño de pavimentos de placa huella INVIAS Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

6.6. Obras de estabilización de contención

Dentro de las obras contempladas para garantizar la estabilización de taludes en proyectos de mejoramiento de la red vial terciaria, con base en la Cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea INVIAS 2016, se incluyen las siguientes:

- Muros de contención en concreto de corona.
- Muros de contención en concreto de dentellón en base o de pata.
- Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto.
- Muros prefabricados en gavión.

A continuación, se detallan brevemente las especificaciones y ámbitos de uso de cada una de estas estructuras:

Muros de contención en concreto de corona

El primer tipo de muro analizado corresponde a un muro de corona con relleno horizontal y sobrecarga viva y es utilizado para contener una determinada altura de relleno inestable. Son muros con gran masa que estructuralmente resisten el empuje a través de su propio peso y con el peso del suelo que se apoya en ellos.

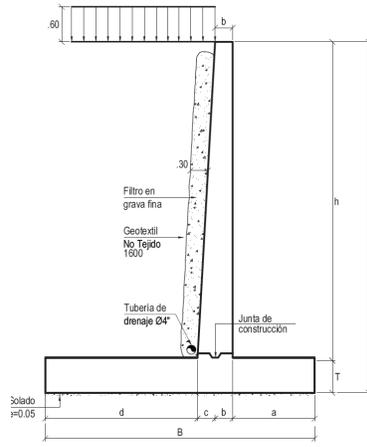
Debido a que estos muros se diseñan para soportar la presión de tierra, el agua debe eliminarse con diversos sistemas de drenaje adaptados a la estructura que pueden ser tuberías colocadas atravesando la pantalla vertical o subdrenajes colocados detrás de la pantalla cerca de la parte inferior del muro.

Si el terreno no está drenado adecuadamente se puede presentar presiones hidrostáticas ascendentes que pueden generar inestabilidad al

muro. Las pantallas de concreto en estos muros son por lo general relativamente delgadas, su espesor corresponde aproximadamente una relación 1/10 con respecto a la altura del muro y depende de las fuerzas cortantes y momentos

flectores originados por el empuje de tierra que se determinen en el estudio geotécnico. En la Figura 17 se muestra un esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona:

Figura 15. Esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona



Fuente: CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA INVIAS 2016

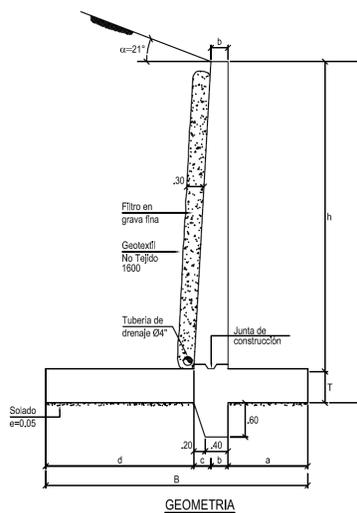
Muros de contención en concreto de dentellón en base o de pata

Tienen el mismo ámbito de aplicación que los muros anteriormente mencionados salvo que los muros con dentellón en base o conocidos también como muros de pata se utilizan en caso

de que el terreno a estabilizar no cumpla con la estabilidad al volcamiento o con las presiones de contacto, o ambas.

En la Figura 18 se muestra un esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de pata:

Figura 18. Esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona



Fuente: CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA INVIAS 2016

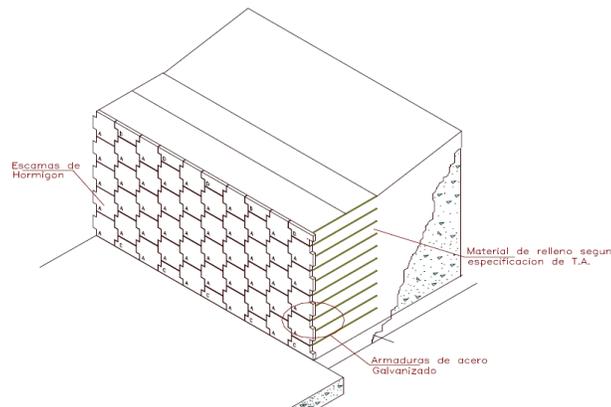
Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto

La tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto es una tecnología que consiste en la estabilización mecánica de un terraplén por medio de la incorporación ordenada de bandas de refuerzo al interior de un relleno granular compactado. La importancia de este tipo de muro consiste en brindarle cohesión al suelo, de modo de actuar disminuyendo el empuje de tierra que tiene que soportar el muro.

La fase constructiva es fundamental ya que como se tratará posteriormente se tiene que ir compactando por capas de pequeño espesor para darle una mayor resistencia al suelo.

En la Figura 19 se muestra un esquema general en tres dimensiones de muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto:

Figura 19. Esquema general en tres dimensiones de muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto



Fuente: Manual montaje de muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto

Muros prefabricados en gavión

El muro gavión es un elemento con forma de caja o cesta forma prismática rectangular constituido por alambre de acero con recubrimiento metálico (o con recubrimiento metálico y recubrimiento posterior de PVC) de triple torsión, con huecos hexagonales. El enrejado de malla hexagonal cumple con la función de absorber los esfuerzos de empuje del suelo.

Los gaviones permiten una adecuada respuesta a múltiples necesidades y se obtiene rapidez en la ejecución y posibilidad de trabajo aún en condiciones climáticas adversas.

En la Fotografía 12 se muestra este tipo de muro de contención:

Fotografía 12. Muro de contención en gavión



Fuente: <http://www.civilexcel.com/2012/02/disenio-de-gaviones-muro-de-contencion.html>



6.7. Características de la zona a intervenir

El sitio escogido para la construcción de las soluciones planteadas deberá cumplir con algunas condiciones que garanticen la sostenibilidad del proyecto y la estabilidad del terreno que soportará los elementos, mientras que a los usuarios les brinde las condiciones apropiadas para la circulación.

En términos generales se deberá evitar intervenir en terrenos con afectaciones de

carácter geológico específicamente en lo relacionado con movimientos de remoción en masa, traslacionales o rotacionales, con el fin de garantizar la durabilidad de las obras en el tiempo.

Se deberá considerar sobreanchos en aquellos sitios en que se requiera para el caso de curvas o zonas que se necesite permitir el paso de dos vehículos al tiempo.

6.8. Especificaciones generales y particulares

Cada actividad de obra que sea susceptible de medición, determinación de cumplimiento de requisitos de calidad y pago, debe ser identificada con un ítem único, los materiales o insumos que se requieren, el equipo y maquinaria, la forma de ejecución de los trabajos, las condiciones para el recibo de las obras con sus criterios de calidad, la determinación de la unidad de medida y forma de pago. Este proceso permite configurar la especificación de cada actividad de obra.

Para el caso del sector transporte, el INVIAS ha desarrollado especificaciones generales de construcción de carreteras, adoptadas por el ministerio de transporte que son de uso generalizado en la estructuración de proyectos de infraestructura vial y que son base para la elaboración de este proyecto tipo. Para su uso se requiere siempre la versión vigente publicada según las actualizaciones que realice el instituto y un análisis en que se verifique si las condiciones planteadas en la especificación general coinciden con las previstas para el proyecto.

En caso que el estructurador de un proyecto

de infraestructura contemple una actividad que no coincida con una especificación general en su totalidad o que no está incluida en las especificaciones generales deberá crear una especificación particular para la actividad a incluir, con el contenido descrito en la primera parte de este numeral.

Todas las actividades deben contar con especificación, con las mismos nombres y descripciones que aparezcan en los análisis de precios unitarios de obra y deben aparecer igual en la descripción del presupuesto. La numeración o identificación por códigos es opcional.

Con base en lo descrito en el documento de especificaciones de construcción, se llevará a cabo la ejecución del proyecto y será el constructor el encargado de cumplir los requisitos de calidad definidos en las especificaciones y realizar todas las mediciones, verificaciones, ensayos que así lo comprueben, implementar el plan de calidad de ejecución de las obras, garantizar su trazabilidad y la de los procesos de control.



6.9. Proceso constructivo

Es el conjunto de fases sucesivas o traslapadas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura, en este caso, un kilómetro teórico de mejoramiento de vía terciaria.

A continuación se presenta un diagrama el proceso constructivo básico teniendo en cuenta que los proyectos podrán tener aspectos propios que significará realizar otras actividades no planteadas en este diagrama.

figura 18. Proceso constructivo



Fuente: elaboración propia.

Los aspectos técnicos que se describen a continuación deberán ser corroborados con el resultado del estudio de suelos y el diagnóstico técnico del área en donde se va a implementar el proyecto.

Realizar obras preliminares

Dentro de estas actividades se encuentran aquellas necesarias para empezar la ejecución de la obra, tales como: localización y replanteo,

conformación de la calzada existente, demolición de obras existentes (si se requieren).

Localización y replanteo

Previamente a la iniciación de las obras de

construcción se deberá efectuar el replanteo del eje de la infraestructura contratada. Este replanteo se hará a partir de los puntos y referencias materializados en la etapa de implementación.

Fotografía 13. Placa-Huella antes del inicio de construcción Guacharacas (Bolívar)



Fuente: Archivo DNP.

La referencia planimétrica será el sistema de coordenadas empleado para el levantamiento del terreno y la referencia altimétrica se hará a partir de la cota de los puntos de amarre (BM).

La localización y replanteo corresponden a las actividades de la administración de la ejecución, por lo que se incluye en los costos directos del proyecto tipo.

Para evitar pérdidas del eje u otros elementos del proyecto por efecto de las mismas obras, el constructor deberá colocar en campo a su cuenta y riesgo, nuevas referencias fuera del área de trabajo que le permitan materializar el eje cada vez que sea necesario.

Terminada la construcción del proyecto se deberá elaborar el plano de obra construida o "as Build" o plano "récord" con las mismas especificaciones de los planos de diseño. Los planos deberán registrar el proyecto tal como fue construido incluyendo el proyecto de diseño y las modificaciones realizadas con aprobación. Estos planos deberán ser elaborados por el contratista a su exclusivo costo y previo a la liquidación del contrato.

Los planos récord deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de su elaboración y se debe entregar en medio físico y en medio digital (formato de archivo de dibujo .dwg) junto con copia de las memorias y carteras topográficas.

Fotografía 14. Localización y replanteo



Fuente: <http://www.manacacias.com/topografia-en-vias-rurales-nueva-estrategia-de-la-administracion-municipal/>

Realizar obras preliminares

Dentro de estas actividades se encuentran aquellas necesarias para empezar la ejecución de la obra tales como: conformación de la calzada existente, excavación mecánica, mejoramiento de la subrasante, demolición de obras existentes (si se requieren).

Implementar el mejoramiento de vías terciarias para la estructura de pavimento

Excavación mecánica en material común a nivel de subrasante

Comprende el retiro de material común así como escombros, residuos, mezcla, etc. de la zona a intervenir demarcada en la localización del proyecto que se va a construir. Va hasta las cotas de diseño de la capa que se va a usar como subrasante y puede incluir la carga y retiro de sobrantes.

Conformación de la subrasante

Es necesario verificar la calidad de los materiales que van a servir como fundación de las obras a proyectar. Específicamente se debe revisar la capacidad portante del material o capa que va a funcionar como subrasante, para determinar la calidad de la misma. Según las especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras del INVIAS, resultados menores al 3% en el ensayo de relación de soporte del suelo en el laboratorio (Norma INVIAS I.N.V E-148), caracterizan suelos blandos de baja calidad

para comportamiento como subrasante⁸. En el caso que se presente esta condición es necesario considerar procedimientos de mejoramientos o estabilización para el suelo o relleno analizado según las especificaciones señaladas en dicho documento.

Mejoramiento de la subrasante

En el caso de resultados del ensayo de Relación Suelo Soporte mayores al 3%, la capa que vaya a ser considerada como subrasante deberá ser objeto de una conformación previa para uniformizar la superficie que recibirá la capa de relleno granular en subbase. Esta conformación se logra con un procedimiento de escarificado, extensión, conformación y compactación simple. En caso de encontrar espacios de pérdida de espesor, se podrá utilizar material de la misma conformación o si no se cuenta con él se podrá utilizar un relleno de características similares para reemplazar el faltante.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, cargue, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, para obtener la sección típica prevista.

Lo anterior deberá estar ceñido a las especificaciones del INVIAS para el caso del capítulo 2 Explanaciones y capítulo 3 Afirmados, Subbases y Bases.

Fotografía 15. Acondicionamiento de la superficie



Fuente: Archivo DNP

⁸ La Tabla 4.4 del Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, publicado por el INVIAS contempla que valores del ensayo de CBR menores o iguales a 3%, se consideran suelos blandos, con comportamiento como subrasante: Malo.

Implementar el mejoramiento de vías terciarias para la estructura de pavimento

Subbase granular

Suministro, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie debidamente preparada, en una o más capas, de acuerdo con los alineamientos del estudio de suelos y dimensiones que se indiquen en los planos generales del proyecto hasta completar el espesor de 15 cm. Lo anterior deberá estar ceñido a las especificaciones del INVIAS para el caso del capítulo 2 Explanaciones y capítulo 3 Afirmados, Subbases y Bases.

Base estabilizada con materiales bituminosos

Los métodos constructivos para realizar la estabilización con materiales bituminosos pueden dividirse en dos (2) métodos recomendados para vías terciarias:

1. Mezcla en vía con elementos comunes.
2. Mezcla en vía con plantas mezcladoras en tránsito.

Esta clasificación deriva del sistema o equipo empleado para realizar la mezcla del árido con el material bituminoso. Esta clasificación deriva del sistema o equipo empleado para realizar la mezcla del árido con el material bituminoso. En las mezclas en la vía con elementos comunes, las mismas pueden elaborarse mediante la ayuda de la motoniveladora.

Las etapas constructivas correspondientes a la estabilización con material bituminoso son las siguientes:

1. Preparación de la mezcla de suelo y arena.
2. Incorporación de la emulsión y mezclado.
3. Aireación de la mezcla.
4. Compactación.

Lo anterior deberá estar ceñido a las especificaciones del INVIAS para el caso del capítulo 3 Afirmados, Subbases y Bases. 340 Base estabilizada con emulsión asfáltica.

Base estabilizada con cemento

Las etapas constructivas correspondientes a la estabilización con cemento son las siguientes:

1. Preparación del terreno, limpieza de granular existente y retiro de sobre tamaños
2. Compactación de la subrasante y subbases
3. Distribución del cemento.
4. Mezcla del suelo con el cemento mediante el uso de un tracto rotativo hasta obtener un material homogéneo y con el espesor correcto en la sección de la vía.
5. Uso de motoniveladora y vibrocompactador para llegar al nivel de espesor de los diseños.
6. Curado del suelo cemento

Lo anterior deberá estar ceñido a las especificaciones del INVIAS para el caso del capítulo 3 Afirmados, Subbases y Bases. 350 Suelo-Cemento y 351 Base tratada con cemento.

Base estabilizada mecánicamente

Para esta alternativa la conformación de las subbases y la base el material se extenderá en capas de espesor uniforme de tal manera que permita obtener el grado de compactación exigido y un espesor máximo de capa de 0,15 m medido después de la compactación.

En ningún caso el espesor de las capas debe ser inferior a 0,10 m ni superior a los 0,20 m. Si el espesor del material es superior a los 0,20 m se deberá implementar en dos capas o más procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a 0,10 m.

Si el espesor instalado del material granular en rasante supera los 15 cm se debe realizar el ensayo de densidad por el método de cono y arena y como resultado la densidad deberá no ser inferior al 95% de la densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Modificado (norma de ensayo INV E-142). Si esto no se cumple deberá escarificarse y compactarse para lograr dicha compactación en, al menos, la profundidad indicada.

Compactación: una vez que el material de base o subbase tenga la humedad apropiada se conformará y compactará hasta alcanzar una densidad mínima del 95% de la densidad máxima obtenida del ensayo Proctor Modificado (norma de ensayo INV. E-142 del INVIAS).

La compactación de los materiales se realizará de acuerdo con el plan y equipo propuesto por el encargado del proyecto y aprobado por la Interventoría durante la fase previa de chequeo. Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de drenaje no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de base o subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

Excavación manual

Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones manuales necesarias para la construcción de las cajas de recolección de acuerdo con las líneas, pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo. Por regla general, se realizan donde no es posible realizarlo por medios mecánicos. Puede incluir cargue y retiro de sobrantes.

Concreto hidráulico para estructuras

Una vez construidas las cunetas será necesario construir las obras hidráulicas de recolección del agua. Se considera el manejo de caudales a través de cajas de recolección de concreto hidráulico ubicadas cada 100 m, capaces de alojar en una de sus caras una tubería de 0,9 m de diámetro.

Estos elementos serán en el mismo concreto hidráulico de las placas y se verificará el cumplimiento de sus características de calidad según lo definido en las especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras⁹.

Acero figurado de refuerzo para caja

Los requisitos de estos elementos deben corresponder con lo especificado en el artículo INVIAS 640¹⁰. Las varillas de acero para refuerzo suministradas deberán ser nuevas, de calidad certificada, sin defectos, dobladuras o curvas.

Excavación manual para cabezales y tubería

Movimiento de tierras en volúmenes pequeños y a poca profundidad bajo la rasante necesarios para la construcción de los cabezales de

⁹ Capítulo 6 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS; Estructuras y Drenajes

¹⁰ Acero de Refuerzo

descarga e instalación de la tubería. Por regla general, se realizan donde no es posible realizarlo por medios mecánicos. Puede incluir cargue y retiro de sobrantes.

Concreto hidráulico para estructuras

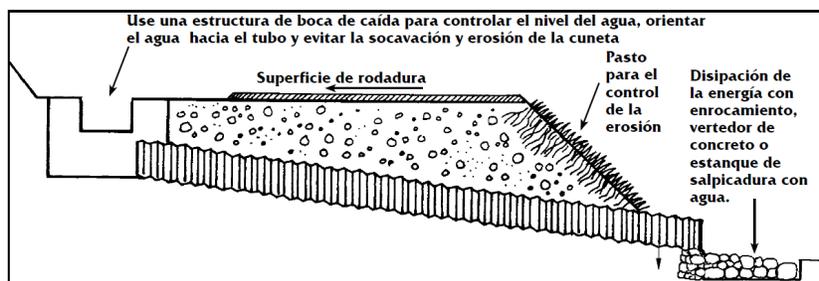
Cada 100 m es necesario disponer de cabezales para el desagüe de caudales presentes en la vía ya sea por escorrentía o por cauces menores; su construcción se hará con concreto de resistencia a la compresión de 210 kg/cm² y acorde con los detalles descritos en planos. Se deben

considerar las cotas de las cajas de recolección y la posterior entrega de las aguas recogidas.

Alcantarilla

El tubo de drenaje transversal se deberá colocar idealmente en el fondo del relleno, la entrada se recomienda proteger con una estructura de boca de caída o cuenca de captación, y la zona de descarga se debería proteger contra la socavación, tal como se observa en la Figura 21:

Figura 21. Recomendaciones de instalación de alcantarillas



Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

El material de apoyo por debajo del tubo no debe contener rocas de más de 3,8 cm de diámetro. Se podrá usar suelo arcilloso siempre que se compacte con un contenido de humedad aproximadamente igual a la humedad óptima.

El material ideal para relleno es un suelo granular bien graduado o una mezcla de grava

y arena bien graduada con no más del 10% de finos y libre de fragmentos de roca.

En la figura 22, se muestra un esquema de la recomendación de garantizar en la instalación mínimo 30 cm de material granular compactado para evitar aplastamiento por el tránsito:

Figura 22. Instalación recomendada para alcantarillas



Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales

Box culvert

Considerar de acuerdo al estudio hidrológico si es necesario realizar desvío temporal del cauce para construir el box culvert. El tramo vial que quede debajo de la estructura se deberá hacer con un equipo de compactación menor para no afectar la estructura a construir.

Los pasos constructivos para la implementación de un box culvert son los siguientes:

- Excavación mecánica en sitio de instalación.
- Construcción de filtro y solado.
- Armada de formaletas e instalación de hierros.
- Instalación de aceros de refuerzo de parrilla inferior para placa de soporte.
- Instalación de hierros placa superior.
- Instalación de formaletas.
- Vaciado, armado y vibrado del concreto.
- Estructura de concreto terminada.

Se recomienda primero conformar las capas granulares y luego realizar la excavación ya que se puede usar las paredes como formaleta.

Adicionales

Demolición de obras existentes

En el caso de existir una estructura que no vaya a ser parte del proyecto, se deberán ejecutar las demoliciones indicadas en los planos o las que se consideren para la realización de la obra.

Además de ejecutarlas de acuerdo con las normas vigentes de seguridad, se deberán realizar todas las acciones preventivas necesarias para evitar accidentes de las personas que tengan incidencia directa con la obra.

Construcción de obras de contención

Para los muros de contención en concreto de corona y los muros de contención en concreto de dentellón en base o de pata, se deberá seguir los siguientes pasos constructivos:

- Realizar la excavación.
- Considerar que al realizar la excavación se debe proteger las paredes laterales.
- Realizar la conformación de la subrasante donde se va a implementar el muro.
- Fundir la solera de base la cual no es un elemento estructura y cumple con la función de obtener una superficie nivelada y lisa.
- Fundir la zapata y muela de junta de construcción de la zapata y el muro sobre la solera.
- Armar la formaleta vertical y los aceros de refuerzo para la pieza del muro.
- Fundición de la pieza del muro.
- Instalar geotextil y tubería de drenaje que canalice el flujo a la cuneta.
- Conformación rellenos de la parte de atrás del muro por capas.

Para los muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto, se deberá seguir los siguientes pasos:

- Excavar el volumen de tierra requerido para la caja necesaria para colocar las armaduras en toda su longitud, considerando trabajos previos de drenajes o mejoramientos según proyecto.
- Trazar y colocar de la solera, la cual tiene como función obtener una superficie nivelada y lisa que facilite el apoyo e instalación de la primera fila de paneles de concreto.
- Montaje de la primera línea de paneles de concreto en toda la longitud del tramo, considerando un desaplome hacia el relleno del muro y estabilizando con apuntalamiento, cuñas y prensas de madera.
- Relleno de la primera capa de material hasta primera línea de conectores.
- Compactación del relleno.

- Instalación primera línea de refuerzos o pletinas.
- Relleno de la capa sobre línea de refuerzos.
- Compactación del relleno.
- Colocación de segunda línea de placas. Estas son fijadas a las placas que se encuentran fijas con prensas de madera y cuñas.
- Se repite el ciclo hasta llegar a las placas de coronamiento del muro.

Se debe tener en cuenta que los paneles de concreto pueden ser fundidos “in-situ” o llevados a la obra prefabricados.

Muros prefabricados en gavión.

- Realizar excavación.
- Por ser modulares se recomienda ubicarlos de forma entabada.
- Garantizar conformación de rellenos que protegerán el muro de gavión.
- Garantizar condiciones de drenaje.

6.10. Interventoría y supervisión del proyecto¹¹

Interventoría

La interventoría consiste en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del

contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la entidad territorial.



¹¹ Artículo 83 de la Ley 1474 de 2011 “Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública”.

7. Presupuesto y cronograma



Los valores aquí referenciados tienen como base proyectos ejecutados en el país. En ningún caso son los valores reales o finales del proyecto propio de cada entidad territorial. Los precios deben ser corroborados y ajustados a las necesidades reales (actividades, medición y cantidades de obra) del proyecto tipo a implementar.

En todos los casos los análisis de precios unitarios (APU) y los costos indirectos deben incluir los rendimientos de las actividades, cubrir los costos de materiales y sus desperdicios comunes, aditivos y los controles de calidad propios para cumplimiento de requisitos (ensayos y topografía), mano de obra, prestaciones sociales, impuestos, tasas y contribuciones decretados por el gobierno nacional, departamental o municipal, herramientas, maquinaria o equipos, transportes de materiales, regalías, obras temporales, obra falsa (formaletas), aceros de amarre y soporte, servidumbres y todos los demás gastos inherentes al cumplimiento del contrato como los gastos de administración, imprevistos y utilidades del constructor.

Las actividades que se utilizan para el mejoramiento de vías terciarias fueron complementadas con actividades no previstas que regularmente se presentan en los proyectos similares y que con frecuencia son objeto de

ajuste de los mismos durante la construcción. El presupuesto final, porcentajes cuantificación de la administración, imprevistos y utilidades (AIU), interventoría (administrativa, técnica y financiera) y supervisión son de carácter teórico y buscan dar una idea a la entidad territorial de la cantidad estimada de recursos a invertir. Puede que las necesidades reales de la entidad territorial contemplen o no actividades aquí descritas y algunas no estén presentes en este presupuesto.

En cuanto a los materiales, aquellos proyectos cuya localización se aleja de las fuentes de la zona, regularmente tienen incrementos asociados a la disponibilidad de producto que cumpla las especificaciones de calidad como gradación, limpieza, dureza, etc.

Sobre la mano de obra del proyecto, los precios difieren en las diferentes regiones del país, por lo cual es necesario ajustar el proyecto a los precios correspondientes en la zona de implementación.

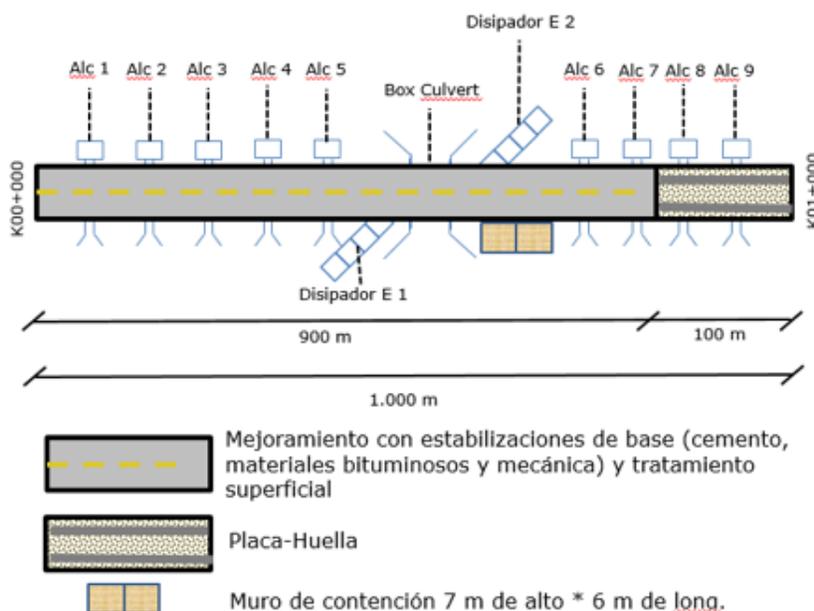
En todo caso se debe optimizar estos procesos mediante el uso de vehículos para el transporte de materiales y en caso de usar equipos para la conformación de la subrasante, reducir los tiempos de uso de los mismos programando la mayor intervención en longitud durante la disponibilidad del equipo.

7.1. Presupuesto

A continuación, se muestra el presupuesto para el mejoramiento de un tramo de vía terciaria de un tramo recto de 1 km con la aplicación

de precios del año 2017 y las características se detallan a continuación:

Figura 20. Intervención tipo de mejoramiento de vías terciarias



Fuente: Elaboración DNP

- 900 m de mejoramiento con estabilizaciones de base (cemento, materiales bituminosos o estabilización mecánica el que se determine en el estudio) y tratamiento superficial (tratamiento superficial doble o lechada asfáltica; el que se determine en el estudio).
- 100 m de placa huella en tramos con pendientes longitudinales superiores a 10%.
- Nueve (9) alcantarillas, un (1) box culvert, dos (2) dissipadores de energía, un (1) muro de contención de 7 m de alto * 6 m de longitud para estabilización de taludes, seleccionado entre cinco (5) tipologías de muros de contención. Todos estos modelos tomados de los contenidos del documento preliminar, en proceso de aprobación,

“cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea” del INVIAS.

La longitud considerada para el análisis es de 1 km y un ancho estándar de 4,6 m de ancho de calzada considerando cunetas revestidas en concreto de 0,7 m a lado y lado para un total de ancho de estructura de 6 m.

Este presupuesto modelo debe ser ajustado según los requerimientos de obra de acuerdo a las características propias de las vías, así como el caso de los precios de los insumos, maquinaria y equipo, transporte y mano de obra.

Tabla 5. Presupuesto del proyecto

Nombre del Proyecto		MEJORAMIENTO DE VÍAS Terciarias				
Código del Proyecto						
Objetivo General del Proyecto		Mejorar la intercomunicación terrestre de una parte de la población rural de la entidad territorial				
Causa directa (1)	Objetivo específico (1)	Producto	Unidad de medida	Actividad	Costo total (Incluye AIU)	
Deterioro de las vías terciarias del municipio	Mejorar vías terciarias del municipio	Vía terciaria mejorada	km	Realizar obras preliminares	\$ 14.648.400	
				Implementar el mejoramiento de vías terciarias para la estructura de pavimento	\$ 369.404.298	
				Construir obras de drenaje	\$ 335.745.876	
				Construir obras de contención	\$ 31.765.134	
				Desarrollar la interventoría del proyecto	\$ 53.100.375	
		Costo Total Construcción				\$ 804.664.083
		Servicios de mantenimiento	Número	Mantenimiento general	\$ 1.070.000	
		Limpia obras de drenaje	\$ 1.070.000			
Costo de mantenimiento anual				\$ 2.140.000		
Causa directa (2)	Objetivo específico (2)	Producto	Unidad de medida	Actividad		
Deficiente mantenimiento	Mejorar el mantenimiento en vías terciarias	Plan de administración	Número	Planear y administrar las vías mejoradas	\$ 1.926.000	

Fuente: Elaboración propia

7.2. Presupuesto de la interventoría

La interventoría requiere la realización de un presupuesto específico para la determinación del monto. La entidad territorial puede definir el alcance de la interventoría en cuanto a los medios de verificación y control y calidad de las obras por lo que estas actividades deben ser incluidas en el presupuesto específico de la gestión de la interventoría, que debe contemplar no solamente la trazabilidad de la verificación y control propias de sus actividades, sino también las medidas y controles de seguimiento al control de calidad que realice el constructor a las actividades de obra, según se defina en las especificaciones del mismo.

Según el análisis preliminar realizado se identificó un valor promedio de aproximadamente \$53.000.000 (precios de 2017).

Para el caso de la supervisión, en caso

de que no la realice la misma entidad, se podrá contratar un profesional a través de la modalidad de prestación de servicios. Estas funciones en promedio se han determinado en valores de \$ 1.689.262 por mes (precios de 2017).

En ambos casos los valores deben ser determinados con base en el análisis que desarrolle la entidad territorial según las características propias, junto con la determinación del presupuesto específico. Estos valores podrán ser incluidos en el presupuesto del proyecto.

Se recomienda considerar un mes más de desarrollo de las actividades tanto de interventoría como de supervisión para garantizar la realización de los procesos finales relacionados con los contratos.

8. Cronograma

Tabla 6. Cronograma

Descripción de la actividad	Duración (días)	Precedencias	MES1				MES2				MES3				MES4			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12				
Realizar obras preliminares	45		■	■	■	■	■											
Implementar el mejoramiento de vías terciarias para la estructura de pavimento	60	1					■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Construir obras de drenaje	30	2							■	■	■	■	■					
Construir obras de contención	15	3									■	■						
Desarrollar la interventoría del proyecto	120		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia

Notas:

1. Las actividades planteadas coinciden con las actividades de la cadena de valor definida para el mismo. En el presupuesto del proyecto se usan como capítulos.
2. El presente cronograma de actividades corresponde a actividades de obra resumidas en capítulos. El encargado de la implementación definirá la duración de las actividades complementarias y deberá definir la duración de la obra con base en las actividades incluidas en este modelo y las que considere para incluir como complementarias, necesarias para la adecuada ejecución de las obras.
3. Se plantean duraciones estimadas de obra para cada capítulo con base en programas reales de obra estimados con tiempos de desarrollo normales, para el caso de proyectos similares los rendimientos planteados en los APU y las cantidades del proyecto tipo.

4. Será responsabilidad del implementador el considerar tiempos pesimistas, normales u optimistas para la determinación del cronograma de obra que será usado para establecer el plazo de ejecución del contrato de obra correspondiente y la duración estimada de las actividades, según las características propias de cada entidad territorial.
5. Cada entidad territorial definirá si incluye o no el requerimiento de la presentación de un cronograma de obra ajustado al plazo propuesto al adjudicatario del contrato, o si usa la propuesta para el control de avance y ejecución de las actividades correspondientes.
6. Las precedencias presentadas en este cronograma son ilustrativas y no reemplazan el criterio a aplicar por parte del implementador al determinarlas con base en rendimientos de los APU, el planteamiento de holguras o retrasos, dependencias entre las actividades planteadas.

9. Operación y mantenimiento

Las actividades a considerar para la operación (administración) de la vía terciaria mejorada, se pueden enmarcar principalmente en la programación de los diferentes tipos de mantenimiento (preventivo, periódico y correctivo).

Con la designación de funciones para una persona con perfil técnico administrativo, que podrá estar incluida dentro del organismo de planeación o de infraestructura de la entidad territorial, se podrán realizar las actividades administrativas correspondientes.

Tabla 7. Costos estimados de operación

Actividad	Frecuencia (veces por año)	Personal	Monto estimado por mes (pesos)	Dedicación	Monto Total (pesos)
Programación de mantenimientos de la red vial terciaria a cargo de la entidad territorial	Permanente	Técnico administrativo	1.605.000	10%	160.500

Fuente: Grupo de Estructuración.



La zona de aplicación tendrá aspectos propios los cuales pueden no estar incluidos en este listado.

Las actividades a considerar para el mantenimiento de las obras de la vía terciaria mejorada, se pueden ordenar en tres grupos específicos: mantenimiento preventivo, periódico y correctivo (atención de emergencias).

Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento comprende obras programadas con intervalos variables de tiempo, destinadas a mantener las condiciones y especificaciones del nivel de servicio original de la vía. Puede incluir: limpieza de obras de drenaje, sellos o reparación de menor escala como tratamientos superficiales para desprendimientos, lechadas, etc.

Mantenimiento periódico

Corresponde todas las actividades necesarias para solucionar los problemas de fallas superficiales y en algunas ocasiones aumentar la vida útil de los elementos de las actividades de mejoramiento contempladas en este proyecto. Puede incluir sello de fisuras en elementos de placa de concreto hidráulico, ciclópeo o cunetas, entre otros.

Mantenimiento correctivo (atención de emergencias)

Para atender las emergencias y conservar las obras construidas, se hace necesaria la ejecución de trabajos tendientes a superar

situaciones que no permitan el uso del tramo de vía mejorado en condiciones de seguridad física para el tránsito, en el menor tiempo posible y llevar a cabo las actividades que sean del caso para evitar o minimizar las restricciones al uso de la vía.

Las actividades generales de atención de emergencias pueden ser necesarias por

pérdida de banca por sismo, falla, evento de lluvia o inundación o avalancha, derrumbes, sobrecargas (cargas extra dimensionadas) y puede incluir demolición y reconstrucción de placa huella, reparación o reconstrucción de obras de drenaje, placas de concreto hidráulico o de ciclópeo, reconstrucción de capa granular.

Tabla 8. Costos estimados de los mantenimientos para un kilómetro de mejoramiento

Tipo de Mantenimiento	Frecuencia (veces por año)	Monto estimado (pesos)	Monto estimado (pesos)
Preventivo	2	535.000	1.070.000
Periódico	1	1.070.000	1.070.000
Correctivo (reposición eventual del elemento afectado)	Capa de Relleno	Según los precios del proyecto	

Fuente: grupo de estructuración de proyectos

Es importante asociar el presente esquema de operación y mantenimiento con esquemas de vinculación de asociaciones comunales del municipio del proyecto, tales como

Juntas de Acción Local, Asociaciones Publico Cooperativas y demás modalidades de asociaciones con el fin de vincular a la población que habita en la zona de influencia.

Anexos

A modo indicativo, se anexan esquemas generales en formato digital que complementan lo aquí descrito de forma gráfica.

1. Herramienta de selección de alternativa para mejoramiento de vías terciarias.
2. Instructivo de manejo de selección de alternativa para mejoramiento de vías terciarias.
3. Esquemas de Guía de diseño de pavimentos de placa huella.
4. Modelos de diseño de obras de contención de INVIAS.

Bibliografía.

- Manual de drenaje para carreteras 2009. INVIAS
- Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. INVIAS.
- Pavement Design and Materials (Papagiannakis & Masad, 2008).
- TM 5-822-13/AFJMAN 32-1018 Pavement Design for Roads, Streets and Open Storage Areas, Elastic Layered Method (Joint Departments of the Army and Air Force, 1994).
- RONDÓN QUINTANA Hugo Alexander, REYES LIZCANO Fredy Alberto; avimentos. Materiales, construcción y diseño; 1ª. Ed.; Bogotá: Ecoe Edicioe, 2015 608 p..
- Kim, D., and N. Z. Siddiki. Simplification of Resilient Modulus Testing for Subgrades. Publication FHWA/IN/JTRP-2005/23. Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University, 2005.
- Consideration of Lime-stabilized Layers in Mechanistic-empirical Pavement Design (Mallela, Von Quintus, Smith, 2004).
- Stabilized Base Properties (Strength, Modulus, Fatigue) for Mechanistic-Based Airport Pavement Design (Arellano & Thompson, 1998).
- Technical Guideline: Bitumen Stabilized Materials . A Guideline for the Design and Construction of Bitumen Emulsion and Foamed Bitumen Stabilized Materials (CSIR Asphalt Academy, 2009).
- Barbod, B. & Shalaby, A. Laboratory Performance of Asphalt Emulsion Treated Base for Cold Regions Applications, Conference of the Transportation Association of Canada (2014).
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Normas de Ensayo de Materiales del Instituto Nacional de Vías de Colombia (2013).

Con el apoyo de:



Programa Nacional de Servicio al Ciudadano

Luz Patricia Cano Muñoz
Ana Milena Cáceres Castro
Brigitte Marcela Quintero Galeano
Rosa Valentina Aceros García

**DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE LA VÍA QUE DEL MUNICIPIO DEL
LÍBANO TOLIMA CONDUCE A LA VEREDA DE SANTA TERESA ENTRE LOS
KILÓMETROS 5 Y 6**

Proyecciones

Año	Inflación (Y)	X	Y=a+bx
2011	3.73	-4	
2012	2.44	-3	$\Sigma y_1 = 11.77$
2013	1.94	-2	$n = 4$
2014	3.66	-1	
2015	6.77	1	
2016	5.75	2	
2017	4.09	3	$\Sigma y_2 = 19.79$
2018	3.18	4	$n = 4$
2019	6.95	5	
2020	7.45	6	

$$a = \frac{\Sigma y_1 + \Sigma y_2}{n_1 + n_2} = 3.945$$

$$b = \frac{\Sigma y_2 - \Sigma y_1}{n_1(N - n_2)} = 0.50125$$

$$5 \quad Y = a + bx = 6.953$$

$$6 \quad Y = a + bx = 7.454$$

**DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE LA VÍA QUE DEL MUNICIPIO DEL LÍBANO
TOLIMA CONDUCE A LA VEREDA DE SANTA TERESA ENTRE LOS KILÓMETROS
5 Y 6**

Proyecciones			
Año	Ventas (Y)	X	Y=a+bx
2005		-4	
2006		-3	$\Sigma y_1 = 0.00$
2007		-2	n= 4
2008		-1	
<hr/>			
2009		1	
2010		2	
2011		3	$\Sigma y_2 = 0.00$
2012		4	n= 4
2013		5	
2017		9	
	a=	$\Sigma y_1 + \Sigma y_2 / n_1 + n_2$	0.00
	b=	$\Sigma y_2 - \Sigma y_1 / n_1 (N - n_2)$	0.00
5	Y=a+bx	0.00	
9	Y=a+bx	0.00	

Tasa de oportunidad (EA)

9.45%

Tasa de oportunidad (MV)

17.73%

Inflación

7.45%

Devaluación

0.00%

Entabilidad

2%

n=

Años

Ingresos 1		Ingresos 2		Ingresos 3		Ingresos 4	
Diagnostico	91,000,000.00						
TOTAL	91,000,000.00	TOTAL	0.00	TOTAL	0.00	TOTAL	0.00

TIR= 32.79

Vpn Ingresos 77,295,506.67

77,295,506.67 0.00 0.00 0.00
 91,000,000.00 0.00 0.00 0.00

UTI/PER= 19,088,850.57

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,200,000.00	24,672,500.00	20,272,500.00	20,272,500.00	0.00										

Vpn Egresos 58,206,656.10

10,200,000.00 20,956,850.42 14,626,250.97 12,423,554.72 0.00

Inversión Inicial	
Equipos de Comunicacio	3,000,000.00
Enseres	1,000,000.00
Computador	6,000,000.00
Papeleria	200,000.00
TOTAL	10,200,000.00

Costos y Gastos 1	
Estudio de suelos	1,200,000.00
Estudio Hidraulico	1,200,000.00
Estudio Social	800,000.00
Estudio de Transito	1,200,000.00
Nomina	18,772,500.00
Imprevistos	1,000,000.00
Otros	500,000.00
TOTAL	24,672,500.00

Costos y Gastos 2	
Nomina	18,772,500.00
Imprevistos	1,000,000.00
Otros	500,000.00
TOTAL	20,272,500.00

Costos y Gastos 3	
Nomina	18,772,500.00
Imprevistos	1,000,000.00
Otros	500,000.00
TOTAL	20,272,500.00

Costos y Gastos 4	
TOTAL	0.00

DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE LA VÍA QUE DEL MUNICIPIO DEL LÍBANO TOLIMA CONDUCE A LA VEREDA DE SANTA TERESA ENTRE LOS KILÓMETROS 5 Y

6

TALENTO HUMANO

CARGO	FORMACIÓN ACADEMICA	TIPO DE CONTRATO	DEDICACIÓN	CANT.	DURACIÓN (MES)	FM	SALARIO	TOTAL
Director	Ingeniero Civil, Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción	PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES	100%	1	3	1.5	\$ 4,500,000	\$ 20,250,000
Trabajador Social	Trabajador Social	PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES	25%	1	3	1.5	\$ 2,500,000	\$ 2,812,500
Especialista de Transito	Ingeniero Civil, especialista en Transito y Transporte, o Profesional de Transito y Transporte	PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES	25%	1	3	1.5	\$ 3,800,000	\$ 4,275,000
Especialista de Vias	Ingeniero Civil, Especialista en Diseño de Vias	PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES	50%	1	3	1.5	\$ 3,800,000	\$ 8,550,000
Especialista Hidraulico	Ingeniero Civil, especialista en Hidraulica	PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES	50%	1	3	1.5	\$ 3,800,000	\$ 8,550,000
Especialista Ambiental	Ingeniero Ambiental	PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES	30%	1	3	1.5	\$ 3,800,000	\$ 5,130,000
Comisión de Topografía (Topografo 1 y Cadenero 1)	Topografo y Auxiliar de Topografía	PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES	50%	1	3	1.5	\$ 3,000,000	\$ 6,750,000
COSTO PERSONAL PROFESIONAL								\$ 56,317,500
COSTO PERSONAL PROFESIONAL/MES								\$ 18,772,500

DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE LA VÍA QUE DEL MUNICIPIO DEL LÍBANO TOLIMA CONDUCE A LA VEREDA DE SANTA TERESA ENTRE LOS KILÓMETROS 5 Y 6

CONCLUSIONES

- 1** La principal característica de un estado de resultados de ganancias y pérdidas consiste en establecer de forma detallada los ingresos obtenidos y los gastos, con el fin de analizar en un periodo de tiempo el comportamiento financiero del proyecto.

- 2** Es importante entender la magnitud de los ingresos, frente a los costos y gastos del proyecto, porque de esta manera es posible establecer la rentabilidad del proyecto.

- 3** No se realiza proyección de ventas, toda vez que el proyecto por ser un diagnóstico del estado de una vía no genera ingresos por ventas

- 4** La nomina que aparece en el calculo es por prestación de servicios, sin embargo se contempló un factor multiplicador con el fin de cubrir gastos adicionales que pueda generar el personal contratado.

- 5** Contemplando el escenario que la administración municipal del Líbano, decida comprar el proyecto, se realizaria un pago unico por el 100% del estudio previo.

- 6** Con el fin de no generar una perdida, y tener una TIR de 32%, se establecio un valor de venta a la adminiostración municipal de 91 millones.

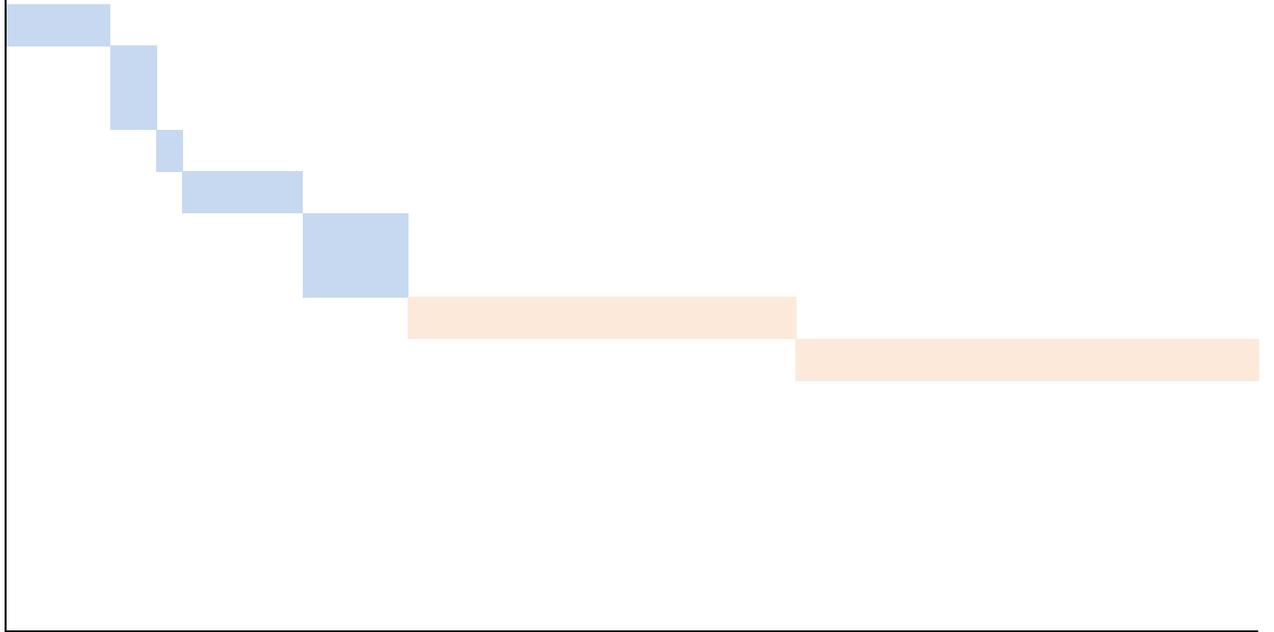
- 7** Este tipo de proyectos genera perdida operativa, a la administración, toda vez, que, al ser un proyecto de inversión social, no se producen ventas, por lo que no genera ingresos, y la utilidad se puede medir en términos de impacto social, una vez se ejecuten las obras propuestas en el diagnostico objeto del proyecto.

Nombre del proyecto	DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE LA VÍA QUE DEL MUNICIPIO DEL LÍBANO TOLIMA CONDUCE A LA VEREDA DE SANTA TERESA ENTRE LOS KILOMETROS 5 Y 6
Gerente del proyecto	Estudiantes especialización en Gerencia de Proyectos: SARA MILENA COVALEDA CUERVO ANDRES FELIPE MOTTA PULIDO JHON EDWAR PEÑA GÓMEZ JUAN CAMILO EDUARDO PERTUZ RODAS
Entregable del proyecto	Documento definitivo de proyecto de Grado (Presentación en Power Point)
Declaración del alcance	Documento de autorización a la Universidad para publicación del proyecto (repositorio)

Fecha de inicio	27-abr
Fecha final	5-dic
Avance general	100%

abr-20							may-20							jun-20							jul-20																																						
27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

	Tareas	Responsable	Fecha de inicio	Fecha final	Días	Estado	
ETAPA I (Preliminares)	Recopilación de Información	Todo el equipo de trabajo	2020-04-27	2020-05-04	7	Completado	20%
	Delimitación del tema	SARA MILENA COVALEDA CUERVO	2020-05-05	2020-05-08	3	Completado	
	Delimitación del problema	ANDRES FELIPE MOTTA PULIDO	2020-05-05	2020-05-08	3	Completado	
	Definir Pregunta de investigación	JHON EDWAR PEÑA GÓMEZ	2020-05-09	2020-05-10	1	Completado	
	Justificación del proyecto	JUAN CAMILO EDUARDO PERTUZ RODAS	2020-05-11	2020-05-18	7	Completado	
	Definición de Objetivo General	Todo el equipo de trabajo	2020-05-19	2020-05-25	6	Completado	
	Definición de Objetivos Especificos	Todo el equipo de trabajo	2020-05-19	2020-05-25	6	Completado	
ETAPA II (Capítulo I)	Estado del Arte del proyecto definido	SARA MILENA COVALEDA CUERVO	2020-05-26	2020-06-22	27	Completado	20%
	Definición de Marcos Referenciales (Teórico, Conceptual, Geográfico,	Todo el equipo de trabajo	2020-06-23	2020-08-13	51	Completado	
ETAPA III (Capítulo II)	Desarrollo objetivo específico No. 1	Todo el equipo de trabajo	2020-08-14	2020-09-10	27	Completado	20%
ETAPA IV (Capítulo III)	Desarrollo objetivo específico No. 2	Todo el equipo de trabajo	2020-09-11	2020-10-10	29	Completado	25%
ETAPA V (Capítulo IV)	Desarrollo objetivo específico No. 3	Todo el equipo de trabajo	2020-09-26	2020-10-21	25	Completado	20%
ETAPA VI	Análisis de Resultados	Todo el equipo de trabajo	2020-10-22	2020-11-06	15	Completado	15%
	Conclusiones y Recomendaciones	Todo el equipo de trabajo	2020-11-07	2020-11-22	15	Completado	
	Elaboración de Informe	Todo el equipo de trabajo	2020-11-23	2020-12-05	12	Completado	
							100%

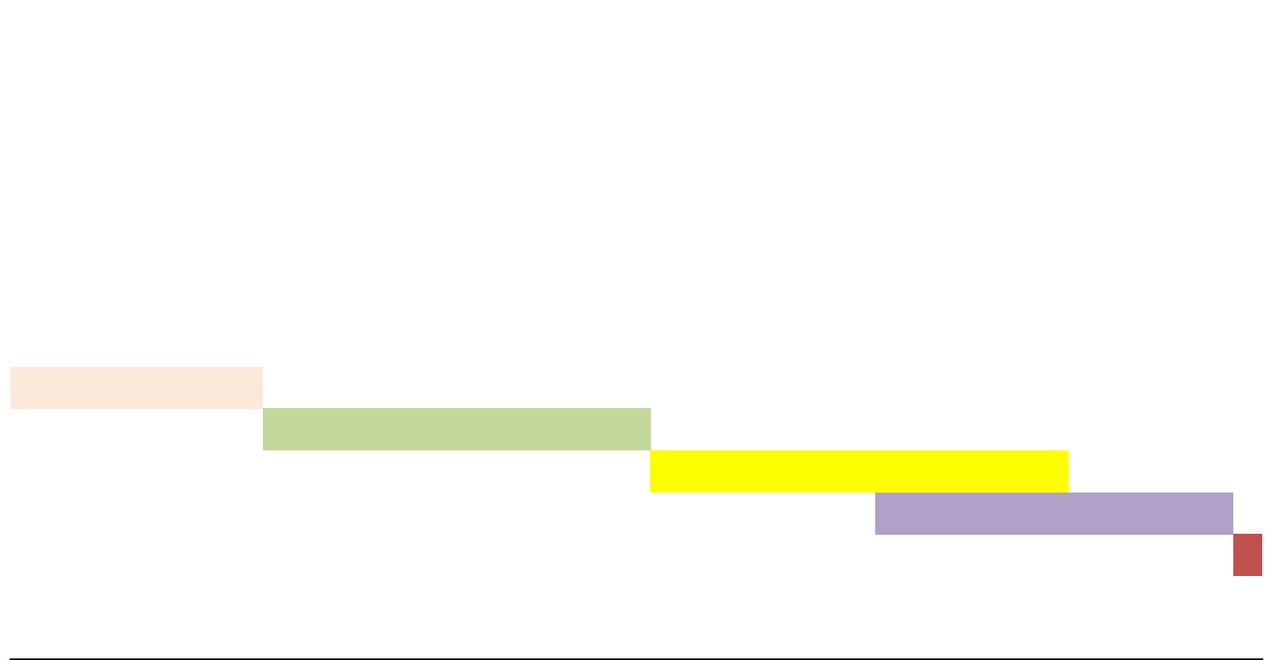


Nombre del proyecto	DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE LA VÍA QUE DEL MUNICIPIO DEL LÍBANO TOLIMA CONDUCE A LA VEREDA DE SANTA TERESA ENTRE LOS KILOMETROS 5 Y 6
Gerente del proyecto	Estudiantes especialización en Gerencia de Proyectos: SARA MILENA COVALEDA CUERVO ANDRES FELIPE MOTTA PULIDO JHON EDWAR PEÑA GÓMEZ JUAN CAMILO EDUARDO PERTUZ RODAS
Entregable del proyecto	Documento definitivo de proyecto de Grado (Presentación en Power Point)
Declaración del alcance	Documento de autorización a la Universidad para publicación del proyecto (repositorio)

Fecha de inicio	27-abr
Fecha final	5-dic
Avance general	100%

ago-20														sep-20														oct-20																															
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

	Tareas	Responsable	Fecha de inicio	Fecha final	Días	Estado	
ETAPA I (Preliminares)	Recopilación de Información	Todo el equipo de trabajo	2020-04-27	2020-05-04	7	Completado	20%
	Delimitación del tema	SARA MILENA COVALEDA CUERVO	2020-05-05	2020-05-08	3	Completado	
	Delimitación del problema	ANDRES FELIPE MOTTA PULIDO	2020-05-05	2020-05-08	3	Completado	
	Definir Pregunta de investigación	JHON EDWAR PEÑA GÓMEZ	2020-05-09	2020-05-10	1	Completado	
	Justificación del proyecto	JUAN CAMILO EDUARDO PERTUZ RODAS	2020-05-11	2020-05-18	7	Completado	
	Definición de Objetivo General	Todo el equipo de trabajo	2020-05-19	2020-05-25	6	Completado	
	Definición de Objetivos Especificos	Todo el equipo de trabajo	2020-05-19	2020-05-25	6	Completado	
ETAPA II (Capítulo I)	Estado del Arte del proyecto definido	SARA MILENA COVALEDA CUERVO	2020-05-26	2020-06-22	27	Completado	
	Definición de Marcos Referenciales (Teórico, Conceptual, Geográfico,	Todo el equipo de trabajo	2020-06-23	2020-08-13	51	Completado	
ETAPA III (Capítulo II)	Desarrollo objetivo específico No. 1	Todo el equipo de trabajo	2020-08-14	2020-09-10	27	Completado	20%
ETAPA IV (Capítulo III)	Desarrollo objetivo específico No. 2	Todo el equipo de trabajo	2020-09-11	2020-10-10	29	Completado	25%
ETAPA V (Capítulo IV)	Desarrollo objetivo específico No. 3	Todo el equipo de trabajo	2020-09-26	2020-10-21	25	Completado	20%
ETAPA VI	Análisis de Resultados	Todo el equipo de trabajo	2020-10-22	2020-11-06	15	Completado	15%
	Conclusiones y Recomendaciones	Todo el equipo de trabajo	2020-11-07	2020-11-22	15	Completado	
	Elaboración de Informe	Todo el equipo de trabajo	2020-11-23	2020-12-05	12	Completado	
							100%

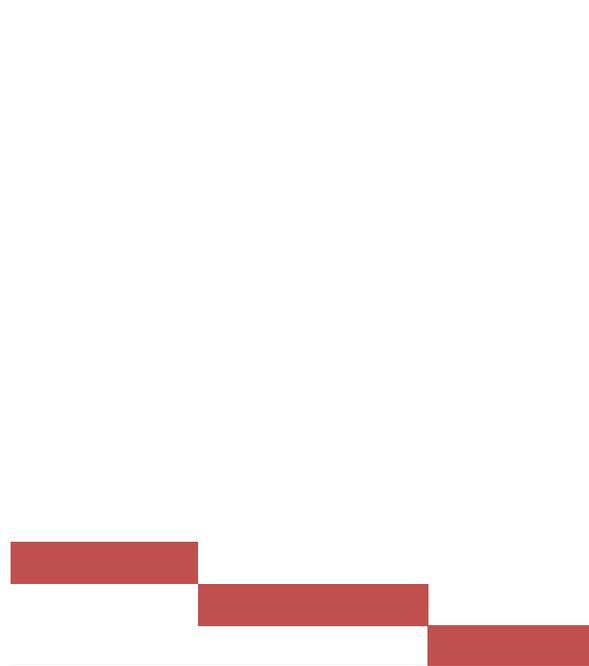


Nombre del proyecto	DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE LA VÍA QUE DEL MUNICIPIO DEL LÍBANO TOLIMA CONDUCE A LA VEREDA DE SANTA TERESA ENTRE LOS KILOMETROS 5 Y 6
Gerente del proyecto	Estudiantes especialización en Gerencia de Proyectos: SARA MILENA COVALEDA CUERVO ANDRES FELIPE MOTTA PULIDO JHON EDWAR PEÑA GÓMEZ JUAN CAMILO EDUARDO PERTUZ RODAS
Entregable del proyecto	Documento definitivo de proyecto de Grado (Presentación en Power Point)
Declaración del alcance	Documento de autorización a la Universidad para publicación del proyecto (repositorio)

Fecha de inicio	27-abr
Fecha final	5-dic
Avance general	100%

nov-20																								dic-20																		
24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5

	Tareas	Responsable	Fecha de inicio	Fecha final	Días	Estado	
ETAPA I (Preliminares)	Recopilación de Información	Todo el equipo de trabajo	2020-04-27	2020-05-04	7	Completado	20%
	Delimitación del tema	SARA MILENA COVALEDA CUERVO	2020-05-05	2020-05-08	3	Completado	
	Delimitación del problema	ANDRES FELIPE MOTTA PULIDO	2020-05-05	2020-05-08	3	Completado	
	Definir Pregunta de investigación	JHON EDWAR PEÑA GÓMEZ	2020-05-09	2020-05-10	1	Completado	
	Justificación del proyecto	JUAN CAMILO EDUARDO PERTUZ RODAS	2020-05-11	2020-05-18	7	Completado	
	Definición de Objetivo General	Todo el equipo de trabajo	2020-05-19	2020-05-25	6	Completado	
	Definición de Objetivos Específicos	Todo el equipo de trabajo	2020-05-19	2020-05-25	6	Completado	
ETAPA II (Capítulo I)	Estado del Arte del proyecto definido	SARA MILENA COVALEDA CUERVO	2020-05-26	2020-06-22	27	Completado	20%
	Definición de Marcos Referenciales (Teórico, Conceptual, Geográfico,	Todo el equipo de trabajo	2020-06-23	2020-08-13	51	Completado	
ETAPA III (Capítulo II)	Desarrollo objetivo específico No. 1	Todo el equipo de trabajo	2020-08-14	2020-09-10	27	Completado	20%
ETAPA IV (Capítulo III)	Desarrollo objetivo específico No. 2	Todo el equipo de trabajo	2020-09-11	2020-10-10	29	Completado	25%
ETAPA V (Capítulo IV)	Desarrollo objetivo específico No. 3	Todo el equipo de trabajo	2020-09-26	2020-10-21	25	Completado	20%
ETAPA VI	Análisis de Resultados	Todo el equipo de trabajo	2020-10-22	2020-11-06	15	Completado	15%
	Conclusiones y Recomendaciones	Todo el equipo de trabajo	2020-11-07	2020-11-22	15	Completado	
	Elaboración de Informe	Todo el equipo de trabajo	2020-11-23	2020-12-05	12	Completado	
							100%



Plan de Trabajo

Nombre	Cargo	Rol en el proyecto	Email	Requisitos	Expectativas
SARA MILENA COVALEDA CUERVO	Integrador	Consolidación de información	sara.covaleda@uniminuto.edu.co	Aplicación de normas APA, redacción y consolidación emitida por investigadores 1, 2 y 3	Consolidación de informe del proyecto
ANDRES FELIPE MOTTA PULIDO	Investigador 1	Consultar información referente a las causas del deterioro de una vía terciaria	andres.motta@uniminuto.edu.co	Investigación de norma de inspección visual de INVIAS	Determinación de causas del deterioro de la vía
JHON EDWAR PEÑA GÓMEZ	Investigador 2	Consultar información acerca de la construcción de vías terciarias	jhon.pena-go@uniminuto.edu.co	Investigación de manuales y normativa vigente	Establecer el mejor método para solucionar la problemática
JUAN CAMILO EDUARDO PERTUZ RODAS	Investigador 3	Consultar la información de los impactos socio-economicos de la zona de estudio	jpertuzr@uniminuto.edu.co	Investigación social de campo	Sustentar el impacto socio-economico que generaría la solución de la problemática.