

# Proyectos TIPO



## Mejoramiento de vías terciarias Vías de tercer orden

Versión 2.0 - Año 2020



El futuro  
es de todos

DNP  
Departamento  
Nacional de Planeación

**Dirección General DNP**

Luis Alberto Rodríguez Ospino

**Subdirección Territorial y de Inversión Pública**

Amparo García Montana

**Dirección del Sistema General de Regalías**

Álvaro Ávila Silva

**Asesora Dirección del Sistema General de Regalías**

Ana Matilde Juvinao

**Asistencia Técnica en Estructuración de Proyectos**

Angela Eunice Hurtado Palacios  
 Angélica María Acosta Vergara  
 Carolina Herrera Hoyos  
 Cristian David Bolívar Buitrago  
 Diego Alejandro Arias Díaz  
 John Anderson Bocanegra Caro  
 Natalia Johanna Cuellar Salinas  
 Yolanda Beatriz Caballero Pérez  
 Zayra Johana Pérez Rueda  
 Luz Adriana López Salazar  
 Shirley Katerine Mariño Rojas

**Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible**

Jonathan David Bernal González

**Subdirección de Transporte**

Sergio Alejandro Peña Pedreros

**Ministra de Transporte**

Ángela María Orozco Gómez

**Viceministro de Infraestructura**

Olga Lucia Ramírez Duarte

**Director de Infraestructura**

Pablo Mejía González

**Dirección de Infraestructura**

Grupo Pronunciamentos Técnicos Especiales  
 Carlos Santiago González Morales  
 Grupo Apoyo a las Regiones  
 Esperanza Ledezma Lloreda  
 María Ximena García Narváez  
 Rodolfo Castiblanco Bedolla  
 Sandra Paola García Hernández  
 Zully Lorena Cabezas Bermeo

**Con el apoyo de:****Director General**

Juan Esteban Gil Chavarría

**Subdirección de Estudios e Innovación**

Gladys Gutiérrez Buitrago

**Subdirección Red Terciaria y Férrea**

Ricardo Antonio Corredor Parra

© DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN  
 CALLE 26 13 19, BOGOTÁ, COLOMBIA  
 PBX: 381 5000  
 BOGOTÁ D.C.  
 2020

# Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>1. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>9</b>
1.1. OBJETIVOS GENERALES .....	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>11</b>
<b>3. MARCO NORMATIVO</b> .....	<b>15</b>
3.1. NORMATIVA GENERAL.....	15
<b>4. RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>17</b>
4.1. PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	17
<b>5. CONDICIONES MÍNIMAS A CUMPLIR PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO</b> .....	<b>19</b>
5.1. CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN.....	19
5.2. ¿SE CUMPLE CON LAS CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN? .....	20
5.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA A INTERVENIR .....	21
5.4. ¿QUÉ ESTUDIOS SE NECESITAN PARA EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN? .....	23
<b>6. ALTERNATIVA PROPUESTA</b> .....	<b>35</b>
<b>A. SUBRASANTE</b> .....	<b>38</b>
<b>B. SUBBASE GRANULAR</b> .....	<b>39</b>
ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA .....	41
6.1. ESPECIFICACIONES GENERALES Y PARTICULARES .....	58
6.2. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	59
6.3. INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN DEL PROYECTO.....	68
<b>7. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA</b> .....	<b>69</b>





7.1. PRESUPUESTO .....	69
7.2. PRESUPUESTO DE LA INTERVENTORÍA .....	71
7.3. CRONOGRAMA .....	72
<b>8. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....</b>	<b>73</b>
<b>9. GLOSARIO.....</b>	<b>75</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>79</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 Criterios para la implementación del proyecto tipo de diseño de mejoramiento de vía terciaria .....	19
---	----



Tabla 2 Valores recomendados para estudio de suelos de caracterización de subrasante ....	24
Tabla 3 Alternativas propuestas .....	37
Tabla 4 Espesores recomendados de mejoramiento de subrasante para alcanzar CBR de plataforma mínimo de 3% .....	38
Tabla 5 Presupuesto del Proyecto .....	71
Tabla 6 Cronograma del Proyecto .....	72
Tabla 7 Costos estimados de operación .....	73
Tabla 8 Costos estimados de los mantenimientos para un kilómetro de mejoramiento .....	74

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Árbol de problemas.....	13
Ilustración 2. Árbol de objetivos .....	14
Ilustración 3 Sección transversal esquemática de referencia típica de vías terciarias utilizado para la estimación de costos nominales por km de intervención. ....	18
Ilustración 4 Tipología vehicular a clasificar en los aforos planteados en el presente proyecto tipo .....	26
Ilustración 5 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.....	27
Ilustración 6 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.....	28
Ilustración 7 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. ....	29
Ilustración 8 Esquema general del proyecto tipo.....	35
Ilustración 9 Relación de módulo resiliente de la subrasante existente con respecto al CBR objetivo para estimar profundidad de mejoramiento de subrasante .....	39
Ilustración 10 Determinación del tipo de estabilizante apropiado basado en el pasa tamiz ..	43
Ilustración 11 Detalle berma cuneta .....	46

Ilustración 12 Esquema del ancho del impluvium como parámetro de diseño de cunetas para vías terciarias .....	47
Ilustración 13 Detalle alcantarilla tipo poceta-aleta .....	48
Ilustración 14 Detalle alcantarilla tipo aleta-aleta .....	49
Ilustración 15 Detalle Cabezal de salida con aletas tipo .....	50
Ilustración 16 Disipador de energía de tipo de tipo rápidas escalonada en planta .....	53
Ilustración 17 Disipador de energía de tipo de tipo rápidas escalonada en perfil .....	53
Ilustración 18 Esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona .....	55
Ilustración 19 Esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona .....	56
Ilustración 20 Esquema general en tres dimensiones de muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto .....	57
Ilustración 21. Proceso constructivo .....	59
Ilustración 22 Recomendaciones de instalación de alcantarillas .....	65
Ilustración 23 Instalación recomendada para alcantarillas .....	66
Ilustración 24 Intervención tipo de mejoramiento de vías terciarias .....	70

## Índice de fotografías

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.....	23
Fotografía 2 Construcción de placa huella en Charta (Pericos), Santander .....	32
Fotografía 3 Proceso de estabilización con cemento .....	41
Fotografía 4 Proceso de estabilización con ligante bituminosos .....	42
Fotografía 5 Proceso de estabilización mecánica con material granular .....	43
Fotografía 6 Proceso de aplicación de lechada asfáltica. ....	45
Fotografía 7 Proceso de aplicación de TSD. ....	45



Fotografía 8 Ejemplo alcantarilla poceta-Aleta. Detalle poceta .....	51
Fotografía 9 box culvert típico en vías de bajos volúmenes de tránsito .....	52
Fotografía 10 box culvert típico en vías de bajos volúmenes de tránsito .....	52
Fotografía 11 disipador utilizado en el presente proyecto tipo.....	54
Fotografía 12 Muro de contención en gavión .....	58
Fotografía 13 Placa-Huella antes del inicio de construcción Guacharacas (Bolívar) .....	60
Fotografía 14 Localización y replanteo .....	61
Fotografía 15 Acondicionamiento de la superficie .....	62

## Introducción



### **Bienvenido;**

En sus manos se encuentran los lineamientos para un **PROYECTO TIPO** el cual contiene los aspectos metodológicos y técnicos para que las entidades territoriales que decidan atender un problema específico puedan de manera ágil hacer realidad la solución en su territorio. Su aplicación genera dos importantes ahorros:



- **Hasta el 70% de los costos calculados de pre-inversión.**
- **Hasta cuatro meses en la 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.
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 mejoramiento 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.

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 estructurarlo, 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 EJECUCIÓN del proyecto.**



6

La información contenida en este documento puede ser actualizada, tanto en sus cifras, como en las normas que aplican para su formulación. Recomendamos consultar la página <https://proyectostipo.dnp.gov.co> con el fin de verificar si el presente documento ha sido actualizado.

## 1. Objetivos del documento



### 1.1. Objetivos Generales

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.

### 1.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de este documento de un **PROYECTO TIPO** pretenden:



- 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. Descripción del problema



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

El primer paso para formular del proyecto es identificar el alcance y trazar los objetivos para solucionar la situación encontrada. Para ello, se utiliza como metodología el árbol de problemas, el cual ayuda a identificar las causas y efectos derivados del mismo.

Por ello, se hace necesario realizar la siguiente pregunta:

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



El Ministerio de Transporte y el INVIAS crearon el Programa del Gobierno Nacional cuyo objetivo es mantener y mejorar la transitabilidad y accesibilidad de la red rural del país, priorizando corredores viales que incrementen la productividad del campo en las regiones, ejecutando obras en corredores viales estratégicos mediante actividades de mantenimiento y mejoramiento. El Programa busca la cofinanciación de las entidades territoriales, estimulando la participación activa de las comunidades, juntas de acción comunal, cabildos y organizaciones indígenas y civiles.

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 habitantes<sup>1</sup>.

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.

Para ello, se debe caracterizar el problema y sus causas, de acuerdo con lo presentado con la metodología de árbol de problemas desarrollado en la Ilustración 1.

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.

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 que se presenta en la Ilustración 2

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

---

<sup>1</sup> 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

Efectos Indirectos  
 ↑  
 Efectos directos  
 ↑  
 Problema Central  
 ↑  
 Causas Directas  
 ↑  
 Causas Indirectas

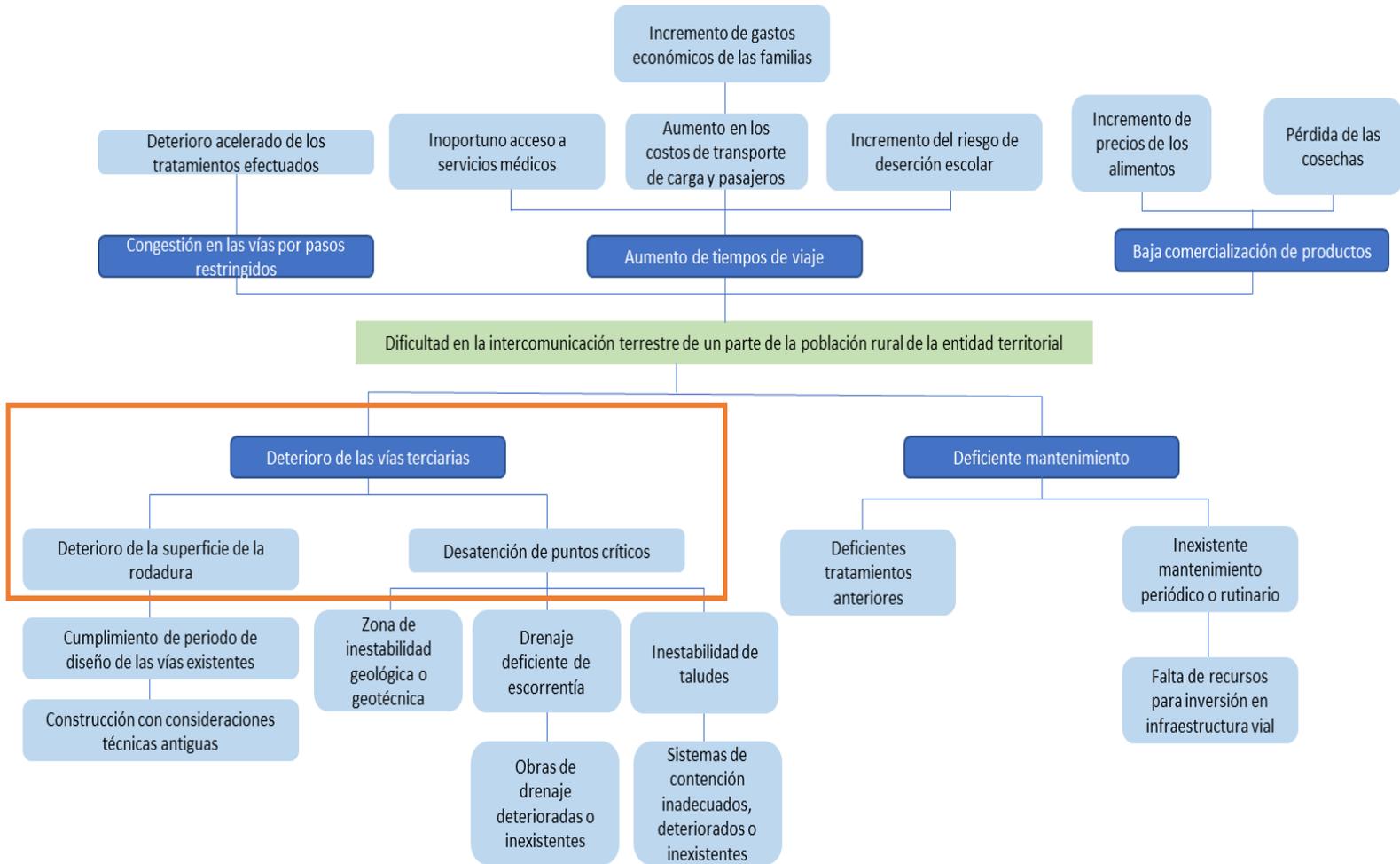


Ilustración 1. Árbol de problemas (Fuente: DNP - MT, 2019).

   Causas que busca resolver el Proyecto Tipo

Fines Indirectos  
 ↑  
 Fines directos  
 ↑  
 Objetivo Central  
 ↑  
 Objetivos Específicos Directos  
 ↑  
 Objetivos Específicos Indirectos

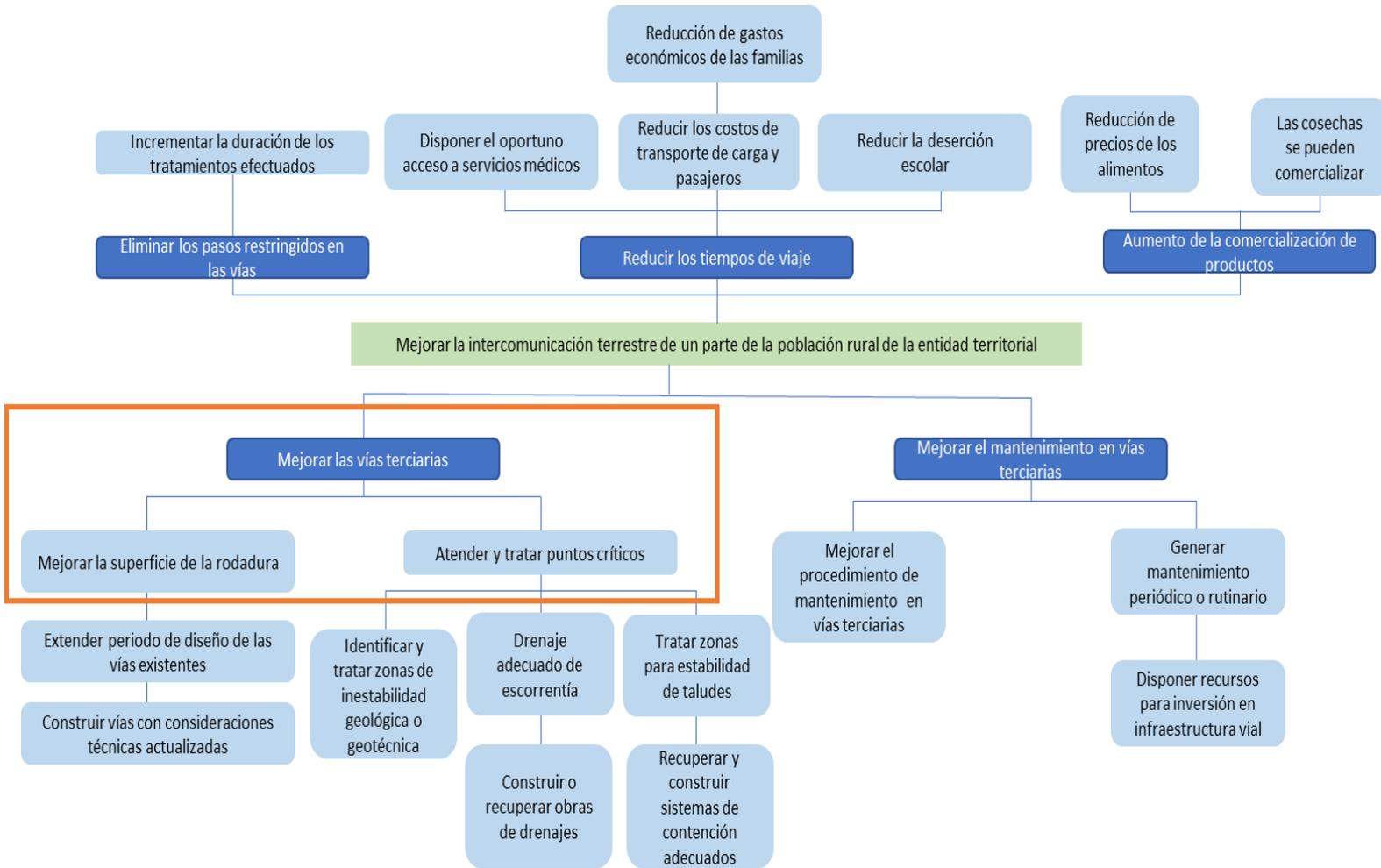


Ilustración 2. Árbol de objetivos (Fuente: DNP-MT, 2019).

▭ Líneas de objetivos del presente Proyecto Tipo

## 15 3. Marco normativo



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 las mismas, el INVIAS ha desarrollado mejoramientos de estos 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, los cuales se han desarrollado con buenos resultados en la mayoría de los casos y bajo las cuales se fundamentará este proyecto.

### 3.1. Normativa General

Bajo la Ley 105 de 1993 Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones, se establece parámetros para el sector transporte y su infraestructura en cabeza del Ministerio de Transporte.

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 1992<sup>2</sup>, expedido por el gobierno nacional en ejercicio de las atribuciones

<sup>2</sup> 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

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 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”, a la cual se hace referencia en el presente documento, y servirá de apoyo y línea base para la construcción de proyectos que contemplen la alternativa de mejoramiento mediante el uso de placa huella en vías terciarias.

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.

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. Asimismo, el Instituto está revisando y ajustando sus manuales y guías, en el caso de determinarse cambios que ameriten un ajuste en el PT se realizará en un futuro la actualización correspondiente.

## 4. Recursos necesarios para la

# implementación del proyecto



El cuarto paso para la formulación del proyecto, y 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.

#### 4.1. Presupuesto del Proyecto

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

- **Pre-inversión:** el PROYECTO TIPO al definir los aspectos técnicos requeridos para su implementación genera un ahorro en costos correspondientes a pre-inversión. 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<sup>3</sup> tanto lineales como puntuales (considerando una sección transversal típica tal como se muestra en la fig. 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).

<sup>3</sup> 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 entidad territorial según sus necesidades específicas



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, en la herramienta de selección de la alternativa se puede 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. Cabe resaltar que la sección mostrada en la Ilustración 3 es sólo de referencia.

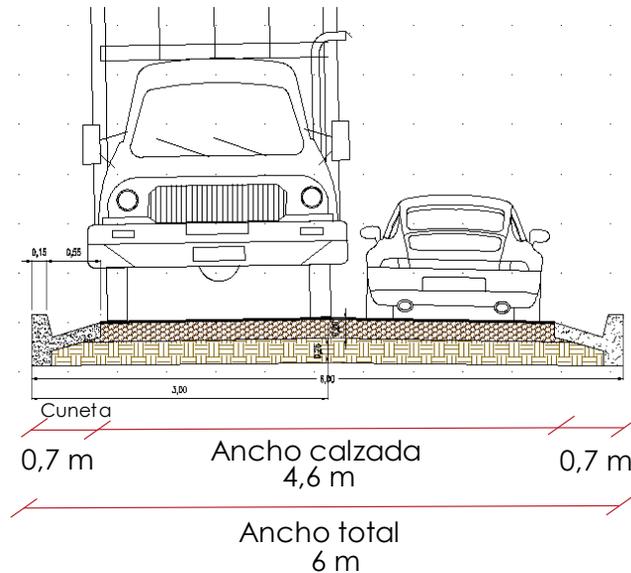


Ilustración 3 Sección transversal esquemática de referencia típica de vías terciarias utilizado para la estimación de costos nominales por km de intervención. Se deberá adaptar a las condiciones propias del Proyecto (Fuente: Elaboración DNP – MT)

Los anchos del proyecto tipo se pueden ajustar a las especificaciones técnicas del INVIAS.



## 5. Condiciones mínimas a cumplir para implementar el proyecto



Para el uso e implementación de los lineamientos de este **PROYECTO TIPO**, se debería dar cumplimiento con los siguientes criterios mínimos de entrada, los cuales propendan por el éxito y sostenibilidad del proyecto:

Aspecto	Descripción	Requisito
Tipo de vía	De tercer orden (terciaria)	
Tránsito <sup>4</sup>	Vías de bajo volúmenes de tránsito	Resolución No. 411 de 2020 del Ministerio de Transporte
	Número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el periodo de diseño	Máximo 500.000 ejes equivalente de 8,2 toneladas en el periodo 10 años
Periodo de diseño mínimo	Años	5
Capacidad portante subrasante	CBR de diseño	≥ 3%

Tabla 1 Criterios para la implementación del proyecto tipo de diseño de mejoramiento de vía terciaria (Fuente: DNP -MT-, 2019)

Con relación a la pendiente longitudinal del proyecto de vía terciaria a mejorar tal como se menciona en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa – huella las vías donde se recomienda construir pavimentos con placa-huella, son con pendientes longitudinales fuertes.

### 5.1. Condiciones de implementación

Los procedimientos, estudios y diseños a desarrollar para identificar si cumple con los criterios mencionados, se obtienen de (i) diagnóstico técnico o línea base, (ii) un estudio topográfico, (iii) un estudio de suelos y (iv) un estudio de tránsito, que contengan como mínimo los siguientes elementos:

**i. Diagnóstico técnico:** previo a la implementación del proyecto deberá hacerse 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 la magnitud de este.

<sup>4</sup> En promedio la equivalencia en TPD máximo permitido (veh. mixtos/día) y máximo 500 veh/día. Máxima cantidad de vehículos comerciales (buses y camiones) que transitan durante el día. 95 veh. comerciales equivalentes/día

**ii. 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<sup>5</sup>. La localización de las zonas y vías deberá contar con la georreferenciación del relieve del terreno, así como también la ubicación de los puntos relevantes, preexistencias, linderos, edificaciones, redes de servicios, obras de drenaje, cruces de flujos de agua y aquellos elementos que tengan influencia en el mejoramiento de la vía; a su vez, los puntos de amarre del levantamiento topográfico.

**iii. Estudio de suelos:** es el conjunto de actividades que comprende la investigación de la capa que será usada como subrasante, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras propuestas, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la estructura. De estos estudios se obtiene la capacidad portante del suelo y la caracterización de este.

Es necesario verificar la capacidad portante del material que será considerado como subrasante, en caso de que el valor de CBR sea inferior a 3% se debe especificar el mejoramiento que se realizará a esta capa de pavimento para que cumpla con el valor mínimo de diseño del 3%.

**iv. Estudio de tránsito:** Es necesario conocer los volúmenes vehiculares diarios en los tramos a intervenir, con el fin de verificar que la circulación de vehículos se mantiene en lo considerado como tránsito bajo para la implementación de este proyecto tipo. Para esto, se deberán realizar aforos vehiculares en los sentidos de circulación, en puntos donde los flujos vehiculares no se conozcan o cambien, los cuales son definidos en el diagnóstico técnico.

## 5.2. ¿Se cumple con las condiciones de implementación?

Una vez realizados los anteriores estudios se podrá determinar si las condiciones propias de la región cumplen con los criterios establecidos en la Tabla 1. En caso de cumplir 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 diseñar 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 caso de no cumplir con algún aspecto, se debe considerar que para realizar la implementación es necesario hacer los ajustes correspondientes para el cumplimiento de los requisitos mínimos exigidos al modelo según corresponda.

Es decir, si es el caso de menor capacidad portante de la subrasante, será necesario hacer un ajuste en las condiciones de soporte considerando una estabilización mecánica o química y la pertinencia de uso o eliminación de las capas de material existente, tal como se propone

<sup>5</sup> Sistema de coordenadas proyectadas MAGNA SIRGAS COLOMBIA, ajustado a la localización del proyecto

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 por lo que los criterios mencionados deben tenerse en cuenta en la formulación y estructuración de los proyectos relacionados.

En caso de que este modelo definitivamente no se adecue a las condiciones de la entidad territorial en cuanto a los requisitos del proyecto tipo, 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 deben 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 la “cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea” en proceso de revisión por parte del Ministerio de Transporte que incluye parámetros sobre dimensiones, materiales, procedimiento constructivo, calidad y medición<sup>6</sup>.

### 5.3. 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.

---

<sup>6</sup> Documento técnico del INVIAS: Especificaciones técnicas generales de construcción de carreteras. 2013

## 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 lo que pueda 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, resolución 411 de 2020.
- **Inventario 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 412 de 2020.

En esta metodología lista 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 el inventario vial según lo mencionado, puede incluir dicha actividad para **realizarla** en el marco de ejecución como complemento al presente proyecto tipo.

#### 5.4. ¿Qué estudios se necesitan para el proceso de implementación?

Aunque contar con los lineamientos de un proyecto tipo representa un adelanto significativo en el proceso de pre inversión para estudios y diseños, de ninguna manera se puede afirmar que la fase de estructuración desaparece del ciclo de proyecto. Sin embargo, la implementación de los lineamientos de un proyecto tipo, requiere de un proceso final de validación ajustado a las condiciones reales del sitio donde se va a implementar.

##### 1. 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 usar posteriormente en el componente geométrico.

## 2. 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 portante del material o capa que va a funcionar como subrasante para usar como determinación de la calidad de la misma.

Según el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito, resultados menores al 3% de CBR, considerando los ensayos de las normas técnicas del INVIAS, representan suelos blandos de baja calidad para una subrasante<sup>7</sup>. En el caso que se presente esta condición es necesario considerar procedimientos de mejoramiento o estabilización para el suelo o relleno analizado.

Para determinar las medidas de mejoramiento de la subrasante requeridas en cada proyecto formulado, se deberán ejecutar como mínimo los siguientes ensayos de laboratorio para 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 de acuerdo a la normatividad del INVIAS
- 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 que dependerá de las condiciones homogéneas del tramo. A manera de recomendación se presentan los siguientes valores de espaciamiento y profundidad de apiques para evaluación de la subrasante, mostrados en la Tabla 1Tabla 2:

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

Tabla 2 Valores recomendados para estudio de suelos de caracterización de subrasante (Fuente: Elaboración DNP con base en proyectos estructurados mediante el proyecto de mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella)

<sup>7</sup> 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.

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 caracterice geotécnicamente cada uno de los tramos de características homogéneas y proponer las unidades de diseño con las que se realizará la evaluación de alternativas de mejoramiento, con las conclusiones y recomendaciones del estudio, pudiendo 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 y calibración de equipos.

### 3. 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 vías terciarias rurales se proponen conteos simplificados en una estación específica en los periodos pico durante 10 horas continuas en tres días (donde uno debe ser típico (mayor demanda) y otro atípico (menor demanda)) con la cual se pueda obtener el dato de tránsito de las 24 horas para cada tipo día mediante la generación de factores de expansión, estos volúmenes deberán permitir obtener el Tránsito Promedio Diario Semanal TPDS.

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 Ilustración 4, 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:

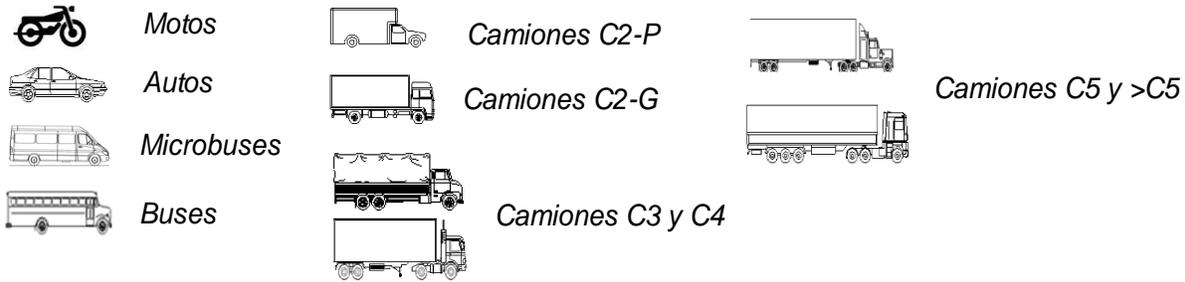


Ilustración 4 Tipología vehicular a clasificar en los aforos planteados en el presente proyecto tipo (Fuente: Adaptación de manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito – INVIAS)

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.

#### 4. 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, sin afectar los criterios de diseño propios de vías terciarias.

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

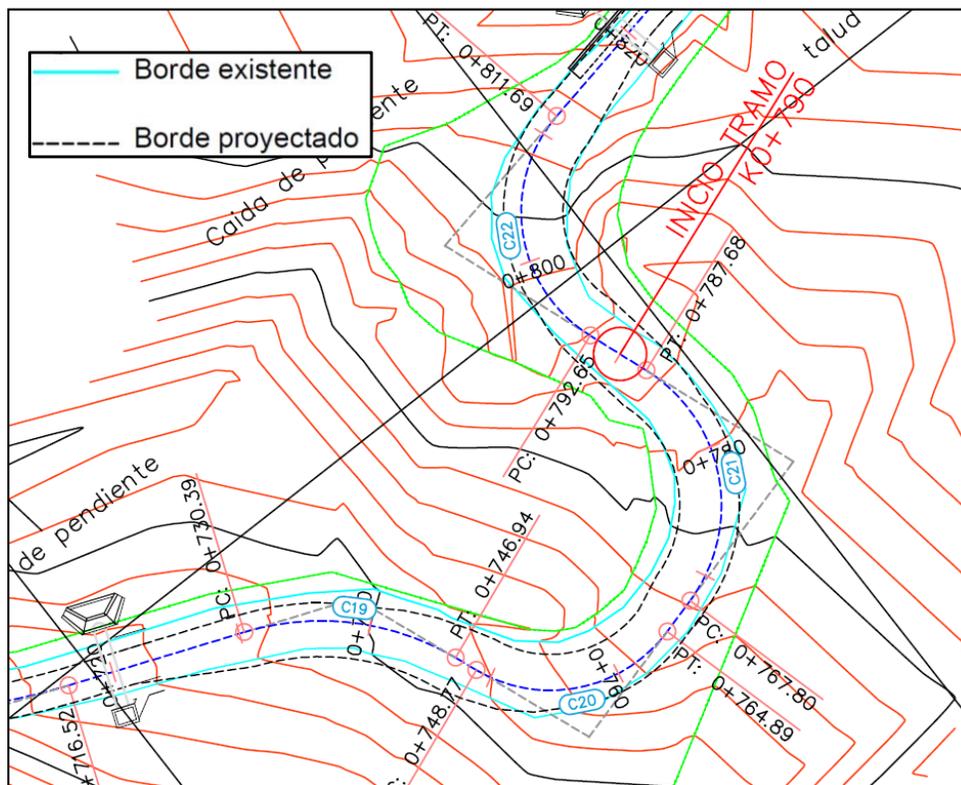


Ilustración 5 Mejora de un alineamiento horizontal para el mejoramiento de una vía terciaria del Municipio de San José de la Montaña, en el Departamento de Antioquia. Federación de Municipios de Colombia – 2017 (Fuente: Archivo DNP)

## 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 longitudinal mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas a tener en cuenta para la propuesta de mejoramiento 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 Ilustración 6, se muestra un ejemplo de una rectificación de una curva horizontal para un proyecto de mejoramiento de la vía.

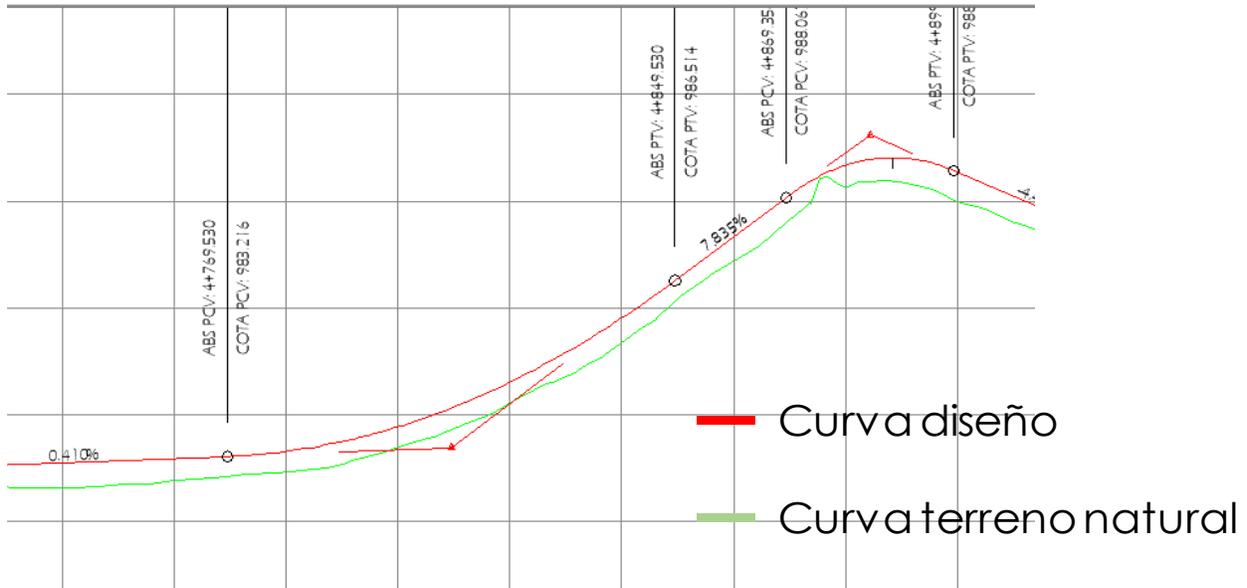


Ilustración 6 Mejora de un alineamiento vertical para el mejoramiento de una vía terciaria del Municipio de San José de la Montaña, en el Departamento de Antioquia. Federación de Municipios de Colombia – 2017 (Fuente: Archivo DNP)

### 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 acumulado 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.

Considerando el vehículo de diseño, el cual se debe determinar en el estudio de tránsito, es posible que en algunos tramos sea necesario considerar sobrecanchos 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.

En la Ilustración 7, se muestra un ejemplo de una rectificación de la sección transversal para un proyecto de mejoramiento de la vía.

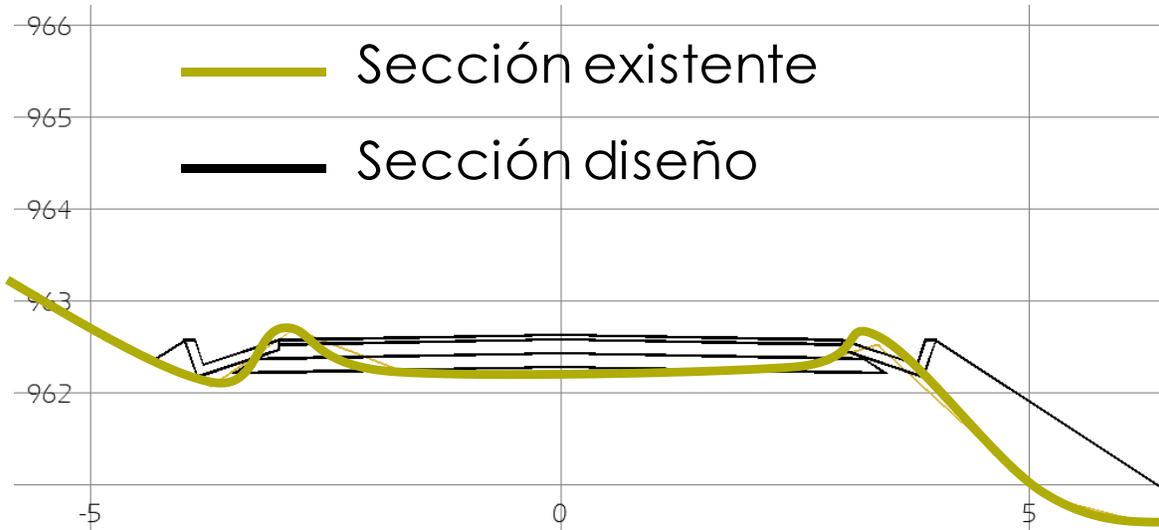


Ilustración 7 Mejora de una sección transversal para el mejoramiento de una vía terciaria del Municipio de San José de la Montaña, en el Departamento de Antioquia. Federación de Municipios de Colombia – 2017 (Fuente: Archivo DNP)

#### d. Planos planta-perfil y secciones transversales

El plano Planta-Perfil 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:

- Perfiles de terreno y rasante de diseño
- Diagrama de peraltes.
- Obras mayores y menores existentes y proyectadas (muros, puentes, alcantarillas, etc.)
- Información geológica y clasificación de suelos.
- Abscisado cada diez 10 metros.
- Cotas y perfil de terreno natural en color negro.
- Cotas de rasante de proyecto en color rojo.
- Pendientes longitudinales.
- 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, resultante de los estudios que componen el proyecto tipo.
- 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 ceros 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

## 5. 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:

- Resumen de la localización del proyecto
- Recopilación y análisis de la información existente
- Metodología
- Análisis de lluvias
- Análisis de caudales (cuando se requiera para el tratamiento de cauces existentes)
- Justificación de las fórmulas empleadas
- Aplicación de las teorías y métodos de predicción

### 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:

- Geomorfología – Dinámica Fluvial
- Hidráulica de obras
- Uso de programas de cómputo
- Chequeo de las obras hidráulicas existentes y de diseño según el régimen de lluvias de la zona de proyecto
- Análisis hidráulico de la capacidad de la cuneta y justificación de la separación entre alcantarillas, según régimen de lluvias y pendiente de la vía.
- 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.

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.

## 6. 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<sup>8</sup>, por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

## 7. 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 estudio ambiental, deben tenerse en cuenta los aspectos indicados en el Anexo 19 – Transporte del Acuerdo 45 o la normatividad que la modifique, sustituya o la derogue.

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 INVÍAS (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,

<sup>8</sup> Adicional a los aspectos mencionados en la Ley 1228 de 2008 para la realización de la gestión predial, se reitera la necesidad de dar cumplimiento a lo estipulado en el artículo 9 de la presente ley.



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

#### **8. 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. Cálculo de Administración, Imprevistos y Utilidades (AIU), el cual deberá estimarse de acuerdo a los requerimientos del proyecto
- 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)<sup>9</sup>
- e. Cronograma de obra, donde se evidencie las diferentes actividades a desarrollar en las etapas precontractuales, contractuales y de cierre y entrega de obra incluyendo la interventoría la cual se recomienda que este contemplada en el cronograma de obra mínimo un mes después de finalizada la etapa constructiva de la obra para la entrega.
- f. Proceso constructivo. Especificaciones generales y particulares de construcción.

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

Se debe tener 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,

<sup>9</sup> No debe ser calculado como un porcentaje del costo directo de obra

resolución 411 de 2020.

- **Inventario 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), expedida por el Ministerio de Transporte e incluida en la Resolución 412 de 2020.

En esta metodología se listan los elementos geográficos que deben ser reportados por las diferentes entidades para consolidar el SINC, dónde para cada uno de éstos 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 el inventario vial según lo mencionado, puede incluir dicha actividad para realizarla en el marco de ejecución como complemento al presente proyecto tipo.

Actualmente el plazo oficial para que las entidades territoriales reporten la información correspondiente a la categorización e inventarios de acuerdo con las resoluciones 411 de 2020 y 412 de 2020, expedidas por el Ministerio de Transporte es el 30 de junio de 2022.

**Nota.** Los estudios y planos definitivos del proyecto deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de cada aspecto de la implantación, quien los validó y se deben entregar en medio físico y en medio digital.

En todos los casos se deberá dar cumplimiento con los requerimientos establecidos en las normas que rigen el Sistema general de regalías y/o otras fuentes de financiación.



## 35 6. Alternativa propuesta



Se propone el mejoramiento de la infraestructura vial con intervenciones lineales y puntuales en vía terciaria. En el caso de las obras lineales se consideran soluciones de mejoramiento para la estructura de pavimento para atender 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.

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



Ilustración 8 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 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:
  - o Estabilización con cemento
  - o Estabilización con materiales bituminosos
  - o Estabilización mecánica
- Soluciones funcionales:
  - o Lechada asfáltica
  - o 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.

### 1. Tipos de soluciones planteadas

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

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	Descripción solución	Especificación INVIAS
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).

Tabla 3 Alternativas propuestas (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.

#### a. 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%.

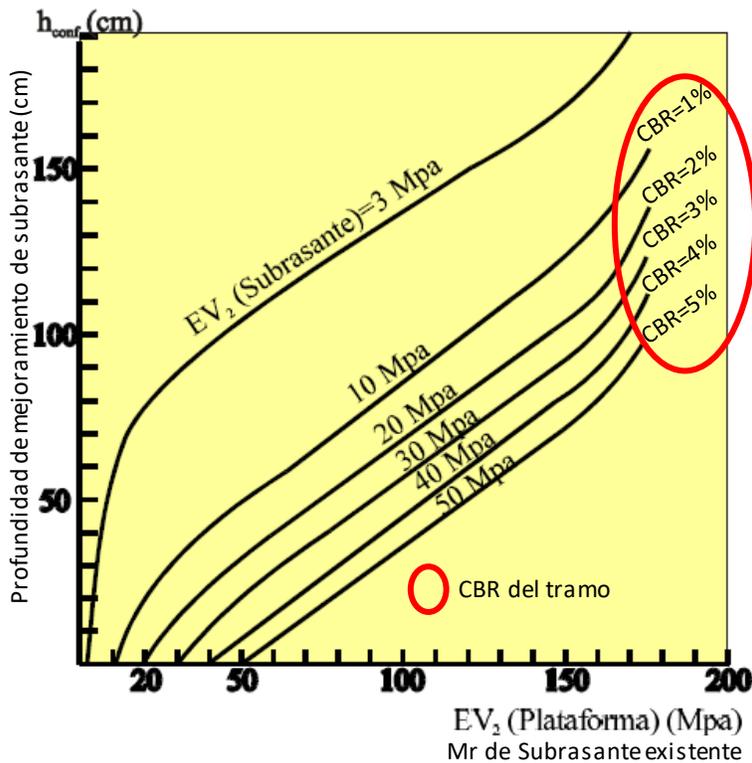
Cuando se evidencie que la subrasante tiene  $CBR < 3\%$  en el o los tramos de proyecto se recomendará, mediante la ayuda de la herramienta anexa al presente proyecto tipo, apoyar las capas de las estructuras viales sobre una subrasante mejorada con CBR mínimo del 3%.

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 Ilustración 8 con el cual se obtiene los datos de la Tabla 4:

CBR de subrasante existente (%)	Espesor de mejoramiento para alcanzar CBR objetivo de 3% (cm)
<1	45
1,0	30
2,0	15
2,9	5
3,0	0

Tabla 4 Espesores recomendados de mejoramiento de subrasante para alcanzar CBR de plataforma mínimo de 3% (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.)



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

Ilustración 9 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; 1ª. Ed.; Bogotá: Ecoe Edicioe, 2015 608 p.)

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

$$h(\text{cm}) = -14.571(2\%) + 43.936$$

$$h(\text{cm}) = 14,8 \text{ cm}$$

Se debe considerar las condiciones de flujo subsuperficial, en caso de que puedan afectar la resistencia de la subrasante y plantear los mecanismos para controlar dicha condición.

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 230-13 de las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS.

### b. 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 INVÍAS vigentes, que cuente con certificación de volúmenes de los materiales de las canteras.



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

### c. 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.

Se incorpora en el presente análisis, la posibilidad de realizar estabilización con suelo cemento, con ligantes bituminosos o de forma 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 disipen hasta llegar a la subrasante 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 acápites 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 (Fuente: Archivo DNP)

### Estabilización con emulsión asfáltica

Este trabajo consiste en la construcción de una base estabilizada con emulsión asfáltica, de acuerdo con los alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto. El material por estabilizar puede ser aquel que resulta al escarificar una capa superficial existente, un material que se adiciona o una mezcla de ambos.

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 2013, para el caso de emulsión asfáltica y para el caso de los asfaltos naturales.





Fotografía 4 Proceso de estabilización con ligante bituminosos (Fuente: <https://www.emaze.com/@ATTQWLQQ/Untitled>)

### Estabilización mecánica – Base granular

La base granular consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de materiales de base granular tipo C aprobado de acuerdo al artículo 330-13 de INVÍAS sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensión indicados en los planos y demás documentos del proyecto.

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 Ilustración 10, se muestra un flujograma de toma de decisión del tipo de estabilizante apropiado:

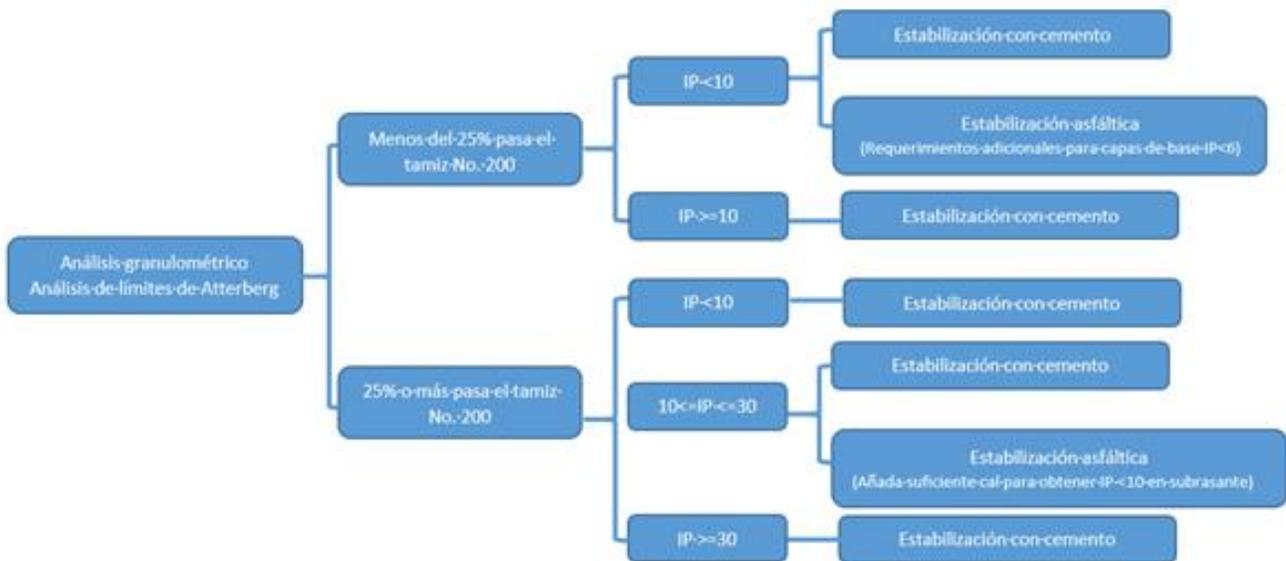


Ilustración 10 Determinación del tipo de estabilizante apropiado basado en el pasa tamiz (Fuente: (Currin et al., 1976 en Mallela et al., 2004))

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.

#### d. 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 finos expuesto.
- Generar ahorros en los costos de operación vehicular.
- Impermeabilizar capas

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 portante<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Especificación Generales de construcción de carreteras. Artículo 433-13



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 seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido<sup>11</sup>.



Fotografía 7 Proceso de aplicación de TSD.  
(Fuente: Archivo DNP)

#### e. 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:

<sup>11</sup> Especificaciones generales de construcción de carreteras. Artículo 431-31



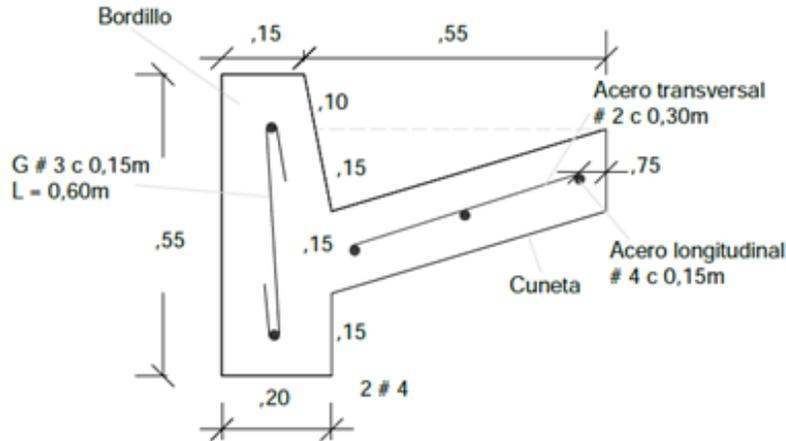


Ilustración 11 Detalle berma cuneta (Fuente: Modelo INVIAS)

### 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 identifique 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 Ilustración 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.

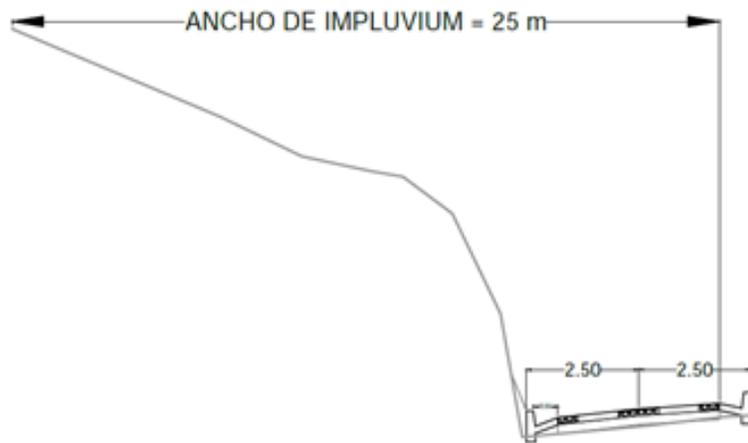


Ilustración 12 Esquema del ancho del impluvium como parámetro de diseño de cunetas para vías terciarias  
(Fuente: Documentos INVIAS)

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 han sido calculados para el caso crítico en que la pendiente longitudinal de la vía sea la mínima es decir de 0,5%.

En la Ilustración 13 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

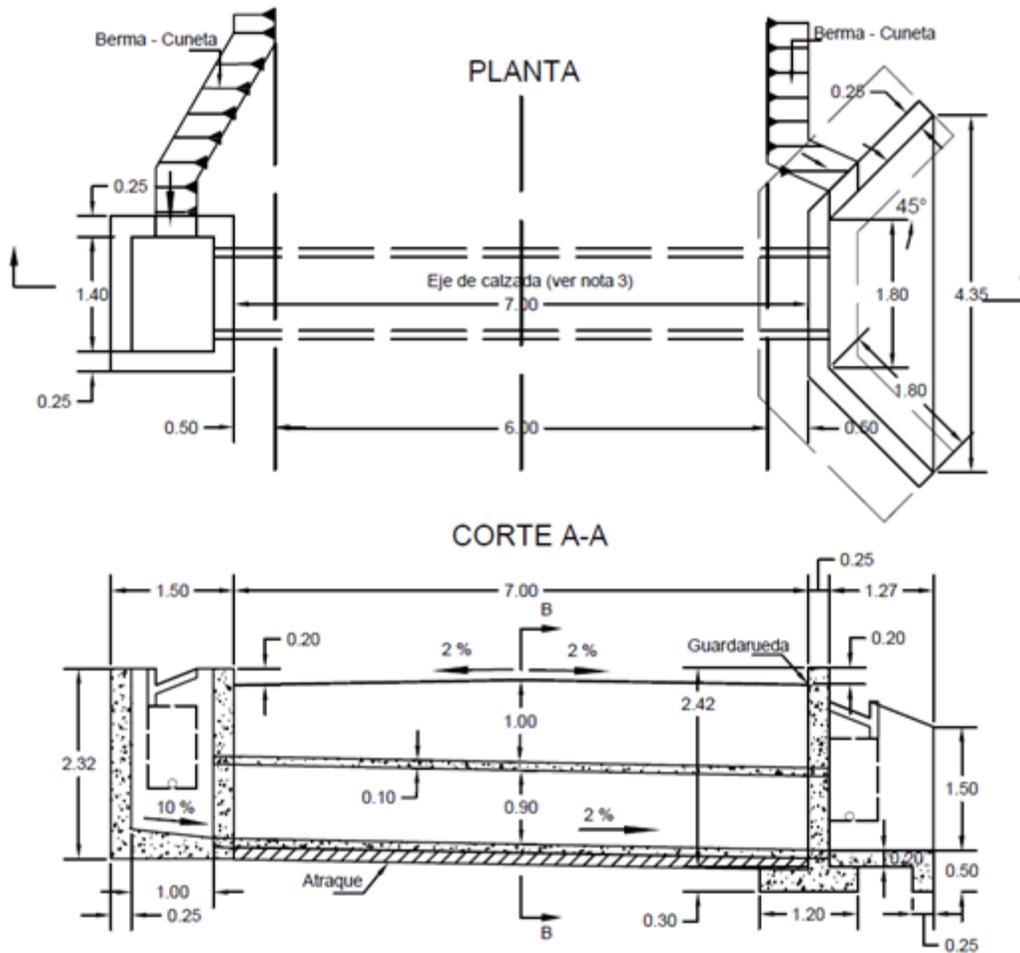


Ilustración 13 Detalle alcantarilla tipo poceta-aleta (Fuente: cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea INVIAS 2016)

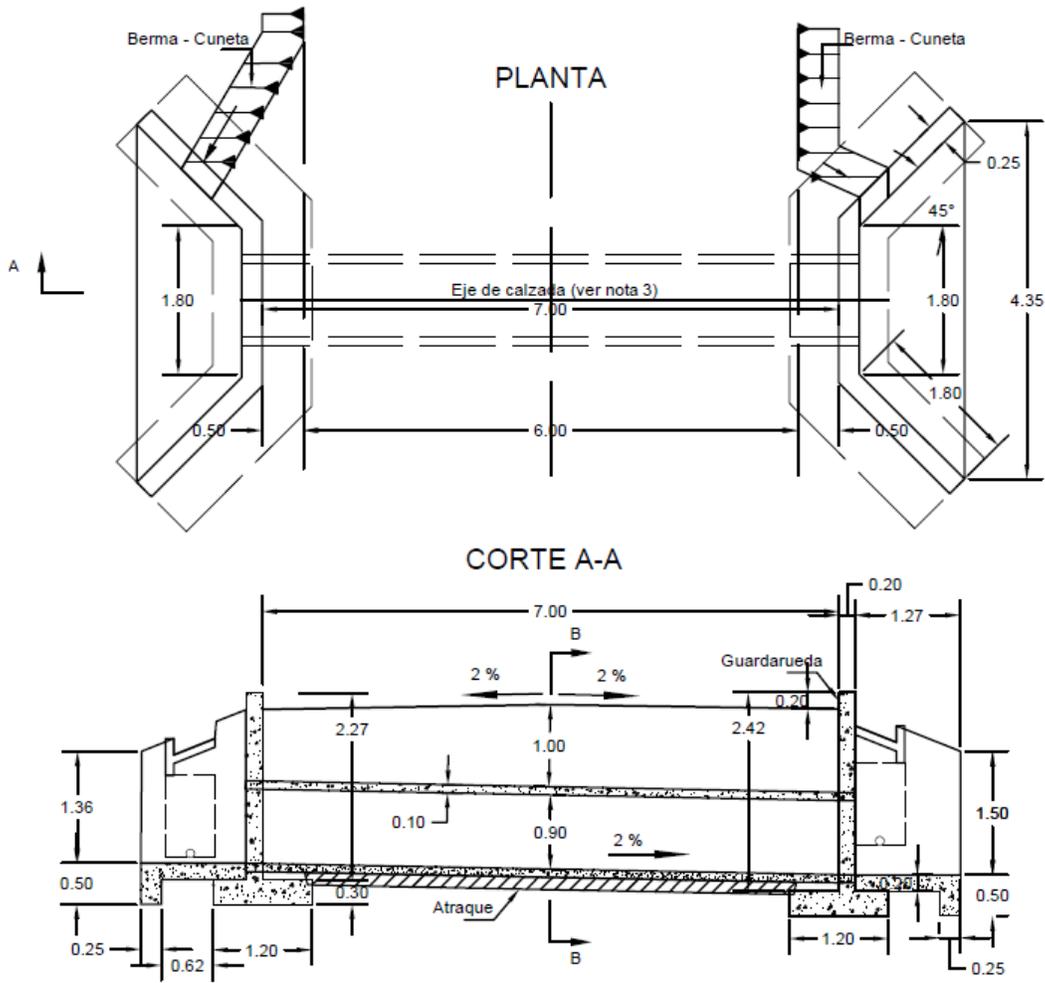


Ilustración 14 Detalle alcantarilla tipo aleta-aleta (Fuente: cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea INVIAS 2016)

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 Ilustración 15 se muestra el detalle del muro de cabezal.



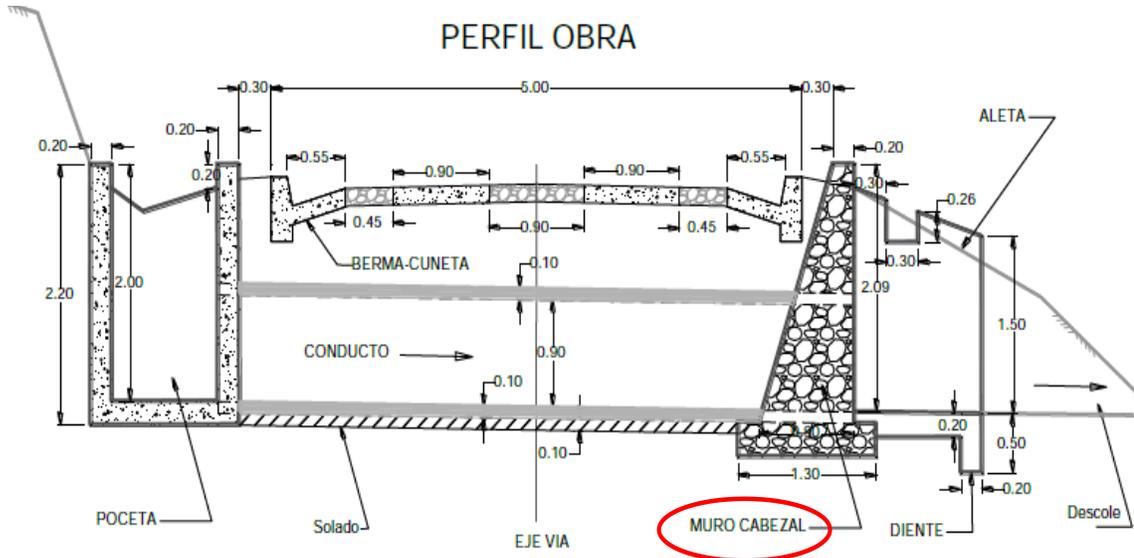


Ilustración 15 Detalle Cabezal de salida con aletas tipo (Fuente: Guía de diseño de pavimentos de placa huella INVIAS)

En la Fotografía 8 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)

### 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 9 y Fotografía 10 se muestra un registro fotográfico de diferentes tipos de Box Culvert:





Fotografía 9 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 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)

### 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



53 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 socavación.

En las ilustraciones 16 y 17 y en la Fotografía 11 se muestra el esquema de los disipadores de energía contemplados en el presente proyecto tipo:

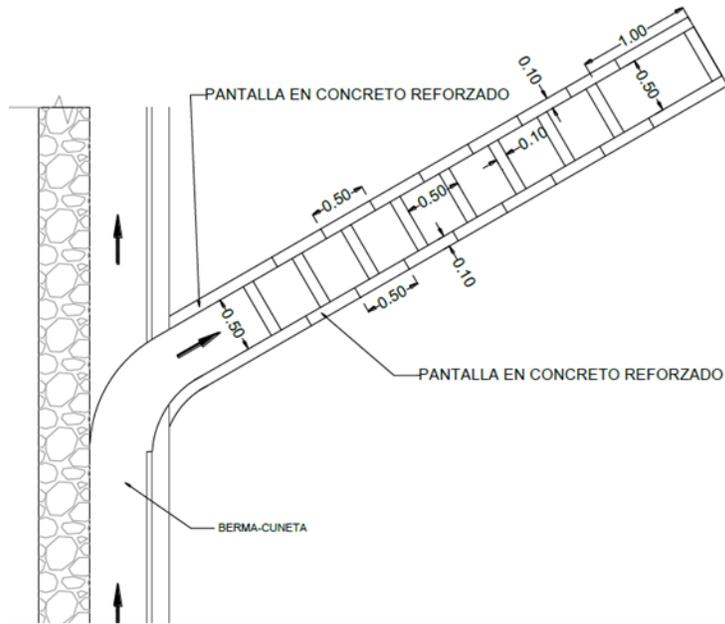


Ilustración 16 Disipador de energía de tipo rápidas escalonada en planta (Fuente: Guía de diseño de pavimentos de placa huella INVIAS)

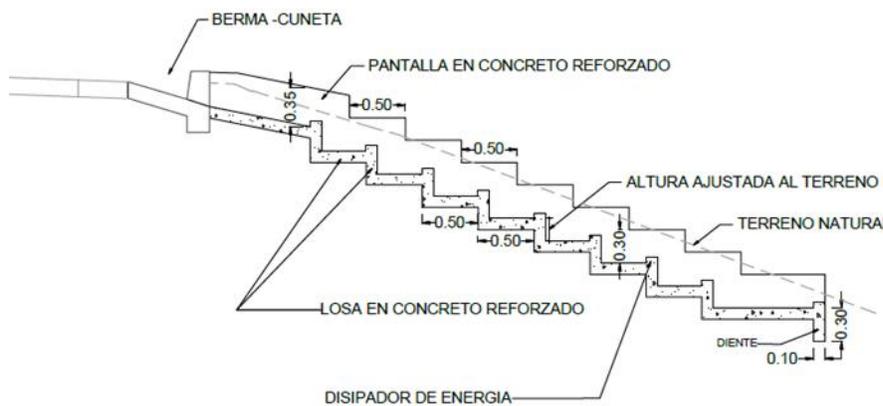


Ilustración 17 Disipador de energía de tipo rápidas escalonada en perfil (Fuente: Guía de diseño de pavimentos de placa huella INVIAS)





Fotografía 11 dissipador 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)

#### f. Obras 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



155 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 Ilustración 18 se muestra un esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona:

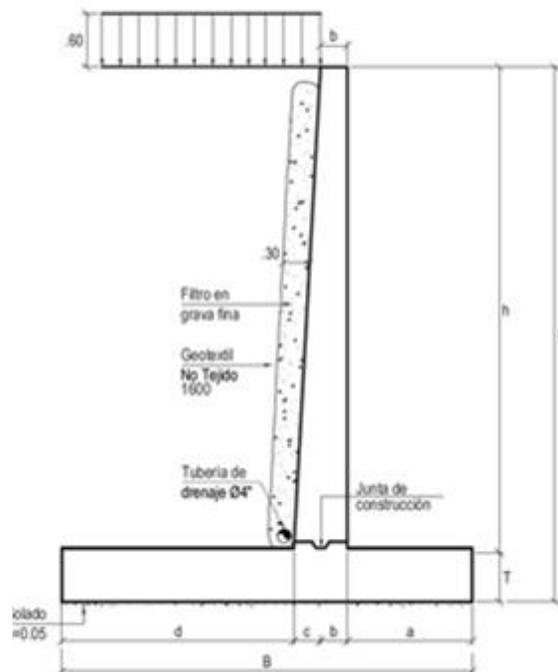


Ilustración 18 Esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona (Fuente: cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea INVIAS 2016)

### Muros de 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 Ilustración 19, se muestra un esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de pata:

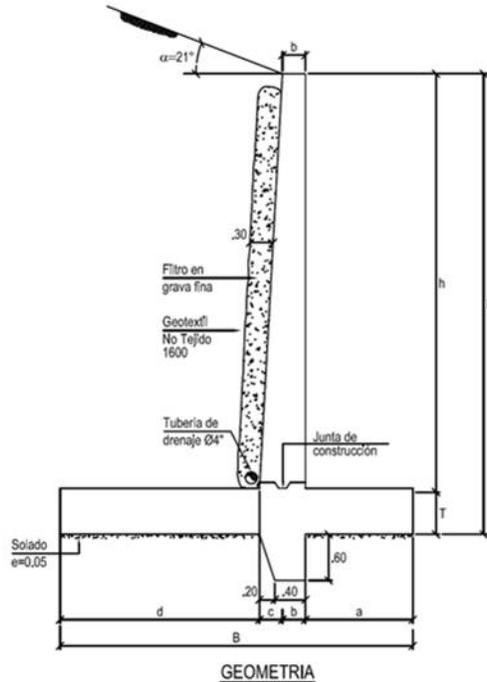


Ilustración 19 Esquema general en corte transversal del muro de contención en concreto de corona (Fuente: cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea INVIAS 2016)

### 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. El método constructivo vinculado al muro de tierra estabilizado mecánicamente se basa en brindar cohesión al suelo lo que permite reducir el empuje de tierra que debe soportar el muro de paneles prefabricados de concreto.

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 Ilustración 20 se muestra un esquema general en tres dimensiones de Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto:



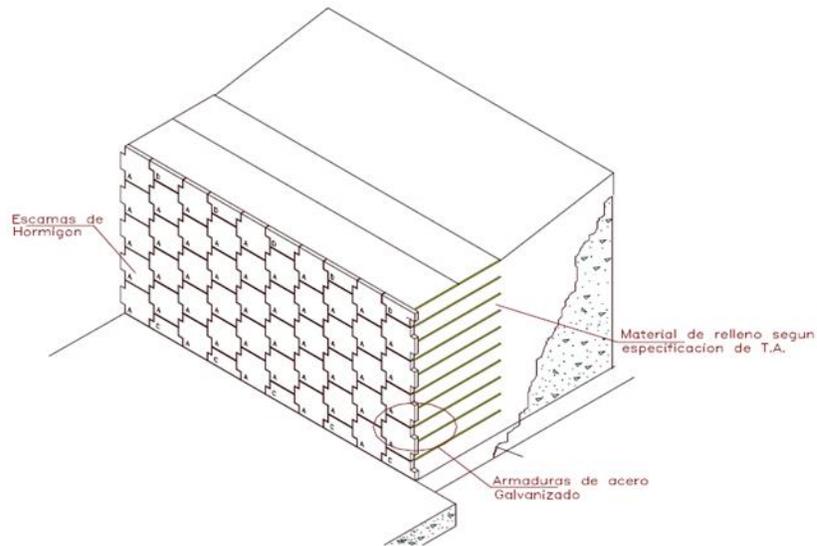


Ilustración 20 Esquema general en tres dimensiones de muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto (Fuente: Manual montaje de Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto)

### Muros prefabricados en gavión

El muro gavión es un elemento con forma de caja o cesta de 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/diseño-de-gaviones-muro-de-contención.html>)

### 6.1. 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 los mismos nombres y



59 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.

## 6.2. Proceso constructivo

Es el conjunto de fases sucesivas o traslapadas en el tiempo necesarias para materializar un proyecto de infraestructura.

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.



Ilustración 21. Proceso constructivo

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.



## 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 actividades de la administración de la ejecución.

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).

### 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 subrasante<sup>12</sup>. 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.

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

<sup>12</sup> 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



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 o mejores 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)

## 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. 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. 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 del 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 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 carreteras<sup>13</sup>.

### Acero figurado de refuerzo para caja

Los requisitos de estos elementos deben corresponder con lo especificado en el artículo INVIAS

---

<sup>13</sup> Capítulo 6 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS; Estructuras y Drenajes

640<sup>14</sup> . 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 descarga e instalación de la tubería. Por regla general, se realizan donde no es posible realizarlo por medios mecánicos. Puede incluir carga 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/cm<sup>2</sup> 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 debe proteger contra la socavación, tal como se observa en la Ilustración 22:

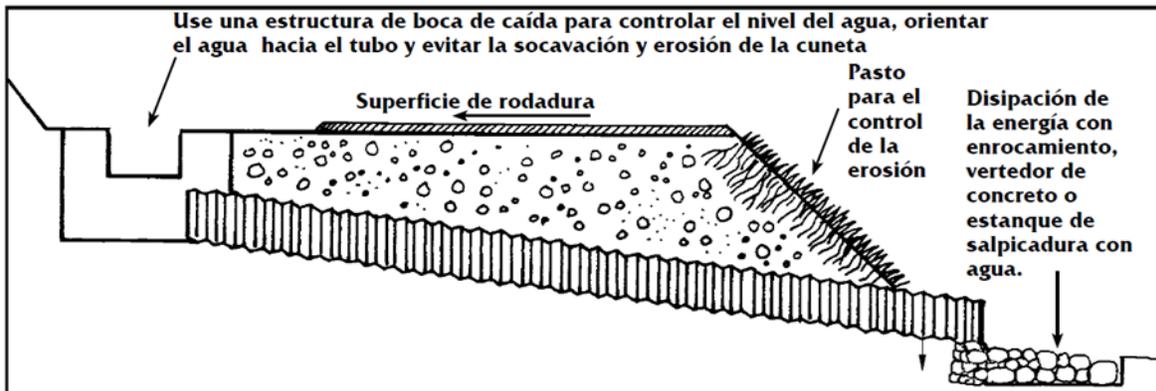


Ilustración 22 Recomendaciones de instalación de alcantarillas (Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales)

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.

<sup>14</sup> Acero de Refuerzo

El material ideal para relleno es un suelo granular bien gradado o una mezcla de grava y arena bien graduada con no más del 10% de finos y libre de fragmentos de roca.

En la Ilustración 23 se muestra un esquema de la recomendación para garantizar en la instalación mínimo 30 cm de material granular compactado para evitar aplastamiento por el tránsito:

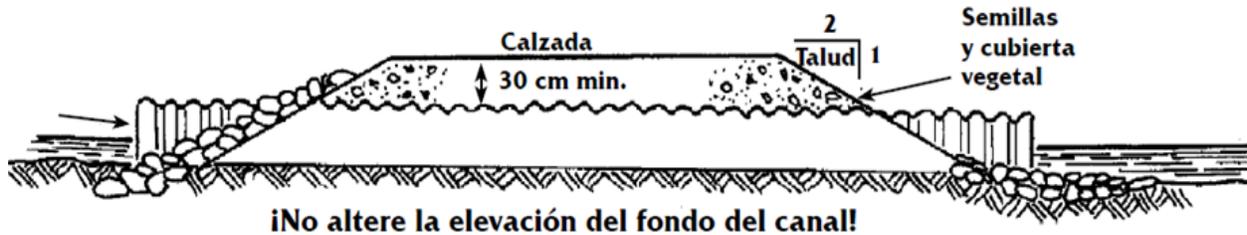


Ilustración 23 Instalación recomendada para alcantarillas (Fuente: KELLER Gordon; SHERAR James; Ingeniería de Caminos Rurales Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales)

### 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 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 entrabada.
- Garantizar conformación de rellenos que protegerán el muro de gavión.

- Garantizar condiciones de drenaje.

### 6.3. Interventoría y supervisión del Proyecto<sup>15</sup>

#### Interventoría

La interventoría consistirá en el seguimiento técnico que, sobre el cumplimiento del contrato, es necesario que la realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la entidad territorial. El contrato de interventoría de la obra debe ser supervisado directamente por la Entidad Estatal.

Se recomienda considerar un mes adicional en el presupuesto de interventoría para las actividades de recibo de obra y liquidación.

#### Supervisión

La supervisión consistirá en el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable, y jurídico que, sobre el cumplimiento del objeto del contrato, es ejercida por la misma entidad estatal cuando no requieren conocimientos especializados. Para la supervisión, la entidad territorial podrá contratar personal de apoyo, a través de los contratos de prestación de servicios que sean requeridos.

Las Entidades Estatales están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución de las obras públicas y lo deben hacer a través de un supervisor o interventor, según corresponda. La supervisión es el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable y jurídico y la Entidad Estatal la ejerce directamente. La interventoría es el seguimiento técnico especializado que realiza una persona natural o jurídica diferente a la Entidad Estatal. El contrato de interventoría también puede incluir la obligación de realizar la supervisión de los temas financieros, contables, administrativos y jurídicos.

Tanto el supervisor como el interventor deben exigir el cumplimiento de las normas técnicas obligatorias de la obra y certificar el recibo a satisfacción únicamente cuando la obra ha sido ejecutada a cabalidad. Los contratos de obra pública cuya modalidad de selección es la licitación pública deben contar con un interventor. Por otra parte, en los estudios previos para Procesos de Contratación de obra pública, cuyo valor supere la menor cuantía, la Entidad Estatal debe pronunciarse expresamente sobre la necesidad de contar con un interventor.

<sup>15</sup> 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".

## 69 | 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 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

Los costos presentados en el presupuesto pueden variar acorde con las variaciones del IPC anual, mano de obra, costos de transporte de material y puesta en el sitio donde se desarrolle el proyecto, por lo cual requerirá un ajuste de los mismo.

El presupuesto detallado de obra deberá ser realizado por la entidad territorial.

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:

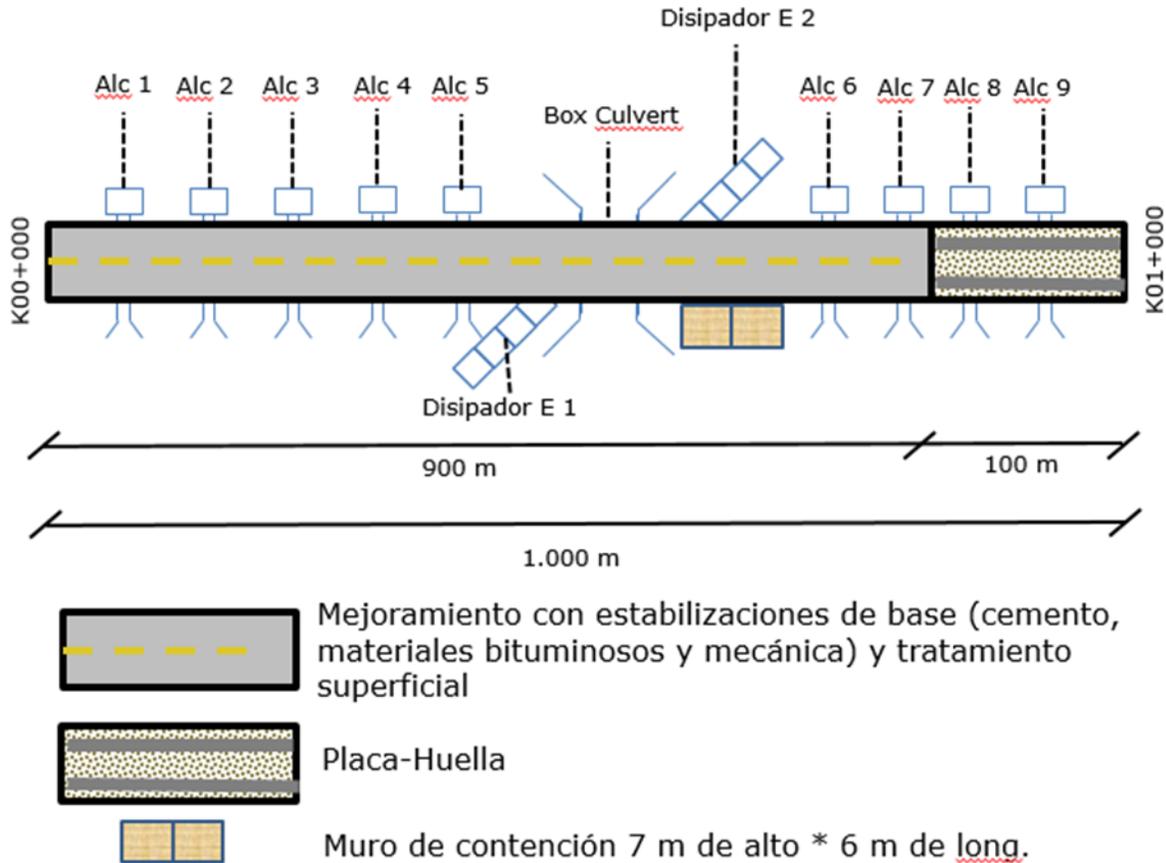


Ilustración 24 Intervención tipo de mejoramiento de vías terciarias (Fuente: Elaboración DNP)

- 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.
- Nueve (9) alcantarillas, un (1) box coulvert, dos (2) disipadores 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

71 equipo, transporte y mano de obra de la zona donde se va a implantar.

Nombre del proyecto		Mejoramiento de vías terciarias				
Código del proyecto						
Objetivo general 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	
		<b>Costo total construcción</b>				<b>\$ 804.664.083</b>
		Servicios de mantenimiento	Número	Mantenimiento general	\$ 1.070.000,00	
		Limpiar obras de drenaje	\$ 1.070.000,00			
<b>Costo de mantenimiento anual</b>				<b>\$ 2.140.000,00</b>		
Causa directa (2)	Objetivo específico (2)	Producto	Unidad de medida	Actividad	Costo Total (Incluye AIU)	
Deficiente mantenimiento	Mejorar el mantenimiento en vías terciarias	Plan de administración	Número	Planear y administrar las vías mejoradas	\$ 1.926.000,00	

Tabla 5 Presupuesto del Proyecto (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) refiriéndose a una interventoría cuyo alcance correspondería a un proyecto de 1 Km. de longitud. No obstante, se debe realizar el presupuesto de interventoría correspondiente a las necesidades del proyecto.

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.

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.



### 7.3. Cronograma

Actividad	Descripción de la actividad	Duración (días)	Precedencias	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4				
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12		
1	Realizar obras preliminares	45		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Implementar el mejoramiento de vías terciarias para la estructura de pavimento	60	1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Construir obras de drenaje	30	2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Construir obras de contención	15	3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Desarrollar la interventoría del proyecto	120		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabla 6 Cronograma del Proyecto (Fuente: Grupo de estructuración de proyectos)

#### 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.



## 73 8. 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.

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

Tabla 7 Costos estimados de operación (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 placa huella, 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 extradimensionadas) 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.

Tipo de Mantenimiento	Frecuencia (veces por año)	Monto estimado (pesos)	Monto total (pesos)
<b>Preventivo</b>	2	535.000	1.070.000
<b>Periódico</b>	1	1.070.000	1.070.000
<b>Correctivo (reposición eventual del elemento afectado)</b>	Capa de relleno, obra afectada	Según los precios del proyecto	

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

**NOTA: Se aclara que las actividades a financiar no pueden constituir gastos recurrentes de acuerdo con lo establecido en la Ley 1530 de 2012.**



## 9. Glosario

### A

**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).

### B

**Base granular:** capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento., 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 estructuras de sección cerradas de forma rectangular cuya finalidad es el paso y conducción de fluidos (drenaje transversal).

### C

**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).

**Capacidad de portante del suelo:** la capacidad de portante del suelo o CBR (por sus siglas en inglés), es una medida de la resistencia del suelo, comparado con un suelo patrón de grandes calidades, se obtiene haciendo referencia con otros tipos de suelo. 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

**Centro de gravedad:** Corresponde al punto para la distribución del movimiento de tierra.

### E

**Entretangencia:** Distancia recta entre dos curvas sucesivas, ya sean curvas en sentidos

contrarios o en el mismo sentido<sup>16</sup>.

**Escorrentía:** agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno (RAE, s.f.). corresponde a agua que escurre por los terrenos de la hoya hidrográfica superficialmente (escorrentía superficial) o subterráneamente (escorrentía subterránea).” Manual de drenaje para carreteras.

**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.

## M

**Mantenimiento periódico:** comprende la realización de actividades de conservación a intervalos variables, entre 3 y 5 años, 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: reconfiguración 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.

<sup>16</sup> Planteamiento metodológico para establecer la demarcación en vías de primer orden con especificaciones de diseño anteriores a las vigentes y el manual de diseño geométrico para carreteras de 1998 y el manual de señalización de 2004. Martha Carolina Cáceres Rodríguez. Tesis de pregrado 2008.

## P

**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.

**Periodo pico:** Periodo de tiempo de mayor demanda vehicular.

**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).

## R

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

**Rehabilitación:** el conjunto de todas las obras a ejecutar en una vía, que comprende la realización de actividades que tienen por objeto reconstruir o recuperar las condiciones iniciales de la vía de manera que se cumplan las especificaciones técnicas con que fue diseñada (Ley 1682. Ley de infraestructura).

## S

**Sección homogénea:** de diseño, con base en sus propiedades mecánicas, en la geología de la zona, en las características geotécnicas del lugar y en las condiciones de drenaje.

**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:** capa estructural de pavimento, constituida por una mezcla uniforme de suelos o agregados (material adicionado totalmente o resultante de la escarificación de la capa superficial existente, o una mezcla de ambos), cemento hidráulico, agua y eventualmente aditivos.

## T

**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.). los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas y deberá cumplir las especificaciones del INVIAS.



## 10. 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. Esquemas de modelos de diseño de obras de contención y de drenaje de INVIAS.



## 11. 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; pavimentos. Materiales, construcción y diseño; 1ª. Ed.; Bogotá: Ecoe Ediciones, 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).

Versión 2. 2020

Derechos reservados ©

El material de este sitio no se puede vender o distribuir de ninguna manera para obtener ganancias o beneficios por ello.



Calle 26 # 13-19 – Edificio FONADE  
Bogotá D.C., Colombia  
Teléfono: (57) 1 3815000

Calle 18 No. 7-59  
Bogotá D.C., Colombia  
Teléfono: (57) 1 3323434

