	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(81)

1

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	José Laín Balmaceda Toro		
FACULTAD	De ingeniería		
PLAN DE ESTUDIOS	Tecnología en Obras Civiles		
DIRECTOR	Esp. Agustín Armando Macgregor Torrado		
TÍTULO DE LA TESIS	Evaluación de alternativas de mejoramiento de vías terciarias: Tratamiento superficial con emulsión asfáltica y Placa huella.		
TITULO EN INGLES	Evaluation of alternatives for the improvement of tertiary roads: Surface treatment with asphalt emulsion and Footprint plate.		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>Para el desarrollo del estudio comparativo de los tipos de mejoramiento de vías terciarias en Colombia es necesario realizar una compilación de las alternativas para la pavimentación de vías terciarias en el país, que están avaladas por organismos nacionales como el Instituto Nacional de Vías, y el Departamento Nacional de Planeación, para posteriormente detenerse en las alternativas seleccionadas y realizar una compilación de casos de éxito de la utilización de estos mejoramientos en el país, analizando los costos de construcción para determinar la factibilidad de utilizar cada alternativa en las zonas rurales de Colombia.</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>For the development of the comparative study of the types of improvement of tertiary roads in Colombia, it is necessary to make a compilation of the alternatives for the paving of tertiary roads in the country, which are endorsed by national organizations such as the National Institute of Roads, and the Department National Planning, to later stop at the selected alternatives and make a compilation of success stories of the use of these improvements in the country, analyzing the construction costs to determine the feasibility of using each alternative in rural areas of Colombia.</p>			
PALABRAS CLAVES	Vías, Pavimentación, Desarrollo, Construcción.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Roads, Paving, Development, Construction.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 86	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



Vía Aclosure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Evaluación de alternativas de mejoramiento de vías terciarias: Tratamiento superficial con emulsión asfáltica y Placa huella.

José Laín Balmaceda Toro

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Tecnología en Obras Civiles

Esp. Agustín Armando Macgregor Torrado

08 Junio 2022

Índice

Capítulo 1. Generalidades	7
1.1 Elección del tema	7
1.2 Delimitación del tema	10
1.3 Desarrollo Del Argumento	11
1.4 Metodología	13
1.5 Cronograma de trabajo	15
2. 1. Generalidades de las vías en Colombia.	16
2.1 Red Vial de Orden Primario.....	17
2.2 Red vial de orden Secundario.....	18
2.3 Red Vial Terciaria	22
3. Capítulo 2. Marco referencial sobre las alternativas de mejoramiento de vías terciarias en Colombia.	25
3.1.1 Manuales y cartillas para el mejoramiento de vías terciarias.....	25
3.2 Normatividad aplicable	34
3.2.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.....	34
3.2.2 Normas Técnicas Colombianas NTC, emanadas por el ICONTEC.	34
3.3 Alternativas de mejoramiento de vías terciarias	36
3.3.1 Fase previa.....	36

3.3.2	Estudio topográfico	47
3.3.3	Estudio de suelos	48
3.3.4	Estudio de tránsito	49
3.3.5	Tipo de intervenciones	50
3.4	Fase de construcción	58
3.4.1	Criterios de mejoramiento de la subrasante	58
3.4.2	Subbase granular	59
3.4.3	Base granular	59
4.	Capítulo 3. Recopilación de proyectos ejecutados mediante la utilización de tratamiento superficial con emulsión asfáltica y placa huella.	60
4.1	Programa de Caminos básicos de Chile	60
4.2	Tratamiento superficial con emulsión asfáltica de la empresa Pro Base Road Global en la Calera, Cundinamarca	62
4.2.1	Sistema Pro Base Road	63
5.	Capítulo 4. Análisis de costos del mejoramiento de vías terciarias con tratamiento superficial con emulsión asfáltica respecto a Placa huella	68
5.1.1	Pavimentos con Placa – Huella.	68
5.1.2	Tratamiento superficial doble.....	71
6.	Referencias.....	74

Lista de tablas

	Pagina
Tabla 1. Estructura del Manual de Drenaje del Invias	27
Tabla 2. Contenido de la Guía de diseño de pavimentos con Placa huella	30
Tabla 3. Criterios para identificar el mejoramiento de vía terciaria	36
Tabla 4. Datos generales del proyecto “estudios y diseños para la construcción de placa huella en el sector de la vereda Boquerón -el Cauca corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña – Norte de Santander	37
Tabla 5. Diagnostico técnico visual del tramo de estudio.....	40
Tabla 6. Niveles de tránsito.....	50
Tabla 7. Alternativas propuestas por la cartilla de proyectos tipo para el mejoramiento de vías	58
Tabla 8. Revisión de espesores recomendados para el mejoramiento de la subrasante...	59
Tabla 9. Parámetros de diseño de estructura de Placa huella.....	69
Tabla 10. Costos de Estructura de Placa Huella	70
Tabla 11. Costos de construcción de un tratamiento superficial doble en metros cuadrados	72

Lista de Figuras

	Pagina
Figura 1. La intervención física en las vías terciarias.....	8
Figura 2. Panorama de la red terciaria en Colombia.....	12
Figura 3. Red vial primaria de Colombia	17
Figura 4. Red vial colombiana.....	21
Figura 5: Manual de drenaje para carreteras del Instituto Nacional de Vías.....	26
Figura 6. Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella	29
Figura 7. Obras menores de drenaje y estructuras viales.....	31
Figura 8. Cartilla de proyectos tipo de Mejoramiento de vías terciarias-vías de tercer orden del DNP.....	33
Figura 9. Localización del tramo de estudio.....	38
Figura 10. Tramo de diagnóstico técnico.....	40
Figura 11. Vista en planta de plano topográfico	47
Figura 12. Tipología vehicular a clasificar en los aforos planteados.....	49
Figura 13. Portada especificaciones técnicas del Invias 2022.....	51
Figura 14. Proceso de estabilización con cemento	52
Figura 15. Proceso de estabilización con ligante bituminosos	54
Figura 16. Proceso de estabilización mecánica	55
Figura 17. Proceso de aplicación de lechada asfáltica.....	56
Figura 18. Mejoramiento con tratamiento superficial doble.....	56
Figura 19. Sello de Cabo y Sello de Otta.....	61
Figura 20. Evolución del programa de Caminos Básicos desde 2003 hasta 2015.....	61

Figura 21. Estado inicial de la vía Vereda San Rafael.....	64
Figura 22. Limpieza y perfilado de la vía.....	65
Figura 23. Aplicación del polímero TX-85 en la Vereda San Rafael.....	66
Figura 24. Resumen proceso aplicación PB-65.	67
Figura 3. Ubicación del acero de refuerzo en estructuras de Placa Huella.....	69

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Elección del tema

La red vial terciaria colombiana tiene un 67% del total de la red nacional, 195 a la red secundaria que está bajo administración de los departamentos, al 67 % de la malla vial total de Colombia, el 8 % corresponde a la Red Nacional a cargo de la Nación y 6 % restante son vías de carácter privadas. En la actualidad, la red terciaria tiene una extensión de 142.284 kilómetros, de los cuales 27.577 están a cargo del INVIAS, 100.748 a cargo de los municipios y 13.959 a cargo de los departamentos. (Valderrama, 2017).

Basado en esto el gobierno evidencia que las vías terciarias provocan un gran impacto en la población tanto en lo social como económico y esto genera que la calidad de vía aumente en el territorio. Con lo cual se observa que existe una relación entre las necesidades de infraestructura de transporte y la pobreza. Por lo cual debe tenerse en cuenta que el desarrollo de infraestructura mejora la economía. Estudios como los de Sánchez (1994) y Cárdenas, Escobar y Gutiérrez (1995), así como Fedesarrollo, afirman que al aumentar el 1% en la inversión en infraestructura vial, el incremento de la economía en las regiones equivale a un 0,42 %. (Pérez, 2005)

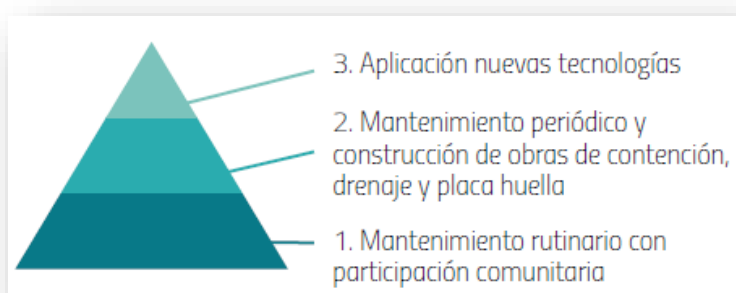
Tales razones llevaron a que implementaras programas y proyectos para el mantenimiento rutinario y mejoras de las vías terciarias llevando a implementarse mecanismo como las estructuras en placa huella en tramos críticos donde los vehículos no pueden transitar en épocas de lluvia. En el año 1984 el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, creó las Microempresas Asociativas con el propósito de apoyar el mantenimiento rutinario de las carreteras nacionales, este programa fue establecido a partir de los resultados del proyecto “Pico

y Pala” del Programa de Caminos Vecinales, creado en la década de los 70 por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Luego en 1994, con algunas modificaciones, el programa continuó funcionando exclusivamente para la Red Vial Nacional bajo las directrices establecidas por el INVIAS y, en 1995, esta entidad complementó el Programa con la figura del “Administrador Vial”.

Durante los años 2011 y 2012, el Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías, la Federación Nacional de Cafeteros y Acción Social de la Presidencia de la República desarrollaron el Programa “Camineros” para la ejecución de mantenimiento rutinario en la red terciaria con participación comunitaria en el cual la intervención física se planteó así:

Figura 1.

La intervención física en las vías terciarias



Nota: La figura fue tomada del artículo “El rol de las vías terciarias en la construcción de un nuevo país” (Valderrama, 2017)

En los últimos años en Colombia se intensificó el uso de sistemas de placa huella para el mejoramiento en las vías terciarias debido a que las condiciones climáticas que se presentan en muchas zonas del país hacen que la conservación de las vías en afirmado sea poco eficiente, por tal motivo considerando el uso masivo y la ausencia de un método unificado de diseño y construcción de los mismos, el Instituto Nacional de Vías - INVIAS contrató mediante concurso de méritos al consorcio Manuales y Guías CEAL 2015, conformado por las firmas El Alcázar SAS, La Compañía de consultoría y construcciones LTDA. y Vías Alfa EU, para la elaboración de una Guía de Diseño de Pavimentos con placa-huella. (Armando Orobio, 2016).

Otro tipo de mejoramiento que esta se establece en el la guía para proyectos Tipo para el Mejoramiento de vías terciarias o vías de tercer orden del Departamento Nacional de Planeación en la que se establecen las intervenciones lineales que van a satisfacer necesidades tanto funcionales como estructurales de las vías terciarias del país y que cuentan con la normas y especificaciones aprobadas por el Instituto Nacional de vías, estas soluciones de tipo estructural comprende la estabilización con cemento, con materiales bituminosos y mecánica, por su parte las soluciones funcionales comprenden la lechada asfáltica y el tratamiento superficial doble – TSD. En tal sentido, la guía plantea 9 alternativas me mejoramiento de vías terciarias, para el caso específico de este proyecto de grado se analizará las alternativas pavimentación mediante tratamientos superficiales y construcción de placa huella, realizando un estudio de costos y lo casos de éxitos que se han dado en diferentes zonas del país para cada uno de las soluciones de mejoramiento planteadas.

1.2 Delimitación del tema

Delimitación Conceptual: Para la realización de la investigación, es necesario tener claridad en los conceptos como: Placa Huella, Tratamiento superficial simple, Tratamiento superficial doble, Estabilización de subrasante, emulsión asfáltica, concreto ciclópeo, costos.

Delimitación Geográfica: De acuerdo al tipo de investigación, la delimitación geográfica corresponde a todas las vías por mejorar y en mejoramiento que se encuentren dentro del territorio colombiano y zonas donde aplique el marco normativo colombiano.

Delimitación Temporal: Las actividades se desarrollarán en un tiempo estimado de seis (08) semanas contados a partir de la aprobación de la propuesta.

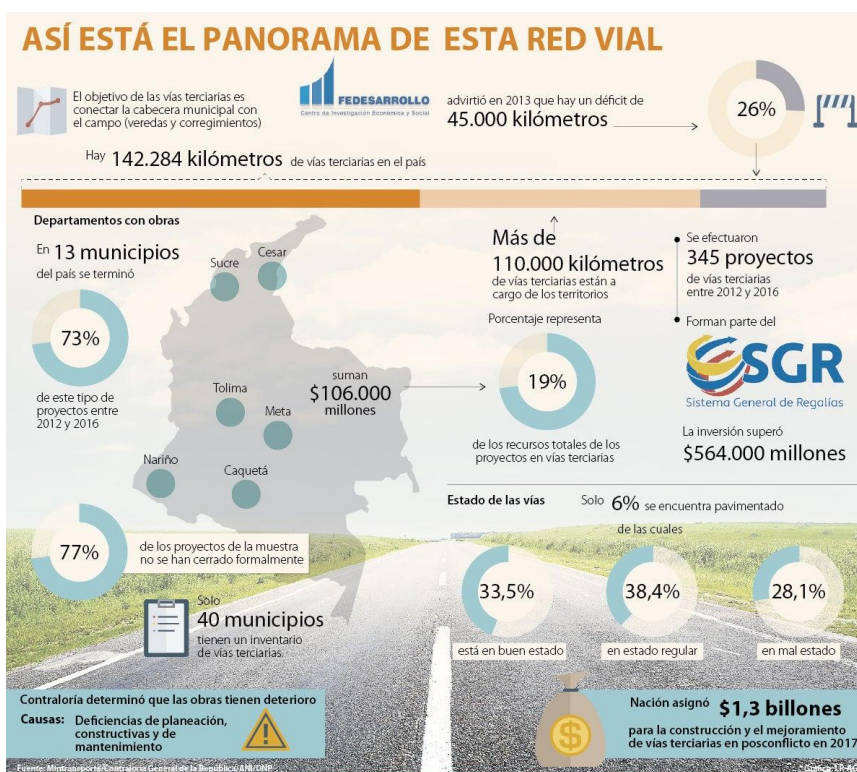
Delimitación Operativa: Para el desarrollo del estudio comparativo de los tipos de mejoramiento de vías terciarias en Colombia es necesario realizar una compilación de las alternativas para la pavimentación de vías terciarias en el país, que están avaladas por organismos nacionales como el Instituto Nacional de Vías, y el Departamento Nacional de Planeación, para posteriormente detenerse en las alternativas seleccionadas y realizar una compilación de casos de éxito de la utilización de estos mejoramientos en el país, analizando los costos de construcción para determinar la factibilidad de utilizar cada alternativa en las zonas rurales de Colombia

1.3 Desarrollo Del Argumento

Actualmente la red terciaria tiene una extensión de 142.284 kilómetros, de los cuales 27.577 están a cargo del INVÍAS, 100.748 a cargo de los municipios y 13.959 a cargo de los departamentos. (Valderrama, 2017), esto significa que 7 de cada 10 kilómetros de la red nacional de carreteras pertenecen a una red de vía terciaria, sin embargo, según estudios de la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF), solo se destina el 0.7% de la inversión en Infraestructura vial realizada por el Invías se destina para el mantenimiento de las vías terciarias en 2017, en cifras generales, la inversión equivale solo al 0,03% del PIB nacional, estando por debajo de lo aconsejado por el Banco Mundial que es el 0,4% (Rodríguez Salcedo , 2019). Esto afecta los informes de acoetividad del país, pues Según el Foro Económico Mundial, Colombia se está quedando rezagado en la calidad de la malla vial, ubicando a Colombia en la posición 110 entre 137 países. De esto se desprende que el 45,4% de las vías no pavimentadas están en mal estado y el 36,1% en regular estado, y de las vías pavimentadas solo 33,5% está en buen estado, según el Director del Instituto Colombiano de Vías (INVÍAS , 2021).

Basado en esto, el gobierno evidencia que las vías terciarias provocan un gran impacto en la población tanto en lo social como económico y esto genera que la calidad de vida aumente en el territorio. Por lo cual debe tenerse en cuenta que el desarrollo de infraestructura mejora la economía. Estudios como los de Sánchez (1994) y Cárdenas, Escobar y Gutiérrez (1995), en Conjunto con Fedesarrollo, estiman que con el aumento del 1% de la inversión en infraestructura vial terciaria, se incrementa hasta en un 0,42% la economía y el valor del producto en las regiones (Pérez, 2005). En la figura 2 se muestra el panorama de la red vial terciaria de Colombia.

Figura 2.

Panorama de la red terciaria en Colombia

Nota: Adaptado de varias fuentes por Editorial La República.

Ahora bien, la situación anteriormente presentada supone una mayor inversión en el mejoramiento de vías terciarias, pues los proyectos PDET tienen entre sus pilares fundamentales el aumento de la calidad de vida de los habitantes de las zonas afectadas por el conflicto con la rehabilitación y mantenimiento de las vías de acceso. Diversos autores demuestran que los métodos de mejoramiento de vías terciarias más eficientes son el tratamiento superficial con emulsión asfáltica y la pavimentación con Placa Huella, pues estos tratamientos mejoran la transitabilidad y comodidad del usuario, y que mediante la ejecución de mantenimientos periódico y rutinarios se puede aumentar en gran medida a durabilidad de las vías. (Guerrero Veloza, 2014).

Los tratamientos superficiales se pueden entender como la ejecución de un trabajo con un liante bituminosos y que puede aplicarse solo, o acompañado de agregado pétreo, el tratamiento superficial doble se compone de dos riegos alternados y uniformemente distribuidos de ligante bituminosos y un agregado pétreo extraído de cantera (Montejo, 2002). Estudios como (Galeano , 2020), (Rodriguez , Torres, & Villanueva , 2020) demuestran la utilización con éxito de los tratamientos superiores en las vías rurales del país.

Por su parte, un mejoramiento de vías más extendido en Colombia es la pavimentación con placa huella, pues el Invías ha dispuesto un manual para el correcto uso del concreto ciclópeo y las placa de concreto en las vías con altas pendientes y un bajo o moderado tránsito. Así mismo el departamento Nacional de Planeación estipula este tipo de pavimentación como una alternativa mediante su manual de proyectos Tipo para vías terciarias.

1.4 Metodología

Tipo de investigación: El tipo de investigación corresponde a una investigación de tipo Cualitativa, y explicativa, ya que se realizará la recopilación de datos no cuantificables para luego determinar parámetros que obedecen al seguimiento y control técnico, administrativo y financiero aplicados a la construcción de muros de contención en el mejoramiento de vías.

Recolección de información: La recolección de información se realiza mediante las técnicas de recolección y los instrumentos utilizados.

Técnicas de recolección: Para la recolección de información se aplica la revisión documental de manuales, normas o guías y estudios realizados con relación al tema de investigación, que permita establecer parámetros mínimos necesarios para establecer los costos de construcción de las alternativas de mejoramiento de vía analizada en el estudio

Instrumentos para la recolección de información: Se utilizan fuentes bibliográficas que suministran algún tipo de información, libros, monografías, tesis, artículos de revista, biblioteca y empresas constructora o de interventoría que se relacionen con el mejoramiento de vías terciarias.

Procedimiento metodológico: Para el desarrollo de la investigación, se abordan los siguientes capítulos.

Capítulo 1. Generalidades de las vías terciarias en Colombia.

Capítulo 2. Marco referencial sobre las alternativas de mejoramiento de vías terciarias en Colombia.

Capítulo 3. Recopilación de proyectos ejecutados mediante la utilización de tratamiento superficial con emulsión asfáltica y placa huella.

Capítulo 4. Análisis de costos del mejoramiento de vías terciarias con tratamiento superficial con emulsión asfáltica respecto a Placa huella

1.5 Cronograma de trabajo

Tabla 1.

Cronograma de actividades

Actividad /Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Capítulo 1. Generalidades de las vías terciarias en Colombia.								
Capítulo 2. Marco referencial sobre las alternativas de mejoramiento de vías terciarias en Colombia.								
Capítulo 3. Recopilación de proyectos ejecutados mediante la utilización de tratamiento superficial con emulsión asfáltica y placa huella.								
Capítulo 4. Análisis de costos del mejoramiento de vías terciarias con tratamiento superficial con emulsión asfáltica respecto a Placa huella								
Revisión del Documento final								
Correcciones								

Nota. El cuadro muestra el cronograma de actividades contempladas para dar cumplimiento para la ejecución del proyecto. Fuente: Autores propuesta de Monografía.

1. Generalidades de las vías en Colombia.

En Colombia las vías están a cargo de la nación, los departamentos y los municipios, pues dependiendo el grado de funcionalidad de las vías o según su clasificación cada ente a nivel nacional o territorial tiene control sobre este. Pues según el Manual de diseño geométrico de Carreteras del Invías las carreteras se clasifican según su funcionalidad y según su tipo de terreno, según su funcionalidad se tienen vías de nivel primario, que son los troncales, transversales y vías de acceso a las capitales de los departamentos del país que cumplen como función básica de las integrar la producción del país como puertos con los demás países, dichas carreteras deber funcionar completamente pavimentadas; por su parte las vías de cara secundario son las que comunican las cabeceras municipales y también conectan con vías del orden primario; finalmente, las vías terciarias son las que comunican las cabeceras de los municipio con las veredas y las veredas entre sí (Instituto Nacional de Vías, 2009).

La calidad de las vías depende el ente administrado que tenga a cargo la malla vial dependiendo de orden de funcionalidad de las vías, pues va descendiendo en calidad al pasar de vías primarias a vías terciarias, pero que en longitud se aumenta en sentido contrario.

Actualmente se tiene un estimado de que el Sistema Nacional de Carreteras tiene una longitud de 215.988 km, de los cuales 17.382 (8 %) hacen parte de la red primaria, gestionada por INVÍAS y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). La red secundaria asciende a los 44.399 km que equivale al 21% de la red y la red de vías terciarias o vías de tercer orden, cuenta con 154.207 km (71 %), teniendo en cuenta que se incluyen 12.500 km de vías en terrenos

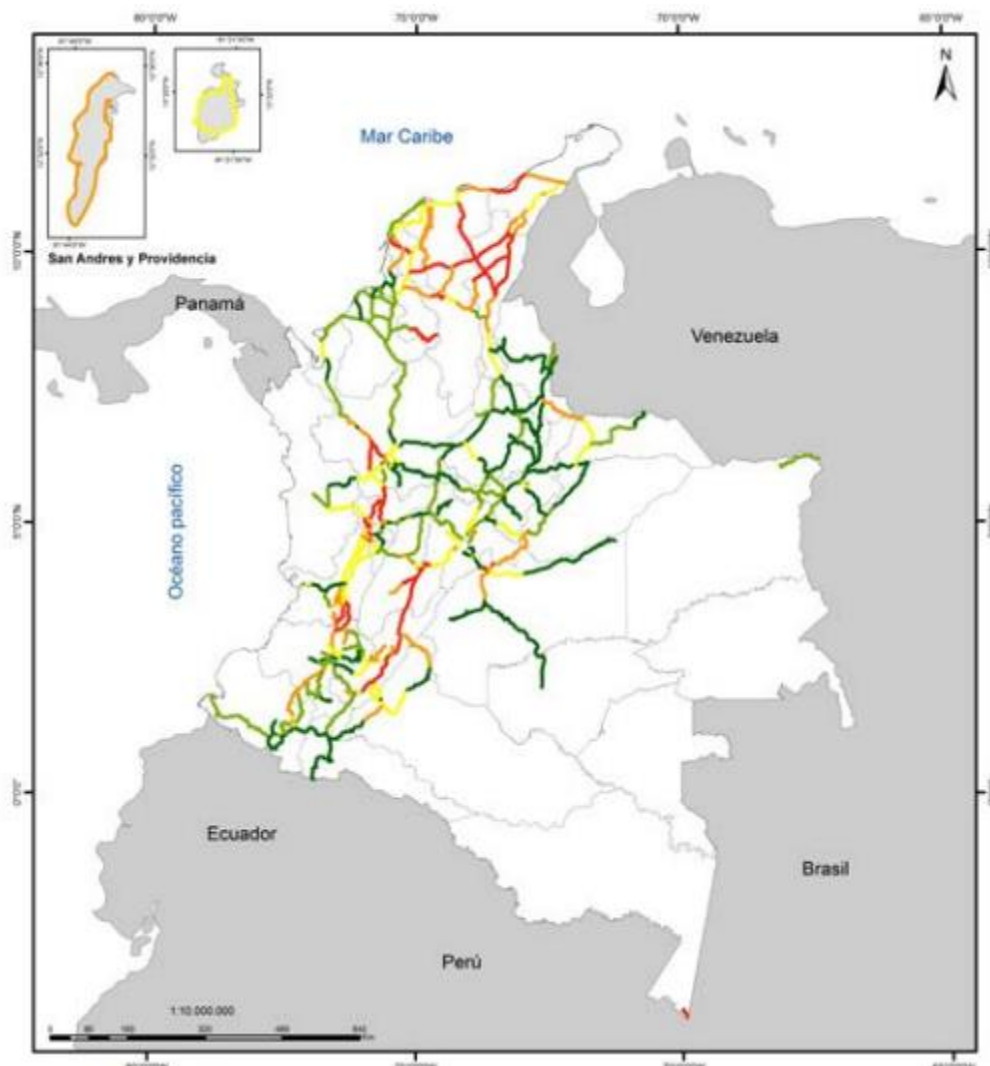
privados, los cuales están bajo el control y gestión de los departamentos, los distritos, los municipios y el Instituto Nacional de Vías. (Ospina Ovalle , 2017)

2.1 Red Vial de Orden Primario

La Red vial colombiana de orden primaria este contenido por las vías que unen las ciudades capitales entre sí, además la que une los principales puertos, fronteras terrestres y otros nodos de intercambio modal. Esta red desarrolla competitividad en el país además está constituida en su mayor parte por vías de doble calzada y que en su mayoría están concesionadas por las cuatro generaciones viales que se han desarrollado en el país hasta el momento, y con especificaciones geométricas adecuadas. El planeamiento y desarrollo de esta red está planeado por el por el Plan Maestro de Transporte Intermodal que se desarrolla en el decenio 2020- 2030 (Ministerio de Transporte, 2019). En la Figura 3 se puede observar la red primaria colombiana.

Figura 3.

Red vial primaria de Colombia



Nota. Fuente: Instituto Nacional de Vías (2016)

2.2 Red vial de orden Secundario

La red vial de orden secundario ha tenido una evolución histórica en cuanto a su longitud y calidad, pues en el año 1961 las vías departamentales tenían una longitud de 14.851 km y, de y según (Parson , Brickerhoff , Quade, & Douglas, 1961), el estado de las vías era insuficiente y precarios, pues en lo referente a sus especificaciones geométricas y al estado de la superficie.

Sin embargo, la red secundaria fue creciendo, ya que se fueron sumando nuevos tramos, y también por la transferencia de vías de la Nación a los departamentos aunado al compromiso existente en que tanto el estado nacional como los departamentos deberían encargarse del mantenimiento de las vías realizadas por el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA), el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV) y el programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI) y otras entidades.

En cuanto al aspecto normativo se refiere, la Ley 105 de 1993, estableció que las carreteras del orden primario debían estar a cargo de la nación y todas aquellas otras vías del orden secundario debían estar a cargo de los departamentos. y adicionalmente, los departamentos deberían dejar el control de los tramos veredales o de tercer orden a los municipios, incluyendo caminos vecinales. Para dicha transferencia, esta Ley creó Fondo de Cofinanciación de Vías, en la cual se entregaría a los municipios o los departamentos una cuantía fija para la rehabilitación y mantenimiento de las vías designadas por la Ley 105. Sin embargo, pese al esfuerzo realizado, solo algunas carreteras fueron transferidas y siguen bajo el control del ente nacional. (Congreso de la República, 1993)

En el año 2008, El Gobierno nacional consciente de las debilidades existentes en la gestión de la malla vial Secundaria se tomó la iniciativa de realizar el Plan Vial Regional (PVR) enmarcado en el CONPES 3478 denominado “Política para el mejoramiento de la gestión vial a través del Plan Regional Vial”, pues el objeto era dar apoyo a los entes departamentales como las gobernaciones para enfrentar su déficit financiera y su debilidad institucional ante la ausencia de políticas de sostenibilidad del correcto y adecuado uso de las carreteras. Esta iniciativa incluía en

cada ente departamental el desarrollo de un inventario de tramos, estado de las superficies viales, especificaciones geométricas, el cual sería la base para la crear un Plan Vial Departamental, dado los lineamientos establecidos por el Ministerio de Transporte. Sin embargo, pese a que los distintos departamentos se ha realizado la gestión de incluir estos aspectos dictaminados por el CONPES 3478, los inventarios no han sido actualizados y muchos proyectos están sin ejecutar. Según estudios realizados posteriormente, solo unos pocos proyectos han sido incluidos en programas de Contrato-Plan buscando unir las alianzas entre la Nación y los departamentos en la construcción de vías nuevas, pavimentación y rehabilitación de vías existentes. (Departamento Nacional de Planeación, 2008)

Según (Muñoz Gaviria , 2016) para el año 2016 en Colombia solamente contaba con el 20% de sus carreteras pavimentadas, y en perspectiva con otros países como Francia, Singapur e Italia que tienen casi el 100% de sus vías en pavimento; esto se convierte en una mirada para conocer cómo está el progreso de país y la importancia que general el buen estado y calidad de las vías y que de esto depende el cumplimiento de sus metas y logre así alcanzar los niveles de países más desarrollados en infraestructura vial.

En tal sentido, La Red Secundaria está compuesta por vías de calzada bidireccional o doble carril pavimentadas o no. Algunas características que tienen las vías de segundo orden están dadas por volúmenes de tránsito que estas generalmente inferiores a 500 vehículos por día, adicionalmente, según el último informe proporcionado por el Plan Vial Regional que se tienen aproximadamente 44.399 km de vía secundaria y de los cuales solo el 24% se encuentran pavimentados y el 76% que está en vías con recebo y afirmado. En la Figura 4 se puede observar

la composición de la red nacional de carreteras obtenida del sistema Hermes del Instituto Nacional de Vías

Figura 4.

Red vial colombiana



Nota. Fuente: Obtenida del Sistema Hermes del Instituto Nacional de Vías (Invias)

2.3 Red Vial Terciaria

Las vías terciarias son carteras con tránsito menor a 150 vehículos por día, están diseñadas en calzada sencilla con ancho inferior a 6 metros y estas comunican las zonas rurales entre sí y con las vías secundarias (Ministerio de Transporte de Colombia. , 2015) ,estas vías tienen un papel importante dentro de la economía de Colombia, dado que impulsan y fortalecen los sectores agroindustriales y mineros mediante la movilización de insumos y materias primas, además de una buena articulación de los centros de producción con los centros de acopio y distribución. (Yepes , Ramírez, Villar, & Aguilar, 2013)

En adición, las vías de tercer orden tienen la capacidad de permitir que las economías rurales y campesinas reciban sus ingresos mediante la comercialización de sus productos en los centros urbanos municipales (Lozano & Restrepo , 2016), también las vías terciarias pueden facilitar el acceso de la población rural a servicios públicos y básicos como servicios de salud, servicios de gas domiciliarios, etc. (Villar & Ramírez, 2014)

Las vías terciarias pese a su importancia, aún no se ha terminado el inventario de vías terciarias y se carece de información disponible sobre el estado de las vías, según el más reciente estudio de Amaya (2019), el país tiene en promedio más del 94% de todas las vías terciarias en mal estado, pese en Colombia se tienen alrededor de 142.000 kilómetros de vías terciarias y solo cerca de 8.520 kilómetros están en perfecto estado, esto equivale a que solo el 6% de las vías están en buenas condiciones, según lo manifestado por el director del Instituto Nacional de Vías (Invías), el cual manifestó que para que se aumente este porcentaje es necesario “el

mantenimiento periódico y rutinario de las carreteras transitables y el mejoramiento continuo para hacer las vías de calidad y durables, con maquinaria y de forma manual, trabajos que se llevan a cabo de la mano con los municipios”.

Entre las mayores razones o causas del mal estado de las carreteras están los eventos climáticos de gran magnitud como los desastres naturales, las complejas condiciones orográficas del país, la falta de mantenimiento, la calidad de técnicas de construcción y materiales y la ausencia de buenas prácticas en los procesos de contratación y ejecución de proyectos viales (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2015).

Actualmente, y luego de la eliminación del Fondo de Caminos Vecinales y de la Ley 105 de 1993, alrededor de un 70% de las vías terciarias (100.748 km) están a cargo de las alcaldías y por ende la capacidad de inversión en estas vías depende de la solvencia económica de los municipios, además, según con (Villar & Ramírez, 2014) “el mal estado de la red terciaria se relaciona con la pobreza rural multidimensional, pues genera aislamiento de la población y dificulta su acceso a los mercados, al tiempo que encarece la adquisición de materias primas para los procesos agrícolas”.

En este sentido, en abril de 2016, el Gobierno Nacional de Colombia aprobó el Documento Conpes 3857: “Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria”, el cual busca apoyar las entidades territoriales en los procesos de conservación y mantenimiento de la red vial terciaria en óptimas condiciones mediante la implementación de un sistema de gestión (DNP, 2016). Alcanzar los objetivos propuestos por el Conpes 3857 es un proceso que requiere

años, así como de la participación, el apoyo y la coordinación de diferentes instituciones nacionales e internacionales (Campos & Management Systems International, 2016).

Simultáneamente, se requiere desarrollar alternativas de intervención para la red terciaria que sean de bajo costo, tengan estándares técnicos aceptables y contribuyan a la sostenibilidad, por ejemplo, reutilizando desechos industriales de las zonas a intervenir o de regiones aledañas. Asimismo, es necesario proponer metodologías adecuadas para evaluar dichas alternativas.

Capítulo 2. Marco referencial sobre las alternativas de mejoramiento de vías terciarias en Colombia.

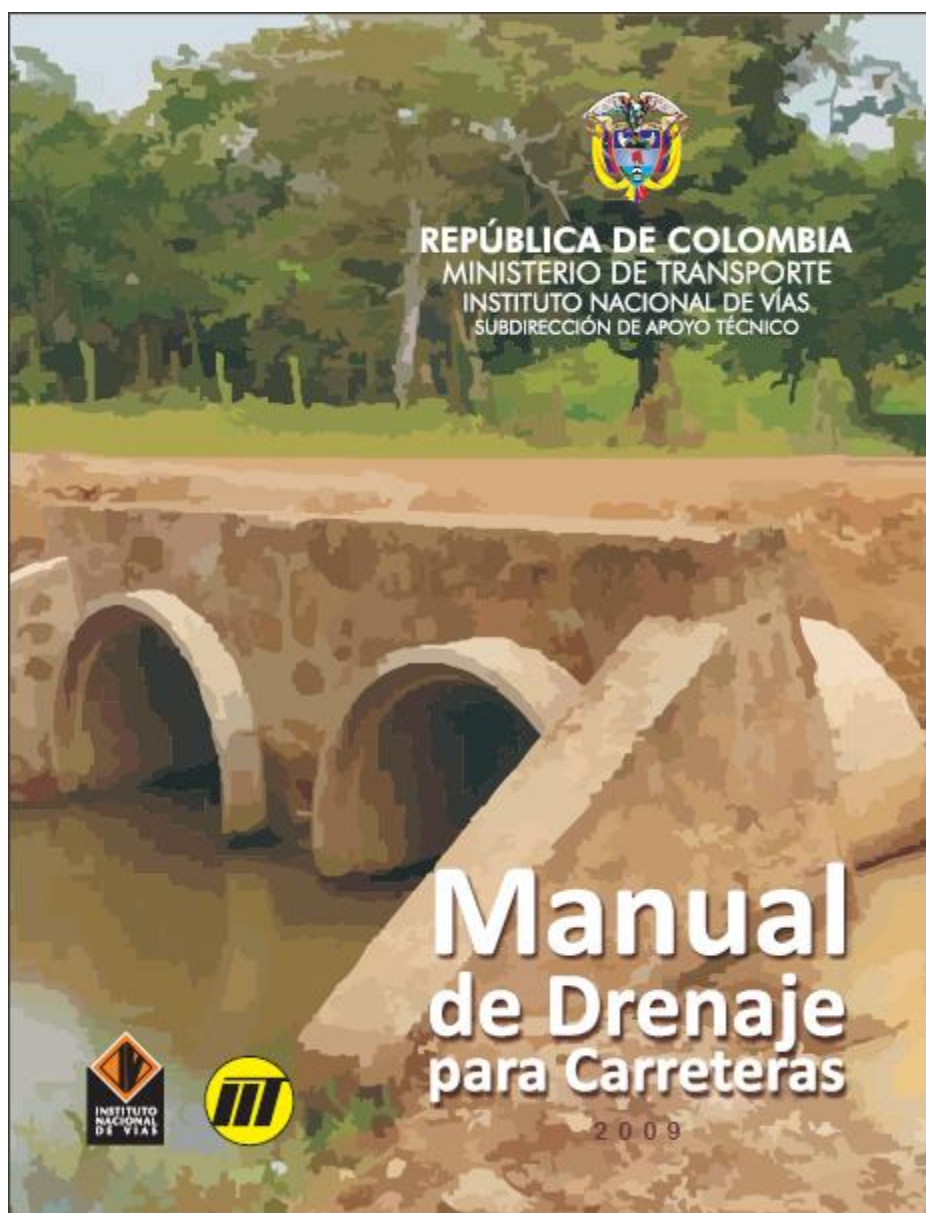
En Colombia distintas entidades de carácter público han desarrollado manuales y cartillas para el mejoramiento de vías de tercer orden o terciarias, pues entidades como el Departamento Nacional de Planeación, El instituto Nacional de Vías y el ministerio de transporte ha desarrollado proyectos tipo, y programas para el hacer más fácil la tarea de los entes territoriales en la formulación, construcción formulación y seguimiento del mejoramiento de las vías terciarias del país

3.1.1 Manuales y cartillas para el mejoramiento de vías terciarias

3.1.1.1 *Manual de drenaje para carreteras del Instituto Nacional de Vías.* Este documento nace de la revisión y actualización a los manuales técnicos realizados por el Instituto Nacional de Vías Invias, creando de esta manera el “Manual para hidrología, hidráulica con aplicación en el diseño y construcción de obras típicas para el drenaje y subdrenaje de carreteras”; el objetivo de este manual es entregar guías de planeación y diseño de estructuras y dispositivos hidráulicos relacionados con las obras de infraestructura del transporte terrestre que están a cargo del Invias, este manual contiene apartados relacionados con el drenaje superficial, la hidrología, el drenaje superficial y la socavación, con la finalidad de proteger las vías naciones con el efecto de las aguas superficiales y subterráneas. En Figura 5 se muestra la portada del manual e drenaje para carreteras del Invias.

Figura 5:

Manual de drenaje para carreteras del Instituto Nacional de Vías



Nota. Tomado del Manual de drenaje para carreteras del Invías (2011)

El manual se ha elaborado de modo que resulte útil en cualquiera de las fases de estudios para vías, tratando que los capítulos se trabajen de manera independiente para el estudio de cada

uno de los aspectos que allí se encuentran, ya que este documento esta construido en seis capítulos de los cuales se refiere a una categoría básica de la hidrología e hidráulica vial.

EL sustento teórico del manual se encuentra a lo largo del documento, haciendo mención a referencias bibliográficas que ha sido estudiadas y utilizadas para el manual, sin embargo el documento no ofrece guías en relación a problemas hidráulicos complejos, con lo cual es útil para estudio de obras de drenaje menor.

En la Tabla 1 se muestra el contenido por capítulos del manual para drenajes del Invias.

Tabla 1.

Estructura del Manual de Drenaje del Invias

Capítulo	Título
Capítulo 1	Aspectos generales
Capítulo 2	Hidrología de drenaje superficial vial
Capítulo 3	Drenaje de la corona
Capítulo 4	Drenaje subsuperficial
Capítulo 5	Socavación
Capítulo 6	Glosario de términos

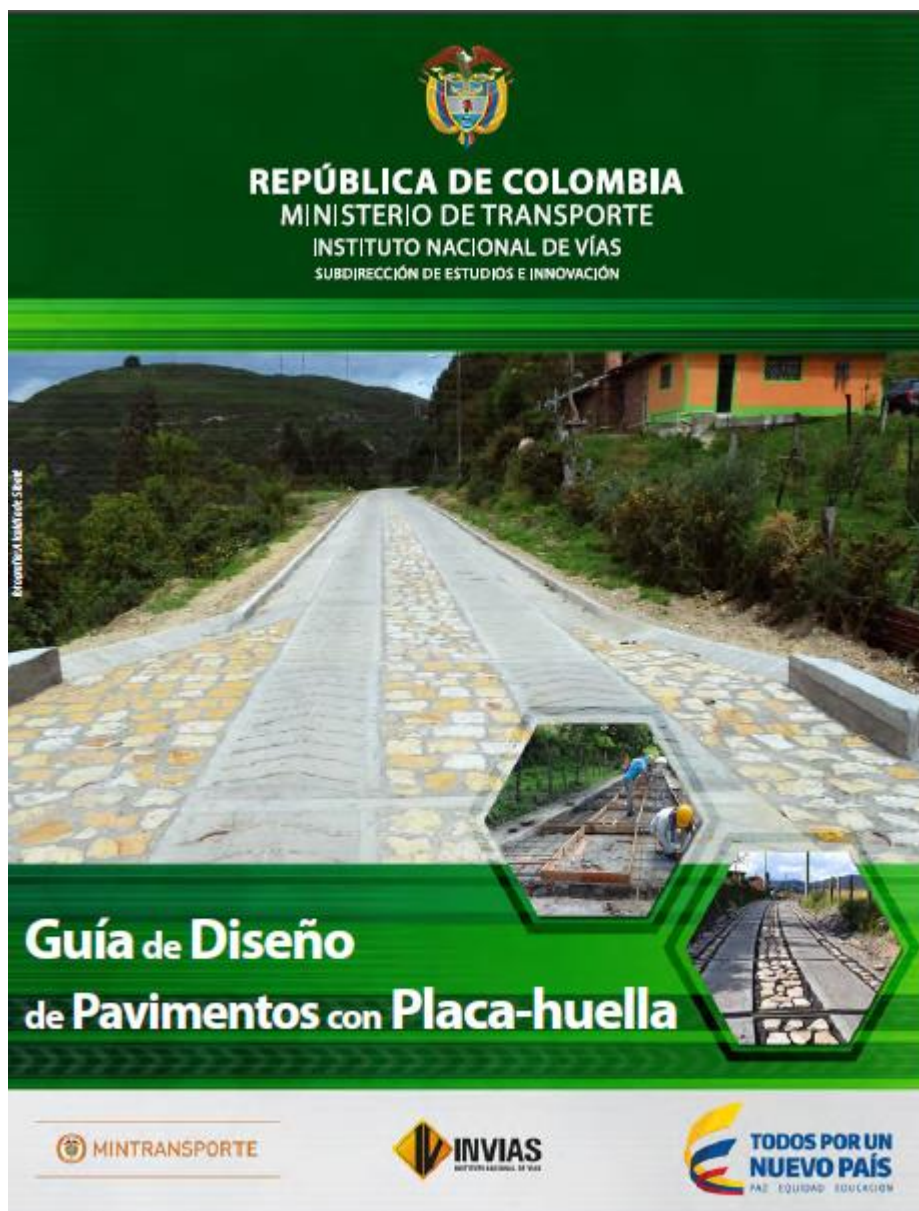
Nota. Adaptado del documento de Invias “Manual de Drenaje para Carreteras”.

3.1.1.2 ***Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella.*** La guía de diseño de pavimentos con Placa Huella del Instituto Nacional de Vías ofrece un documento resumido del diseño de uno de los sistemas de pavimentación vial más usado en las vías terciarias, adicionalmente brinda una guía de aplicación sencilla de los principios hidrológico para el cálculo de la intensidad necesaria para el diseño de las estructuras hidráulicas.

El documento está diseñado en 5 capítulos y 3 anexos técnicos, en el se encuentran los principios básicos del pavimento con placa huella, los criterios de diseño y los elementos que integran este tipo de pavimento, tales como la subrasante, la subbase, la placa huella y la viga riostra, la piedra pegada, la berma – Cuneta, por otra parte, también se muestra el diseño estructural del pavimento, analizando el tránsito que estas vías pueden soportar, las dimensiones y el refuerzo; otro apartado importante es el diseño geométrico de la vía, pues es sabido que las vías en las zonas rurales no siempre son diseñadas bajo un trazado geométrico y esto obliga a replantear muchas de ellas para la construcción de estos tipo de pavimentación, el documento también revisa las condiciones geotécnicas del suelo para la calificación de capacidad de soporte de la vía; y finalmente, las recomendaciones para el diseño del drenaje superficial de la vía. En la Figura 6 se muestra la Portada de la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella.

Figura 6.

Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella



Nota. Tomado de la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella (2015)

En la Tabla 2 se muestra el contenido por capítulos de la Guía de diseños de pavimentos con Placa – Huella.

Tabla 2.

Contenido de la Guía de diseño de pavimentos con Placa huella

Capítulo	Título
Capítulo 1	Descripción del pavimento con placa-huella
Capítulo 2	Diseño estructural
Capítulo 3	Recomendaciones para el diseño geométrico de la vía
Capítulo 4	Recomendaciones para la calificación de la capacidad de soporte de la subrasante de la vía
Capítulo 5	Recomendaciones para el diseño del drenaje superficial de la vía
Anexo 1	El valor del sobreebanco en las curvas y su transición
Anexo 2	Análisis de pavimentos en Placa-huella de concreto simple
Anexo 3	Memoria de cálculo estructural de pavimentos con Placa-huella en concreto reforzado

Nota. Adaptado del documento de Invías “Guía de diseño de pavimentos con Placa huella”

3.1.1.3 ***Obras menores de drenaje y estructuras viales del programa Colombia Rural.*** El documento cartilla ha sido diseñado por la Universidad de Medellín en conjunto con el Instituto Nacional de Vías Invías mediante el contrato 002210 de 2019, esta cartilla se divide en nueve capítulos. El primer capítulo contiene la introducción de la cartilla, el

segundo presenta el alcance del documento y sus implicaciones de uso. En la Figura 7 se muestra la portada de la carilla de obras menores de drenaje y estructuras viales

Figura 7.

Obras menores de drenaje y estructuras viales



El tercer y cuarto capítulo están constituidos por los elementos de drenajes tales como alcantarillas y cunetas, estos elementos de diseño están abordados desde un enfoque estructural e hidráulico, por su parte el quinto capítulo contiene el diseño estructural de estructuras como Box Couvert tanto sencillos como dobles, de sección cuadrada y circular con sus respectivas cantidades de obra y la evaluación hidráulica de cada alternativa.

El sexto capítulo contiene el diseño estructural de puentes y pontones pequeños, de tres anchos típicos y uno con longitudes diferentes, pues se establecieron puentes de 5 metros de ancho y longitudes desde los 5 metros a los 20 metros, puentes de 6 metros de ancho con longitudes entre 5 metros y 24 metros, puentes de con un tablero de 7,3 metros de longitudes entre 5 metros y 24 metros.

El capítulo séptimo contiene el diseño de estructuras de contención, tales como muros de contención en concreto reforzado, muros tipo gavión y estructuras de estabilización de taludes con geotextiles, las alturas del diseño de los muros de contención varían desde los 2,5 m a 6,0 m, con desfases de altura de 5,0 m. El octavo capítulo presenta un diseño tipo de algunas estructuras de pavimento, como pavimento flexible, pavimentos rígidos, estructuras de placa huella y caminos ancestrales. Finalmente, en el capítulo nueve se presenta el manual de la aplicación para móviles Colombia Rural App, la cual permite la revisión de las alternativas de diseño mostradas en esta cartilla.

3.1.1.4 *Cartilla de proyectos tipo de Mejoramiento de vías terciarias-vías de tercer orden*

del DNP. El Departamento Nacional de Planeación ha ideado una cartilla en la se muestran las principales alternativas de m mejoramiento que se pueden utilizar para el mejoramiento de las vías terciaria mediante la ejecución de Proyectos Tipo que son financiados por el ente nacional y se realizan en veredas del país que han tenido dificultades para su acceso. En la Figura 8 se muestra la portada de la Cartilla de proyectos tipo de Mejoramiento de vías terciarias-vías de tercer orden del DNP.

Figura 8.

Cartilla de proyectos tipo de Mejoramiento de vías terciarias-vías de tercer orden del DNP



Nota: Tomado de documentos de Proyectos Tipo del Departamento Nacional de Planeación (2018).

El documento se presenta lo que el Departamento Nacional de Planeación llama un PROYECTO TIPO, es decir, un documento que ayuda en la formulación de un proyecto para la

implementación de soluciones que tengan un costo beneficio eficiente, para el mejoramiento de vías de tercer orden que pueda ser identificada y que se implemente por parte de los entes territoriales.

El documento se tiene que ajustar a las realidades y características propias de cada entidad territorial, ya sea un municipio o una gobernación, por lo que en el proyecto tipo que se presenta en la cartilla plantea alternativas s de solución que se ajustarán a las condiciones propias de cada necesidad y proyecto vial planteado por la entidad territorial.

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

3.2 Normatividad aplicable

3.2.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

Es el reglamento en que establecen las condiciones mínimas para el diseños y construcción de edificaciones resistentes a movimiento sísmicos

3.2.2 Normas Técnicas Colombianas NTC, emanadas por el ICONTEC.

3.2.2.1 **Ley 80 de 1993 (28 octubre)**. En la que se establece la normativa para la contratación pública en Colombia

3.2.2.2 **Ley 1474 de 2011 (Julio 2012)**. Mediante esta Ley se decreta las disposiciones para la lucha contra la corrupción, a través de la correcta gestión pública.

3.2.2.3 **Decreto Ley 1682 de 2013 (22 de noviembre de 2013)**. El decreto establece algunas medidas para la adjudicación de proyectos de infraestructura en el sector transporte.

3.2.2.4 **Ley 715 del 2001**. Ley en la cual se dictan normas en temas de recursos y competencias de acuerdo a los artículos 151, 288, 356 y 357 de la Constitución Política Colombiana.

3.3 Alternativas de mejoramiento de vías terciarias

El Departamento Nacional de Planeación considera algunos criterios para clasificar el mejoramiento de vías de tercer nivel, en la Tabla 3 se muestran condiciones establecidas para la caracterización del proyecto vial sugeridas por la presente guía.

Tabla 3.

Criterios para identificar el mejoramiento de vía terciaria

Aspecto	Detalle	Requisito
Tipo de vía	De tercer orden (terciaria)	Revisión de la vía a intervenir de acuerdo a la resolución 1530 de 2017 del Ministerio de Transporte identificado que sea una vía de tercer orden.
Tránsito	Transito promedio diario permitido	500 vehículos por día como máximo
Periodo de diseño	Años	5
Pendiente Longitudinal	Para implementación de soluciones diferentes a placa huella	< al 10%
	Para considerar uso de placa huella	> 10%
Capacidad portante de la subrasante	CBR de a subrasante	Mayor al 3%, de lo contrario requiere mejoramiento

Nota: Adaptado del documento “Mejoramiento de vías terciarias – vías de tercer orden”

3.3.1 Fase previa

Todos los proyectos de pavimentación de vías terciarias deben cumplir con un mínimo de requisitos de carácter técnico que demuestren el estudio de consultoría realizado para implementar un mejoramiento a la vía, ya sea con pavimento flexible, rígido o tipo Placa Huella.

3.3.1.1 **Diagnostico técnico.** En la fase previa de implementación del proyecto de mejoramiento vial, se debe realizar un estudio diagnóstico de la situación de la vía, este diagnóstico contempla la visita de la vía a intervenir por de un ingeniero civil, ingeniero de vías o transporte, de modo que se dé una descripción de la situación existente de la vía con respecto al problema a intervenir.

El diagnostico técnico debe cumplir como mínimo con los siguientes aspectos:

- *Categorización vial:* Es una actividad que se realiza para identificar si efectivamente se trata de una vía terciaria o de tercer orden tal como la ley 1228 de 2008.
- *Caracterización vial:* Identificación de los tramos más afectados o sitios críticos en la zona de estudio

Un caso de estudio en el que se realizó un diagnostico técnico fue en consultoría del proyecto “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN EL SECTOR DE LA VEREDA BOQUERÓN -EL CAUCA CORREGUIMIENTO DE PUEBLO NUEVO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA – NORTE DE SANTANDER” en la cual se realizó la localización del tramo de estudio, el cual esta ubicada en el corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña, Norte de Santander

En la tabla 4 se muestra los datos generales de la vía en estudio y la ubicación de la vía se encuentra en:

Tabla 4.

Datos generales del proyecto “estudios y diseños para la construcción de placa huella en el sector de la vereda Boquerón -el Cauca corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña – Norte de Santander

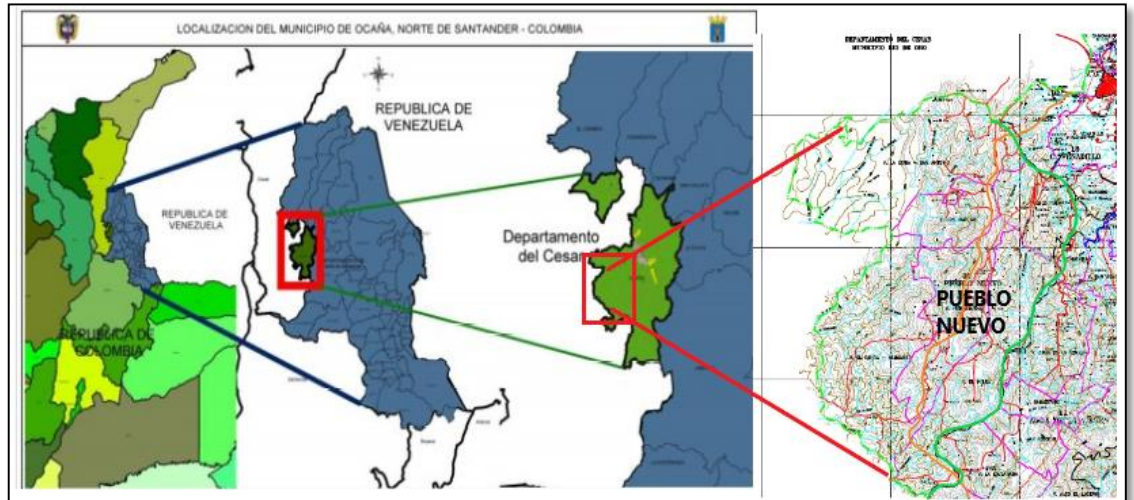
Departamento	Norte de Santander
Municipio	Ocaña
Zona Rural	Corregimiento de Pueblo Nuevo, comprendido desde la YEE que conduce a la vereda Boquerón hasta 1 KM más adelante
Región Natural	Montañosa (Terreno Escarpado)
Centros Poblados	El corregimiento de Pueblo nuevo comprende las veredas de La Ceiba, Palmarito, El Poleo, El Cauca, Hierva Buena, Los Curitos.

Nota. Obtenido del proyecto de consultoría “Estudios y diseños para la construcción de placa huella en el sector de la vereda Boquerón -el Cauca corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña – Norte de Santander” (2019).

3.3.1.1.1 Localización general (Ubicación Geográfica). La vía se encuentra ubicada entre la YEE hacia Boquerón (Por la salida del centro poblado de Pueblo Nuevo) y se extiende por un kilómetro lineal hasta la vereda Los Curitos, este tramo se encuentra localizado al Sur Occidente del Municipio de Ocaña, su localización puntual corresponde a la vía de acceso a la Vereda Boquerón, longitud a intervenir (957 ml), Municipio de Ocaña Norte de Santander. cuyas coordenadas geográficas son: Punto inicial 8°13'36.39" NORTE Y 73°23'37.56" OESTE y Punto final 8°13'32.20" NORTE Y 73°24'3.42" OESTE. Tal como se muestra en la Figura 9.

Figura 9.

Localización del tramo de estudio



Nota. Obtenido del proyecto de consultoría “Estudios y diseños para la construcción de placa huella en el sector de la vereda Boquerón -el Cauca corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña – Norte de Santander” (2019).

El tramo de estudio corresponde a la vía de acceso a las veredas Los Curitos, Boquerón, El Cauca, El Poleo e Hierva Buena, el punto inicial está ubicado en la YEE de la Salida del centro poblado de Pueblo Nuevo y la entrada a dichas veredas, el punto final corresponde a la tienda ubicada en la vereda Los Curitos, que está a 960 metros lineales del punto de inicio; en el tramo de vía analizado se encuentran varias fincas entre las cuales está la finca la laguna que tiene apreciables cultivos de café y plátano, además allí se encuentra la estación climática del IDEAM y CORPONOR con código 16055120 y que se encuentra activa desde el 8 de agosto de 2006.

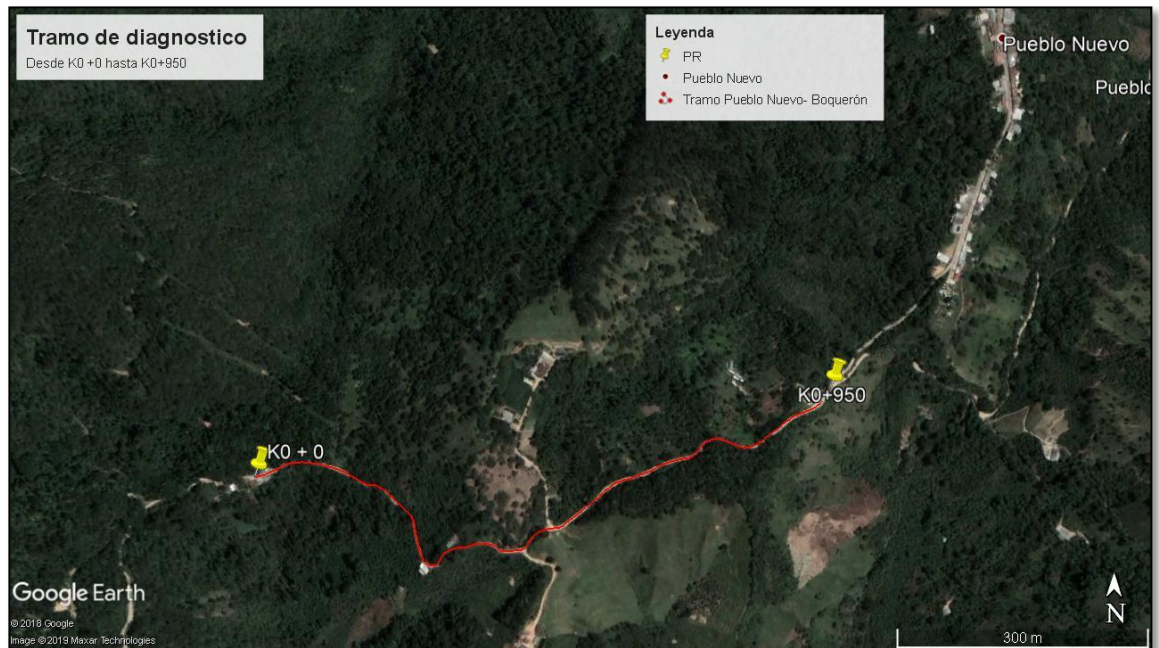
La importancia de esta zona está dada por los cultivos agrícolas que allí se producen especialmente café y la ganadería, la vía a analizar es la vía de acceso para las veredas que conforman el corregimiento de Pueblo Nuevo.

La zona geológica en la que se ubica el tramo es el Ortoneis (pDO), que se define como un Neis cuarzofeldespático con presencia de granate y estaurolita, hacia la zona SW; muy

alterado e intruido por una serie de diques básicos y ácidos. Se caracteriza por una morfología en crestas afiladas. La vía a intervenir se muestra en la figura

Figura 10.

Tramo de diagnóstico técnico



Nota. Obtenido del proyecto de consultoría “Estudios y diseños para la construcción de placa huella en el sector de la vereda Boquerón -el Cauca corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña – Norte de Santander” (2019).



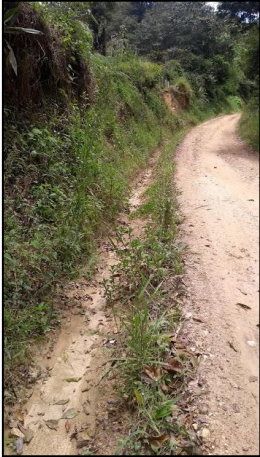
3.3.1.1.2 Caracterización y abscisado de la vía

La tabla representa el diagnóstico visual detallado del tramo de estudio en la que se hace la revisión cada 100 metros, empezando en el K0 + 0



Tabla 5.



Diagnostico técnico visual del tramo de estudio



Abscisa	Descripción	Fotografía
K0 + 0	Se encuentra un terreno con un pendiente leve,	

Abscisa	Descripción	Fotografía
	<p>relativamente plana de un ancho medio de vía de 4,5 metros, adicional a esto no cuenta con cunetas la vía. Hay dos casas en este tramo una de las cuales es reconocida como la tienda de la vereda Los Curitos, no se tienen taludes a los lados y no es necesario una intervención en el corto plazo con placa huella.</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.22558 <i>Longitud:</i> -73.401014</p>	
K0 +100	<p>La vía tiene un ancho de 3.8 metros con cuenta y 2.9 metros sin cuneta, el terreno empieza a verse deteriorado por la escorrentía superficial debido al cambio de pendiente; además solo tiene cuenta por un lado de la vía nada más y esta se ve socavada por la energía del agua que por ahí circula, por lo cual se plantea una alcantarilla en este sector con descole para la ladera ubicada en la parte derecha de la calzada. Se hace necesario el mejoramiento del tramo con placa huella.</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.2257805 <i>Longitud:</i> - 73.400075</p>	 
K0+ 200	<p>La vía tiene un ancho de 4.2 metros con cuenta y 3.2 metros sin cuneta, presenta surcos en la capa de rodadura, que en pequeños tramos pueden ser zanjas, la vía presenta cuneta del lado izquierdo de la vía, así mismo un talud por esta parte, que se al parecer se</p>	

Abscisa	Descripción	Fotografía
	<p>ha estado despendido debido a las lluvias.</p> <p>Se encuentra una alcantarilla existente que tiene una caja en buen estado, pero sin limpieza. Se hace necesario la construcción de placa huella en este sector.</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.2254861 <i>Longitud:</i> - 73.3992583</p>	
K0 +300	<p>La vía tiene un ancho de 4.1 metros con cuenta y 3.6 metros sin cuneta, se encuentra una vivienda, tiene ladera hacia el costado derecho y talud hacia el costado izquierdo, presenta grave deterior superficial con zanjas de algunos centímetros de profundidad. Se hace necesario el mejoramiento con placa huella.</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto</p>	

Abscisa	Descripción	Fotografía
	<p>son: <i>Latitud:</i> 8.2247805 <i>Longitud:</i> - 73.398825</p>	
<p>K0+ 400</p>	<p>La vía tiene un ancho de 4.8 metros con cuenta y 3.9 metros sin cuneta, se encuentra aun talud en el borde izquierdo, y ladera en la parte derecha, se observa cuenta con erosión y maleza, se hace necesario la construcción de una alcantarilla en este punto que recoja las aguas que vienen por el drenaje y las envíe a la ladera. La calzada presenta surcos y desgaste superficial, el terreno tiene una alta pendiente positiva. Por los motivos anteriormente mencionados se proyecta la construcción de placa huella en este tramo.</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.224894444 <i>Longitud:</i> - 73.398158</p>	

Abscisa	Descripción	Fotografía
K0 +500	<p>La vía tiene un ancho de 4.8 metros con cuenta y 4.5 metros sin cuneta, en este tramo se encuentra un acceso a una finca llamada La Laguna donde está la estación climática del Agua de la Virgen. Se hace necesario la proyección de una alcantarilla que tenga descole hacia el lado derecho de la vía, ya que hay una ladera. No se hace necesario mejoramiento con placa huella</p>	
<p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.22509722 <i>Longitud:</i> - 8.225097222</p>		
K0 +600	<p>La vía tiene un ancho de 5.11 metros, la pendiente se suaviza y la calzada se aprecia en buenas condiciones, no tiene drenaje superficial y talud al costado derecho. Al costado izquierdo hay ladera. No se hace necesario mejoramiento con placa huella</p>	
<p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.2254805 <i>Longitud:</i> - 73.39664444</p>		

Abscisa	Descripción	Fotografía
K0 +700	<p>La vía tiene un ancho de 4.1 metros con cuenta y 3.3 metros sin cuneta, en este tramo se presenta deterioro superficial con cárcavas de un tamaño considerable, en este tramo se encuentra una alcantarilla casi destruida que requiere reconstrucción, la pendiente aumenta erosionando la calzada, por lo cual se hace necesario el mejoramiento con placa huella.</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.22589722 <i>Longitud:</i> - 73.39578611</p>	 <p>The top photograph shows a close-up view of a dirt road with deep, irregular erosion marks and shadows cast by trees. The bottom photograph shows a wider view of the same dirt road, highlighting a damaged drainage structure on the left side and the surrounding dense vegetation.</p>
K0+ 800	<p>La vía tiene un ancho de 4.1 metros con cuenta y 3.5 metros sin cuneta, se presenta ladera al costado izquierdo y talud al derecho, la cuneta está llena de sedimento que impiden la circulación de las aguas por ahí. La superficie de la vía presenta erosión debido a que la lluvia escurre por la calzada.</p> <p>Se requiere mejoramiento con placa huella</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.2261222 <i>Longitud:</i> - 73.395083</p>	 <p>The top photograph shows a dirt road with a drainage ditch on the left side that is filled with sediment. The road is surrounded by dense green vegetation. The bottom photograph shows a similar view of the dirt road, emphasizing the erosion on the road surface and the surrounding forest.</p>

Abscisa	Descripción	Fotografía
K0 +900	<p>La vía tiene un ancho de 4.7 metros con cuenta y 3.7 metros sin cuneta, se presentan surcos por toda la vía, debido a la escorrentía superficial, en el costado derecho se encuentra la cuneta la pendiente comienza a disminuir de constante, el costado izquierdo esta enmontado. Por tal motivo se requiere el mejoramiento con placa huella.</p> <p>Las coordenadas geográficas de este punto son: <i>Latitud:</i> 8.2263805 <i>Longitud:</i> - 73.3943083</p>	

Nota. Obtenido del proyecto de consultoría “Estudios y diseños para la construcción de placa huella en el sector de la vereda Boquerón -el Cauca corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña – Norte de Santander” (2019).

Finalmente, se describen las causas del deterioro de la vía productos del diagnóstico técnico visual que realizaron en el tramo de estudio

El deterioro que se produce en la vía de acceso a las veredas Los Curitos- Boquerón- El Cauca se debe principalmente a mal drenaje superficial que se tiene, las altas precipitaciones que hay en esta zona de Ocaña que en algunas ocasiones superan los 100 mm al día genera que la capa de rodadura se erosione por la escorrentía superficial.

3.3.2 Estudio topográfico

El estudio topográfico requiere contar con la ubicación la vía a intervenir mediante el uso de coordenadas georreferenciadas por el IGAC, el instituto Geográfico Agustín Codazzi, el estudio debe mostrar la vía en Planta y en perfil, así como los linderos, obras de drenaje, entre otros.

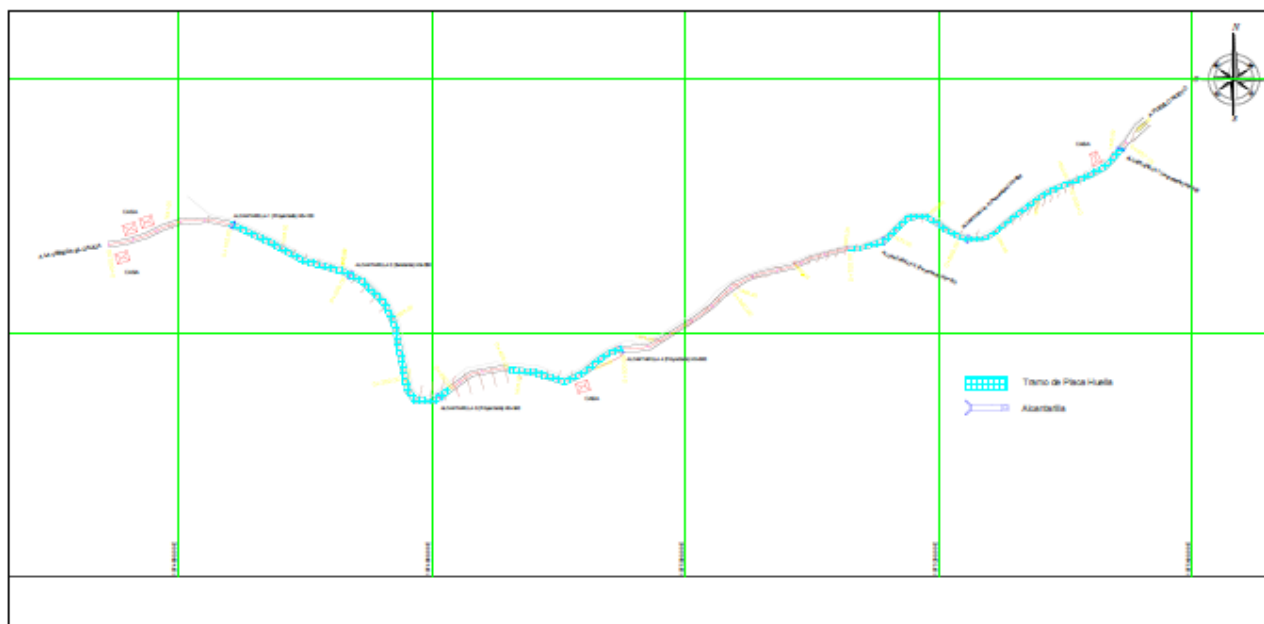
El levantamiento topográfico debe contener además de lo mencionado, lo siguiente:

- Construcciones aledañas
- Las cercas
- Accesos, bordes de vía
- Torres de energía, postes de energía, redes
- Ríos, quebradas
- Cunetas, alcantarillas
- Señales de tránsito
- Demás detalles que requieran importancia en el estudio topográfico.

En la Figura 11 se muestra la vista en planta de un plano topográfico para la evaluación de alternativa de pavimentación con placa huella de una vía terciaria.

Figura 11.

Vista en planta de plano topográfico



Nota. Obtenido del proyecto de consultoría “Estudios y diseños para la construcción de placa huella en el sector de la vereda Boquerón -el Cauca corregimiento de Pueblo Nuevo del municipio de Ocaña – Norte de Santander” (2019).

3.3.3 Estudio de suelos

Son las actividades de investigación de la capa de suelo que se utilizará como capa de subrasante de la vía a intervenir, este estudio contempla la ubicación de la zona de estudio, su composición geológica, los ensayos de campo y laboratorio necesarios para caracterizar los tramos identificados y las recomendaciones geotécnicas de la vía, enfocándose a la pavimentación de estas.

Se debe verificar que la capacidad mecánica del suelo que se considere como subrasante no sea inferior al 3% como resultados del ensayo tanto de campo como de laboratorio de CBR, de acuerdo a las especificaciones de Invías, de lo contrario se deben dar indicaciones del mejoramiento o estabilización de la subrasante más adecuado para lograr un CBR que cumpla con los parámetros aquí definidos.

Adicional a la identificación de capacidad de la subrasante, se deben realizar algunos ensayos de laboratorio que permitan la plena identificación de la subrasante, tales como:

- Límites de Atterberg.
- Relación de soporte del suelo en el terreno INV E – 169 – 13 o CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada INV E – 148 – 13.
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado INV E – 123 – 13.

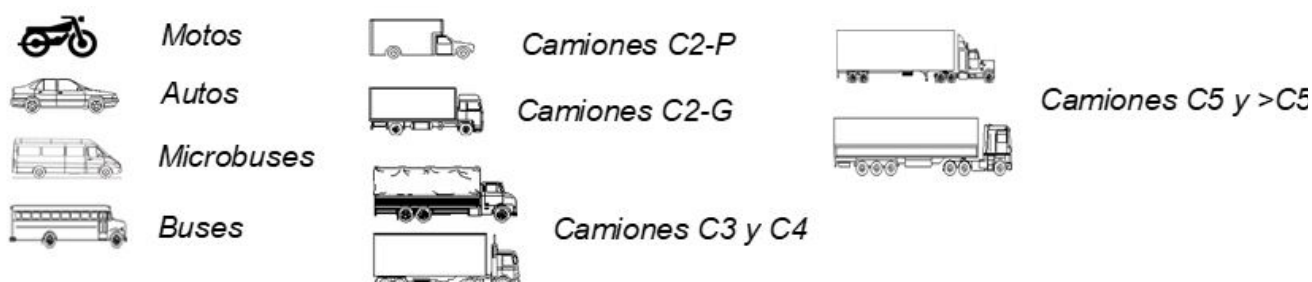
3.3.4 Estudio de tránsito

Se deben revisar el flujo vehicular de los tramos viales a considerar en el proyecto, identificando de esta manera el tránsito de vehículos diarios, mediante aforos definidos para medir la circulación de los diferentes tipos de vehículos en la vía.

Para las vías terciarias por lo general se realizan conteos simplificados en un sitio específico periodos de 10 horas continuas, en la Figura 12 se muestra la tipología vehicular a clasificar en los aforos planeados para el conteo del tránsito.

Figura 12.

Tipología vehicular a clasificar en los aforos planteados



Nota: tomado de “Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito – Invias”.

Los niveles de tránsito que clasifica el manual de diseño de pavimentos asfáltico para vías con bajos volúmenes de tránsito como son las vías terciarias se clasifican en dos niveles, de acuerdo al número de ejes equivalentes de 80 kN previstos en el periodo de diseño del carril, en la Tabla 6 se muestra los niveles de tránsito considerados para las vías terciarias

Tabla 6.

Niveles de tránsito

Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN durante el periodo de diseño
T1	<150.000
T2	150.000 – 500.000

Nota: Tomado de “Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito – Invias”

Adicional a estos estudios, según la magnitud del proyecto se analizarán en la fase previa a la ejecución del contrato, otros diseños como el caso del diseño geométrico de la vía, el estudio hidráulico y el plan de manejo ambiental.

3.3.5 Tipo de intervenciones

El instituto Nacional de Vías contempla las intervenciones lineales y puntuales, las lineales son soluciones que pueden ser del tipo estructural o soluciones funcionales de transitabilidad y las intervenciones puntuales abarcan la estabilización de taludes y la construcción de obras de drenaje como alcantarillas y cunetas.

3.3.5.1 *Soluciones estructurales*. Las soluciones estructurales componen las siguientes alternativas de mejoramiento:

- Estabilización con cemento
- Estabilización con materiales bituminosos
- Estabilización mecánica

3.3.5.1.1 Estabilización con cemento. El cemento mezclado con el suelo desarrolla una red de enlaces que proporciona una mayor capacidad portante y mejoramiento de la base granular, es una las técnicas más difundidas y sobre las que existe mayor experiencia, que da la ventaja del incremento de la resistencia mecánica de los materiales granulares utilizando. (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2018).

El mecanismo de estabilización de base con cemento, se describe en el Capítulo 3 Afirmados, Sub bases y Bases Artículo 350- 22(INVIAS, Capitulo 3 Afirmados, Subabse, y Base, 2022). En la figura

Figura 13.

Portada especificaciones técnicas del Invias 2022.



Nota. Tomado de Especificaciones técnicas para carreteras del Invías (2022).

Adicionalmente, en la Figura 14 se muestra el proceso de estabilización con cemento para la base granular.

Figura 14.

Proceso de estabilización con cemento



Nota. Obtenido de la cartilla de Mejoramiento de vías terciarias del Departamento Nacional de Planeación (2018)

3.3.5.1.2 Estabilización con ligantes bituminosos. Las mezclas bituminosas tienen como característica su complejo comportamiento y la dificultad que presentan para su caracterización y evaluación. Se debe tener en cuenta la dosificación pues presenta diferentes propiedades muy diferentes que pueden ocasionar fallas en la estabilización, que es muy fácil que estemos beneficiando unas: rigidez o resistencia a las deformaciones plásticas, en contra de otras no menos importantes: resistencia a la fatiga, al envejecimiento o su adhesividad. (

Actualmente se tienen 4 tipos de estabilización con ligante bituminosos, las cuales son:

- **Arena-asfalto:** las arenas de río cumple condiciones mínimas de estabilidad, son cementadas con material bituminoso.
- **Suelo-asfáltico:** es un sistema de suelo a prueba de agua, se utiliza como sellante y tratamiento superficial sin ningún aporte estructural.
- **Suelo-aceitado (o emulsionado):** es una superficie de camino de tierra o grava resistente al agua y a la abrasión, se aplican asfaltos diluidos de curado lento y medio, o emulsiones asfálticas de rotura lenta.

- **Estabilización granular impermeabilizada:** la mezcla granular que tiene buena graduación de partículas de gruesas a finas, es cementado e impermeabilizado mediante la distribución uniforme de pequeñas cantidades de asfalto. (Rodríguez, Torres , & Villanueva, 2020)

En la Figura 15 muestra el proceso que se debe llevar para la estabilización con ligante bituminoso para la base granular.

Figura 15.

Proceso de estabilización con ligante bituminosos



Nota. Obtenido de la cartilla de Mejoramiento de vías terciarias del Departamento Nacional de Planeación (2018).

3.3.5.1.3 Estabilización mecánica La estabilización mecánica se contempla como una alternativa eficiente para el mejoramiento de vías terciarias y la cartilla del Departamento Nacional de Planeación establece que 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 (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2018).

La Figura 16 muestra el proceso que se debe llevar a cabo para la estabilización mecánica para una base granular.

Figura 16.

Proceso de estabilización mecánica



Nota. Obtenido de la cartilla de Mejoramiento de vías terciarias del Departamento Nacional de Planeación (2018).

3.3.5.2 Soluciones funcionales. Las soluciones funcionales componen las siguientes alternativas de mejoramiento:

3.3.5.2.1 Lechada asfáltica “Este tratamiento consta de la aplicación de una mezcla de emulsión asfáltica y agregados mediante una máquina especializada que almacena, mezcla y aplica los materiales bajo los parámetros requeridos por el constructor” (Giraldo, 2016)

En la Figura 17 se puede observar el extendido de la lecha asfáltica en frío.

Figura 17.

Proceso de aplicación de lechada asfáltica



Nota. Obtenido de (Olivares, 2015).

3.3.5.2 Tratamiento superficial doble - TSD . “Dos tratamientos superficiales simples; el

segundo se realiza con árido de dimensiones inferiores a las empleadas en el primero.

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

(Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2018).

En la figura 18 (a) se muestra el riego de la primera capa de tratamiento superficial simple y en la figura 18 (b) se muestra la extensión de la gravilla de la segunda capa del tratamiento superficial simple.

Figura 18.

Mejoramiento con tratamiento superficial doble



(a)



(b)

Nota. Tomado del Blog de Victor Yepes (2018).

Finalmente, en la fase previa se define la solución que mejor satisface las necesidades de las comunidades rurales, en cuanto a la disponibilidad de materiales, costos de mano de obra

y componentes técnicos de la vía, en la Tabla 7 se muestra las alternativas propuestas por la cartilla de Proyectos tipo para el mejoramiento de vías terciarias del Departamento Nacional de Planeación.

Tabla 7.

Alternativas propuestas por la cartilla de proyectos tipo para el mejoramiento de vías

Alternativa	Descripción solución	Especificación Inviás
Alternativa 1	Base estabilizada con cemento Lechada asfáltica	Artículo 341 y 433
Alternativa 2	Base estabilizada con cemento + Tratamiento superficial doble	Artículo 341 y 431
Alternativa 3	Base estabilizada con emulsión asfáltica + Lechada asfáltica	Artículo 340 y 433
Alternativa 4	Base estabilizada con cemento + Tratamiento superficial doble	Artículo 340 y 431
Alternativa 5	Base estabilizada mecánicamente + Lechada asfáltica	Artículo 330 y 433
Alternativa 6	Base estabilizada mecánicamente + Tratamiento superficial doble	Artículo 330 y 431
Alternativa 7	Vía existente+Lechada asfáltica	Artículo 433
Alternativa 8	Vía existente Tratamiento superficial doble	Artículo 431
Alternativa 9	Placa huella	Guía de diseño de pavimentos con placa huella

Nota. Fuente: DNP, 2018.

3.4 Fase de construcción

3.4.1 Criterios de mejoramiento de la subrasante

Una vez definido el tipo de solución que se va a desarrollar, el profesional encargado de la interventoría debe supervisar si la capa de suelo en su estado natural cumple con los requisitos de capacidad portante y propiedades mecánicas descritas anteriormente; en llegado

caso que la subrasante tenga un CBR menor al 3% se recomienda hacer mejoramientos de la subrasante a diferentes niveles de profundidad, los espesores se muestran en la tabla 6 de modo que se llegue a un CBR mínimo de 4%

Tabla 8.

Revisión de espesores recomendados para el mejoramiento de la subrasante

CBR de la Subrasante existente (%)	Espesor de mejoramiento para alcanzar CBR de 4% como mínimo en Centímetros
<1	45
1,0	30
2,0	10
2,9	5
3,0	0

Nota. Tomado del libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño. De Hugo Alexander

Rondón Quintana.

3.4.2 Subbase granular

Se debe supervisar que en todas las alternativas de mejoramiento de vías terciarias contempladas en la presente guía se implemente una subbase granular clase con las especificaciones establecidas en el artículo 320 de las Especificaciones Generales para carreteras del Invías 2022.

Cabe resaltar que las especificaciones técnicas del Instituto Nacional de Vías han sido modificadas y actualizadas mediante la Resolución 1524 del 06 de mayo de 2022.

3.4.3 Base granular

La Base granular se contempla en el artículo 330– 22 de las de INVÍAS, según su nivel de tránsito, que será de clase C. (INVÍAS, Capítulo 3 Afirmados, Subbase, y Base, 2022).

Capítulo 3. Recopilación de proyectos ejecutados mediante la utilización de tratamiento superficial con emulsión asfáltica y placa huella.

En la región se han estudiado diferentes proyectos métodos de pavimentación en caminos de Bajos Volúmenes de Tránsito (BVT) – o las vías que se encuentran en la red terciaria. En el presente análisis y tomado lo descrito por (Campagnoli , 2017), La primera vía analizada es la experiencia que se ha tenido en el país austral de Chile, en donde se realizó un programa de conservación de vías en la zona rural que adelanta de manera sistemática desde el año 2003, también llamado “Programa de Caminos básicos”. La segunda experiencia se trata de un proyecto desarrollado en el municipio de la Calera, Cundinamarca, ahí se utilizó un tratamiento superficial con emulsión asfáltica de la Empresa Probase Road Sytem que hoy se conoce como Pro Road Global, en este proyecto se realizó el mejoramiento de la vía de tercer orden que comunica la vereda San Rafael con el Municipio de la Calera (Ayala , 2015).

4.1 Programa de Caminos básicos de Chile

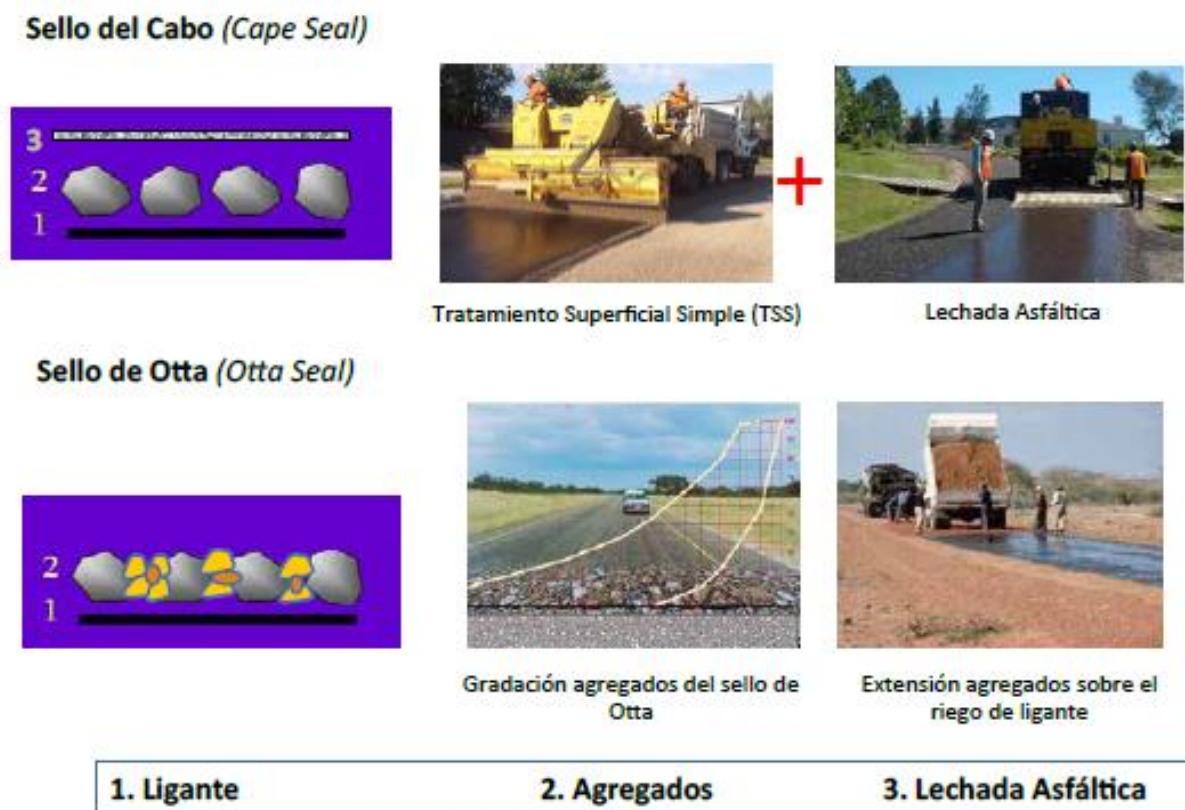
La Dirección Nacional de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas de Chile desde el 2003 viene adelantando dentro de las actividades de conservación de sus vías rurales sin pavimentar un programa denominado “Caminos Básicos”. “Con este programa se introdujo una forma diferente de realizar el mantenimiento de los caminos para mejorar su nivel de servicio y reducir los costos de su conservación.” (Campagnoli , 2017).

En este proyecto se utilizó el tratamiento superficial doble como una solución que permitiera mejorar las condiciones de transitabilidad de la vía, la aplicación de este tipo de tratamiento que combina la flexibilidad de un tratamiento superficial simple (TSS) el cual consiste en el riego de un ligante asfáltico (normalmente en forma de emulsión), seguido de la extensión y compactación de una grava uniforme, con la rigidez de una lechada asfáltica, también conocida como mortero asfáltico o Slurry Seal, definida como la mezcla de agregado

fino bien gradado, llenante mineral y emulsión asfáltica. En la figura 19 se muestra la aplicación del sello de cabo y del sello de Otta que integra las capas del tratamiento superficial simple y la imprimación de la lechada asfáltica de sello.

Figura 19.

Sello de Cabo y Sello de Otta

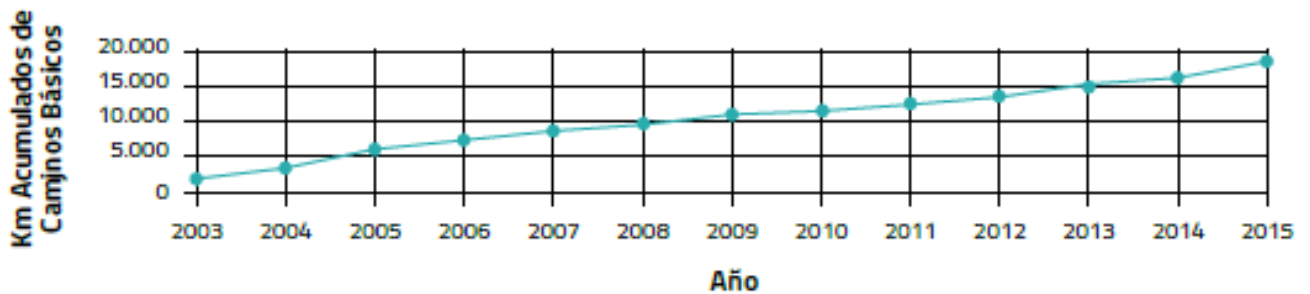


Nota. Tomado de (Campagnoli , 2017).

El mejoramiento de las vías terciarias del país austral con este tipo de tratamientos ha permitido avanzar en el desarrollo de Chile como un país líder en Latinoamérica en cuanto a la pavimentación de sus vías rurales, tal es así que desde que se inauguró el Programas de Caminos Básicos en 2003 solo se tenían alrededor de 2.00 km pavimentados, y para el 2015 ya contaban con cerca 20.000 km pavimentados, en la figura 20 se muestra de forma gráfica esta evolución.

Figura 20.

Evolución del programa de Caminos Básicos desde 2003 hasta 2015.



Nota. Tomado de (Campagnoli , 2017).

4.2 Tratamiento superficial con emulsión asfáltica de la empresa Pro Base Road Global en la Calera, Cundinamarca

En este proyecto se realizaron ensayos de laboratorio pertinentes con el propósito de establecer la calidad del suelo antes y después de la intervención del tramo, además los ensayos de caracterización fueron cotejados con las normas aplicables al tratamiento superficial doble vigentes en Colombia, con el fin de generar un instrumento práctico para la utilización de estos productos.

El sistema Probase Road System de la empresa Pro Road Global se ha desarrollado para la implementación y mantenimiento de vías terciarias del país, en tal sentido, basado en la tipología de las vías terciarias del municipio de La Calera, Cundinamarca, cumplen para desarrollar en ese sitio la implantación del sistema de pavimentación, dado que los principales problemas asociados a los caminos de bajo volumen de tránsito se relacionan con: La baja calidad funcional y estructural de sus superficies de rodadura, la frecuente conservación y mantenimiento, la limitación de los recursos para inversión en el mejoramiento de las vías y desde luego las vías terciarias en el país se realizan bajo la técnica de Afirmado lo cual agrega una serie de problemas que derivan en el aumento de los costos de operación, la seguridad, impacto ambiental, etc. (Ayala , 2015).

4.2.1 Sistema Pro Base Road

El sistema Pro Base Road fue ideada en Malasia a mediados de los años 90, en el país asiático se presentaban múltiples problemas en las vías terciarias asociadas al barro y el lodo en época invernal y al polvo en verano, bajo ese contexto nace la empresa Pro Road, pues se requería idear una alternativa económica que permitiera solucionar los problemas antes mencionados, y de esta forma nace el tratamiento superficial Pro Base, el cual fue implementado inicialmente en las vías que conducían a los cultivos de palma de Malasia y que posteriormente fue exportado a otros países del sureste asiático y el sur de África.

Actualmente este sistema tiene proyectos o se han desarrollado proyectos en diferentes partes del mundo, especialmente en Latinoamérica, donde tienen presencia en Colombia, Ecuador y México.

Dicho esto, Probase Road System es una tecnología avanzada para construir vías con suelo in situ. Las propiedades del suelo son modificadas, estabilizando el suelo y aumentando su capacidad portante. Adicionalmente, dos capas de impermeabilizante de alta flexibilidad y durabilidad, son instaladas para lograr vías libres de polvo en época de verano y lodo en época de invierno. La apariencia y percepción por parte del usuario y comunidades, es la de una vía pavimentada en asfalto.

La apariencia inicial de la vía después de construida, es la de una vía destapada en agregado fino. Este exceso de material fino tiene el objeto de preservar el polímero de sello mientras se termina de curar, además de no ser removido por el tráfico vehicular. Este sistema está compuesto por dos polímeros, el TX-85 y el polímero PB-65

El TX-85 Estabilizador de Suelos, es uno de los diferentes medios disponibles para la estabilización de vías en recebo que no cumpla con los requisitos para la estabilización y sellado con polímeros.

El PB-65 es un producto a base de agua favorable al medio ambiente que es significativamente fácil de aplicar por pulverización de la superficie del suelo usando un equipo irrigador.

Enfocándose en el proyecto ejecutado en el municipio de la Calera, específicamente en la vereda San Rafael, se realizó inicialmente la identificación del estado inicial de la vía, la cual es mostrado en la Figura 21.

Figura 21.

Estado inicial de la vía Vereda San Rafael



Nota. Obtenido de (Ayala , 2015).

El paso siguiente fue la escarificación del terreno, el cual tenía un alto índice de plasticidad del 18.8%, lo que obligaba a mejorar la condiciones de la subrasante y aplicar el polímero endurecedor de terreno TX-85, tal como se muestra en la Figura 22.

Figura 22.

Limpieza y perfilado de la vía



Nota. Obtenido de (Ayala , 2015).

Una vez terminado el proceso escarificación y perfilado de la vía se procedió a la aplicación del polímero TX-85, en la dosificación recomendada por el proveedor uniformemente a lo largo y ancho del tramo a intervenir teniendo en cuenta el volumen del suelo a estabilizar y el porcentaje de humedad óptima del mismo, tal como se muestra en la figura

Figura 23.

Aplicación del polímero TX-85 en la Vereda San Rafael



Nota. Obtenido de (Ayala , 2015).

El paso siguiente consistió en la aplicación del segundo polímero, la aplicación del polímero PB-65 se realizó en dos capas, la primera capa consistió en el sellado del suelo estabilizado y endurecido después de 12 horas de realizado el procedimiento anterior, la primera capa de PB-65 y agregado se efectuó en una capa de aproximadamente 2cm debido a que no se contó en obra con una volqueta con un accesorio para esparcir uniformemente el agregado, el polímero PB-65 se aplicó mediante un irrigador manual distribuyendo parejo el polímero dando un correcto sellado al suelo, posteriormente se compactó la vía con el vibro compactador a bajas vibraciones, en la figura

Figura 24.

Resumen proceso aplicación PB-65.

PASO
No. 2



Curado y Compactado.



Imprimación PB-65.



Riego de Agregado.



Compactación

Nota. Obtenido de (Ayala , 2015).

Capítulo 4. Análisis de costos del mejoramiento de vías terciarias con tratamiento superficial con emulsión asfáltica respecto a Placa huella

5.1.1 Pavimentos con Placa – Huella.

El pavimento con Placa – Huella representa una solución para las vías de tercer nivel del país ubicadas en zonas rurales que presentan un volumen de tránsito bajo o moderado con muy poca circulación de buses y camiones, y su tránsito se compone esencialmente de carros, camperos y motocicletas, los principales beneficios que tiene este tipo de pavimento son:

- Ofrecer constantemente condiciones de movilidad satisfactorias durante un alto período de servicio.
- Bajo mantenimiento en su periodo de servicio, solo limpieza de las obras de drenaje.
- No hacer grandes modificaciones al diseño geométrico de la vía existente ya que por condiciones de rugosidad de la superficie de éste tipo de pavimento la velocidad de los vehículos tiende a ser muy baja.
- Bajos costos de construcción y mantenimiento en comparación con la construcción de un pavimento convencional.

El criterio de diseño adoptado para las losas de placa – Huella es de quince centímetros de espesor en concreto reforzado, cuando se encuentre apoyado sobre la subbase granular, adicionalmente se deben instalar vigas transversales o riostras que también este reforzadas a un espaciamiento uniforme. Se debe verificar que el acero de refuerzo de Placa huella y de vigas

riostros se entrecruce para hacer que la estructura traja monolíticamente, Tal como se muestra en la Figura 25.

Figura 25.

Ubicación del acero de refuerzo en estructuras de Placa Huella



Nota. Obtenido de la Cartilla de proyectos Colombia Rural del Inviás.

En la Tabla 9 se muestra en resumen de los parámetros de diseños tener en cuenta en la supervisión de la construcción de estructuras de placa huella según la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa – Huella del Instituto Nacional de Vías.

Tabla 9.

Parámetros de diseño de estructura de Placa huella

Elemento	Parámetro de diseño
Resistencia a la compresión	210 kg /cm ² .
Tamaño máximo del agregado grueso	(38 mm).
Asentamiento	Cinco (5) centímetros.
Resistencia del acero de refuerzo	4200 Kg/cm ² - fy - 5200 Kg/cm ²

	0,9 m
Ancho de la placa – huella	1,35 m
	1,8 m
Espesor de la placa huella	0,15 m
Refuerzo longitudinal	Una varilla número 4 cada quince centímetros (1#4@0,15).
Refuerzo transversal:	Una varilla número 2 cada treinta centímetros (1#2@0,30).
Longitud máxima de la riostra	6,8 m
Ancho de la riostra	0,2 m
Refuerzo Longitudinal de la riostra	Cuatro varillas número 4 (4#4).
Estribos de la riostra	Una varilla número 2 cada 15 centímetros (1#2@0,15).

Nota. Adaptado de la Guía de Diseño de pavimentos con Placa Huella de Invías.

.

En tal sentido, en la tabla 10 se muestra el costo por metro lineal de estructura de placa huella según las especificaciones técnicas del instituto Nacional de Vías

Tabla 10.

Costos de Estructura de Placa Huella

	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR	VALOR
		AD	UNITAR	PARCIAL
			IO	
Concreto Clase D.- Placa Huella	m ³	0,30	681.249,00	240.374,70
Concreto Clase G.- Piedra Pegada	m ³	0,13	533.487,00	69.353,31
Relleno en afirmado mínimo e = 0,15 m.	m ³	0,41	88.245,00	36.180,45
Excavación en material común a mano	m ³	0,59	35.245,00	20.794,55
Acero de refuerzo	kg.	18,50	5.741,00	106.208,50
COSTO TOTAL POR METRO LINEAL				436.911,51
COSTO TOTAL POR KILOMETRO				436.911.510,00

Nota. Valores tomados en pesos colombianos, extraídos del Análisis de Precios Unitarios del Invias (2021-2), Región Ocaña

5.1.2 Tratamiento superficial doble

El tratamiento superficial se aplica sobre una superficie estabilizada, en la cual se aplica un ligante de tipo bituminosos en una la vía, y posteriormente se hace la expansión y compactación de capa de agregado, el tratamiento superficial doble resulta de la aplicación de dos tratamientos superficiales, con un segundo árido de tamaño inferior que en la primera capa.

En las vías terciarias se acostumbra a utilizar pavimentos flexibles, semi rígidos y rígidos, entre los que se encuentra la estructura de Placa Huella y Caminos Ancestrales, esto como alternativas para mejorar la transitabilidad y accesibilidad de las zonas rurales. A continuación, se muestra cada una de las actividades que deben ser controladas en el proceso constructivo de la estructura de pavimento.

- Explotación de Materiales, elaboración de agregados, transporte y almacenamiento del material granular.
- Mezcla en planta o máquina estabilizadora de suelo.
- Fase de experimentación.
- Preparación de la superficie existente. Colocación y compactación del suelo mejorado.
- Curado de suelo mejorado.
- Colocación y compactación de materiales granulares. Aplicación de ligante bituminoso y agregado pétreo.
- Fabricación, transporte y extensión de la Mezcla de Rodadura.
- Compactación final.
- Acabado y curado de la superficie de rodadura. Ejecución de juntas.

Los costos de construcción de un tratamiento superficial doble riego en metros cuadrados son mostrados en la tabla 11

Tabla 11.

Costos de construcción de un tratamiento superficial doble en metros cuadrados

I. EQUIPO

0	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.
CARROTANQUE IRRIGADOR DE ASFALTO		135.328,11	150,00	902,18
ESPARCIDOR DE GRAVILLA (incluye volqueta)		131.187,13	150,00	874,58
COMPACTADOR NEUMATICO		202.738,17	150,00	1351,58
COMPRESOR (Barrido y/o Soplado de la Superficie Pavimento)		104.364,13	150,00	695,76
				Sub-Total
				3824,12

II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
AGREGADO PETREO PARA TSD PRIMER RIEGO	m ³	66.172,47	0,019	1.257,28
AGREGADO PETREO PARA TSD SEGUNDO RIEGO	m ³	66.443,53	0,0127	843,83
EMULSION (CRR-2)	lt	1.494,22	3,00	4482,66
SEÑAL PREVENTIVA				
				Sub-Total
				6.583,77

III. TRANSPORTES

Material	Vol-peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.
AGREGADO PETREO	0,032	20,00	0,64	1.100,00	704,00
					Sub-Total
					704,00

IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
OBREROS (8)	\$ 266.333,67	185%	492.717,29	1.200,00	410,59
OFICIAL	\$ 56.666,67	185%	104.833,34	1.200,00	87,36
					Sub-Total
					497,95

Total Costos directos

11.609,84

Nota. Nota. Valores tomados en pesos colombianos, extraídos del Análisis de Precios Unitarios del Invias (2021-2), Región Ocaña

Teniendo en cuenta el análisis precios unitarios descrito anteriormente y sin incluir los costos indirectos propios de la contratación en el país y asumiendo un ancho de calzada de 6,00 m, el costo por kilómetro de tratamiento superficial con emulsión asfáltica sería del orden de \$69.659.040.

El comparativo anterior es válido solo para las estructuras de mejoramiento, es decir no se contempla las actividades denominadas “Preliminares”, ni la adecuación del terreno de implantación, así como las obras hidráulicas requeridas para el correcto funcionamiento de la vía, sin embargo, se puede concluir que el costo del tratamiento superficial doble es mucho menor que una estructura de placa huella por kilómetro, claro está, sin tener en cuenta el costo del mantenimiento del tratamiento superficial doble que es mucho mayor que el de una estructura de placa huella

Referencias

Academia. (2020). Concreto: Generalidades, propiedades y procesos.

Amaya, J. S. (01 de Diciembre de 2019). Colombia tiene un promedio de 94% de todas sus vías terciarias en mal estado. *La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/colombia-tiene-un-promedio-de-94-de-todas-sus-vias-terciarias-en-mal-estado-2939581>

Armando Orobio, J. C. (2016). Pavimentos con placa-huella de concreto simple: Análisis con elementos finitos 3D. *DYNA*, 9-18.

Ayala , M. (2015). Mejoramiento de la vía terciaria vereda San Rafael en el municipio de La Calera mediante la aplicación de PROBASE Road System . *Universidad Militar Nueva Granada* , 1-24.

Barbosa , D., & Rincón , M. (2020). Analisis de la interventoria en el sector público y privado en Colombia. *Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña*. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/412/1/33687.pdf>

Campagnoli , S. (2017). Innovación en Métodos de Pavimentación: Casos regionales. *Revista de ingeniería* , 22-31.

Cesar, S. H. (2010). *Interventoria de Proyectos y Obra*. Medellin: Universidad Nacional de Colombia.

Congreso de la República . (05 de Febrero de 2002). *Ley 734 de 2002* . Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0734_2002.html

Congreso de la Republica . (12 de Julio de 2011). *Ley 1474 de 2011* . Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1474_2011.html

Congreso de la República. (1993). *Ley 105 de 1993*. Bogotá, D.C. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=296>

Constitución Política de Colombia. (1991).

D.N.P. (2016). *Mejoramiento de las vías terciarias mediante el uso de Placa Huella*. Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2015). *Manual conceptual de la Metodología*

General Ajustada (MGA). Bogotá. Obtenido de

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/MGA/Tutorialesde funcionamiento/Manual conceptual.pdf>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). *Mejoramiento de Vías Terciarias-Vías de Tercer Orden*. Bogotá. Colombia.

Departamento Nacional de Planeación. (2008). *CONPES 3478*. Bogotá. D.C. Obtenido de

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/CONPES/Econ%C3%B3micos/3478.pdf>

Diario Oficial de Colombia . (19 de Junio de 1874). Ley 41 de 1874, del 19 de junio de 1874.

Diario Oficial, pág. 1801.

Diario oficial de Colombia . (06 de Junio de 1888). Resolución de Obras Públicas, del 6 de junio de 1888. *Diario Oficial*, pág. 580.

Diario Oficial de Colombia . (11 de Mayo de 1935). Decreto 843 de 1935, del 11 de mayo de 1935.

Diario Oficial , pág. 637.

Fondo Colombia en Paz. (2019). *Manual de supervisión e Interventoría* . Bogotá D. C. .

Función Pública de Colombia . (5 de septimebre de 2008). *Concepto 2386 de 2018 Consejo de Estado - Sala de Consulta y Servicio Civil*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=88640>

- Galeano , C. L. (2020). *APLICACIÓN EN TEMÁTICAS DE INGENIERÍA DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE EN EL K0+000 – K5+082 EN LA VEREDA LA ZURIA, MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO-META*. Villavicencio: Trabajo de pregrado. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/31704/11/2021cristiangaleano.pdf>
- Giraldo, H. D. (2016). *Diagnóstico del empleo tratamientos superficiales con emulsion asfaltica en obras de infraestructura vial en Colombia*. Bogotá: Universidad de los Andes. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17839/u729073.pdf>
- Guerrero Veloza , E. M. (2014). Tratamiento superficial con emulsión asfaltica y analisis de costos respecto a placa huella. *Universidad Militar Nueva Granada*, 17. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13149/Tratamiento%20superficial%20con%20emulsi%C3%B3n%20asf%C3%A1ltica%20y%20an%C3%A1lisis%20de%20costos%20respecto%20a%20placa%20huella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ibamora Instalaciones. (13 de abril de 2018). *Obra Civil* . Obtenido de <http://ibamora.com/obra-civil/>
- Instituto Nacional de Vías. (2009). *Manual de diseño geometrico de carreteras*. Bogotá, D.C. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/proyectos-de-norma/11313-manual-de-diseno-geometrico-de-carreteras-2008/file>
- Instituto Nacional de Vías. (2012). *Especificaciones Generales de Construcción de carreteras*.
- Instituto Nacional de Vías. (2016). *Manual de Interventoria Obra Pública*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías. (2017). *Cartilla Guia para la Evaluacion de Cantidades y Ejecucion de Presupuestos para la Construcccion de Obras de la Red Terciaria y Ferrea*. D.C.
- Instituto Nacional de Vías. (2017). *Guia de Diseño de Pavimentos con Placa Huella*. Bogota D.C.

INVÍAS . (2021). *EStado de la red vial en Colombia* . Bogotá D.C. : Instituto Nacional de Vía .

Jiménez Morieones, M. F. (2007). *Interventoria en Proyectos Publicos* . Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

Ley 1150. (16 de Julio de 2007). Diario Oficial No. 46.691 de 16 de julio de 2007.

Ley 1474. (12 de Julio de 2011). Diario Oficial No. 48.128 de 12 de julio de 2011.

Ley 41. (19 de Junio de 1874). Diario Oficial de Colombia, Poder Legislativo. Bogotá.

Ley 734. (13 de Febrero de 2002). Diario Oficial No. 44.708 de 13 de febrero de 2002.

Ley 80 . (28 de Octubre de 1993). Diario Oficial No. 41.094 de 28 de octubre de 1993.

Lozano , I., & Restrepo , J. (2016). El papel de la infraestructura rural en el desarrollo agrícola en Colombia. *Coyuntura Económica, Investigación Económica y Social*, 107-147.

doi:doi:10.13140/RG.2.1.2061.9766

Ministerio de Transporte. (2019). *Plan Maestro de Transporte Intermodal*. Bogotá, D.C. Obtenido de <https://www.infraestructura.org.co/nuevapagweb/descargas/PMTI.pdf>

Ministerio de Transporte de Colombia. . (2015). *Resolución 1530 de 23 de Mayo de 2017. Adopta los criterios técnicos, la matriz y la guía metodológica para efectuar la caracterización de las vías de la red vial nacional a cargo de la nación, los departamentos, municipios y distritos*. Bogotá, Colombia: Diario oficial No 50242.

Muñoz Gaviria , S. (2016). *Efectos macroeconómicos de las obras de infraestructura*. Bogotá, D.C. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentaciones/2016-05-18%20Director-Seminario%20Infraestructura%20ANIF.pdf>

NSR-10. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción de Sismo.

- Olivares, R. (2015). *Lechadas asfálticas y microaglomerados en frío*. Obtenido de <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/lechadas%20y%20Microag%20en%20fr%C3%ADo.pdf>
- Ospina Ovalle , G. (2017). El Papel de la vías Secundarias y el desarrollo de los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia. *Revista de ingeniería*. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/full/10.16924/revinge.44.3>
- Parson , Brickerhoff , Quade, & Douglas. (1961). *Plan para el Mejoramiento del Transporte Nacional* .
- Pérez, G. J. (2005). *La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia*. Cartagena: Banco de la República.
- Planeacion, D. N. (2016). *Mejoramiento de Vias Terciarias mediante el uso de Placa Huella*. Bogota D.C.
- Real , D. F. (2021). *Importancia e los manuales de interventoria dentro de los sistemas de gestión en el ejercicio de la interventoría en Colombia* . Bogotá D.C. : Universidad Militar Nueva Granada .
- Rodriguez , T. S., Torres, J. P., & Villanueva , D. A. (2020). *DISEÑO DE UNA ALTERNATIVA EFICIENTE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA QUE CONECTA LA VEREDA IBÁÑEZ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE AGUA DE DIOS*. Girardot: Universidad Piloto. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9328/MONOGRAFIA%20VIA%20TERCIARIA%20VEREDA%20IBA%C3%91EZ.pdf?sequence=1>
- Rodriguez Salcedo , C. (2019). *Del total de la red vial terciaria con la que cuenta Colombia, 96% está en mal estado*. Bogotá, D. C.: La República. Obtenido de

<https://www.larepublica.co/infraestructura/del-total-de-la-red-vial-terciaria-con-la-que-cuenta-colombia-96-esta-en-mal-estado-2828335>

Rodríguez, T., Torres, J., & Villanueva, D. (2020). *Diseño de una alternativa eficiente para el mejoramiento de la vía terciaria que conecta la Vereda Ibañez al casco Urbano del Municipio de Agua de Dios*. Girardot : Universidad Piloto de Colombia.

Romero, C. (2015). LA interventoría como forma de supervisión de proyectos: la experiencia colombiana. *Sibragec Elagec*, 1-9. Obtenido de

https://www.researchgate.net/profile/Camilo-Romero-8/publication/312590647_LA_INTERVENTORIA_COMO_FORMA_DE_SUPERVISION_DE_PROYECTOS_LA_EXPERIENCIA_COLOMBIANA/links/58847dac4585150dde4598d3/LA-INTERVENTORIA-COMO-FORMA-DE-SUPERVISION-DE-PROYECTOS-LA-EXPERIEN

Romero, C., & Vargas, H. (2015). La interventoría como forma de supervisión de proyectos: La Experiencia Colombiana. *Sibragec Elagec*, 1-8. Obtenido de

https://www.researchgate.net/profile/Camilo-Romero-8/publication/312590647_LA_INTERVENTORIA_COMO_FORMA_DE_SUPERVISION_DE_PROYECTOS_LA_EXPERIENCIA_COLOMBIANA/links/58847dac4585150dde4598d3/LA-INTERVENTORIA-COMO-FORMA-DE-SUPERVISION-DE-PROYECTOS-LA-EXPERIEN

Sánchez Henao, J. C. (2007). *GESTIÓN ORGANIZATIVA EN EL PROCESO EDIFICATORIO: REGULACIÓN DE LA INTERVENTORÍA DE PROYECTOS EN COLOMBIA*. Medellín.

Sánchez, J. C. (2007). *Gestión Organizativa en el proceso edificatorio: regulación de la*. Madrid: Departamento de Construcción y Tecnologías Arquitectónicas de la Universidad Politécnica

- de Madrid. Obtenido de
https://cienciagora.universia.net.co/imgs2011/imagenes/Tesis_doctoral_Julio_sanchez.pdf
- Sentencia C-037/03. (2002). Responsabilidad del particular que cumple funciones públicas.
- Superintendencia de Sociedades. (2020). *Superintendencia de Sociedades*. Obtenido de
https://www.supersociedades.gov.co/delegatura_insolvencia/auxiliares_justicia/Paginas/preguntas_frecuentes/que-es-un-interventor.aspx
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2020). *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Obtenido de <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/2-especificaciones-tecnicas-de-construccion/Cimentacion/e-concreto-ciclopeo>
- Valderrama, E. C. (2017). EL rol de las VÍAS TERCIARIAS en la construcción de un nuevo país. *Revista de Ingeniería*, 64-71.
- Vallejo, F. (2007). Responsabilidad profesional en la construcción de obras. *Revista Derecho del Estado*.
- Villar, L., & Ramírez, J. M. (2014). Infraestructura regional y pobreza rural. *Working Paper*.
Obtenido de <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/234>
- Yepes, T., Ramírez, J., Villar, L., & Aguilar, J. (2013). *Infraestructura de transporte en Colombia*. (Cuadernos Fedesarrollo, No. 46). Obtenido de
<http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/153>
- Yuri, G., Manuel, G. J., & Leonardo., V. (2011). ¿Para que sirve la Interventoria de las Obras Publicas en Colombia? *Revista de Economia Institucional* .