



Estudio Patológico a la estructura de vía de la Carrera 14 Entre Calles 10 y 29 en el municipio
de Acacías - Meta

Ing. Diego Felipe Cubillos Calderón
Ing. Stefania Cerón Gutiérrez
Arq. Cesar Augusto Ramírez Rodríguez

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ciencias y Tecnologías
Programa de Especialización en Patología de la Construcción
Sede: Villavicencio
2022



Estudio Patológico a la estructura de vía de la Carrera 14 Entre Calles 10 y 29 en el municipio
de Acacías - Meta

Ing. Diego Felipe Cubillos Calderón
Ing. Stefania Cerón Gutiérrez
Arq. Cesar Augusto Ramírez Rodríguez

Asesor: Msc. Ing. Olga Lucía Vanegas Alfonso

Trabajo de Grado para Optar el título de Especialista en Patología de la Construcción

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ciencias y Tecnologías
Programa de Especialización en Patología de la Construcción
Sede: Villavicencio
2022



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2.1. Pregunta Problema	13
2.2. Árbol de Problemas.....	13
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. OBJETIVOS.....	15
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
5. ANTECEDENTES	16
6. MARCO REFERENCIAL	17
6.1. MARCO GEOGRÁFICO.....	17
6.2. MARCO LEGAL	22
6.3. MARCO TEÓRICO	25
6.4. MARCO HISTÓRICO	26
7. ALCANCES Y LIMITACIONES	29



8. METODOLOGÍA.....	30
8.1. DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE.....	34
8.2. PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	35
8.2.1. Inspección preliminar del paciente.	35
8.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.	35
8.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.	40
8.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración	41
8.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.....	43
8.3. HISTORIA CLÍNICA.....	43
8.3.1. Responsables Del Estudio.....	43
8.3.2. Fecha de Realización del Estudio	44
8.3.3. Datos generales del paciente	46
8.3.4. Aplicación Patológica	47
8.3.5. Datos específicos de las lesiones	47
8.3.5.1. Fisuras	47
8.3.5.2. Abultamientos	51
8.3.5.3. Descascaramientos	52
8.3.5.4. Baches	52
8.3.5.5. Parches	53
8.3.6. Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente.....	54
8.3.7. Clasificación y Origen de la Patología.....	55



8.3.8. Datos generales del entorno	56
8.3.9. Suelos y Cimentaciones	56
8.4. DIAGNÓSTICO	58
8.4.1. Lesiones	58
8.4.2. Ensayos destructivos y no destructivos.....	61
9. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA	63
9.1. UBICACIÓN DEL PACIENTE EN LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PEREIRA.....	63
9.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA SÍSMICA, EL VALOR DE AA Y AV Ó AD ...	67
9.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PACIENTE	68
9.3.1. Estudio de vulnerabilidad 2010	68
9.3.2. Análisis de riesgos estructurales	70
9.3.3. Normatividad	74
9.3.4. Matriz De Vulnerabilidad	77
9.3.5. Patología de los mecanismos de falla estructural	79
10. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	82
10.1. PROPUESTA 1: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NUEVA	82
10.2. PROPUESTA 2: BACHEO PARA TRAMOS DE VÍA	101
11. PRESUPUESTO	103



11.1. PROPUESTA 1: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NUEVA	103
11.2. PROPUESTA 2: BACHEO PARA TRAMOS DE VÍA	105
12. PROGRAMACIÓN	107
12.1. PROPUESTA 1: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NUEVA	107
12.2. PROPUESTA 2: BACHEO PARA TRAMOS DE VÍA	108
13. ANÁLISIS DE RESULTADOS	109
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
15. BIBLIOGRAFÍA.....	112
16. ANEXOS.....	114



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Árbol de problemas. Fuente: Propia	13
Ilustración 2. Ubicación del Departamento del Meta. Fuente: Wikipedia.....	18
Ilustración 3. Ubicación del municipio de Acacías. Fuente: Wikipedia.....	19
Ilustración 4. Ubicación del paciente. Fuente: Google Earth	20
Ilustración 5. Perfil de elevación y pendiente de la vía. Fuente Google Earth.	21
Ilustración 6. Medición de profundidad baches. Fuente: Propia.	38
Ilustración 7. Medición de longitud huecos. Fuente: Propia.	38
Ilustración 8. Grieta longitudinal. Fuente: Propia.....	39
Ilustración 9. Grieta transversal. Fuente: Propia.....	39
Ilustración 10. Pantallazo correo respuesta Alcaldía de Acacías: Fuente: correo Stefanía Cerón	41
Ilustración 11. Fisura transversal (FT). Fuente: Propia	48
Ilustración 12. Fisura longitudinal (FL). Fuente: Propia	49
Ilustración 13. Fisura en junta de construcción longitudinal (FCL). Fuente: Propia.....	50
Ilustración 14. Fisura en junta de construcción transversal (FCT). Fuente: Propia.....	50
Ilustración 15. Abultamiento (AB). Fuente: Propia.....	51
Ilustración 16. Descascaramiento (DC). Fuente: Propia.....	52
Ilustración 17. Baches (BCH). Fuente: Propia.....	53
Ilustración 18. Parche (PCH). Fuente: Propia.....	54



Ilustración 19. Presencia de baches y huecos. Fuente: Propia.....	55
Ilustración 20. Terremoto de Cúcuta 1875. Fuente: Wikipedia.....	64
Ilustración 21. Terremoto de Nariño 1979. Fuente: Wikipedia	65
Ilustración 22. Terremoto de Popayán 1983. Fuente: Wikipedia	66
Ilustración 23. Avalancha de Páez 1994. Fuente: Wikipedia	67
Ilustración 24. Terremoto en Villavicencio 1917. Fuente: Wikipedia.....	68
Ilustración 25. Mapa de susceptibilidad a Movimientos en masa. Fuente: Acuerdo específico N° 05 de 2010. IDEAM y SGC	72
Ilustración 26. Convenciones de colores para la matriz de vulnerabilidad.....	79
Ilustración 27. Ficha 1 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia.....	80
Ilustración 28. Ficha 2 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia.....	80
Ilustración 29. Ficha 3 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia.....	81
Ilustración 30. Ficha 4 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia.....	81
Ilustración 31. Apique realizado en la vía carrera 14. Fuente: Laboratorio NHSQ SAS	83
Ilustración 32. Gráfica de porcentaje de distribución vehicular total. Fuente: Propia.....	89
Ilustración 33. Gráfica de porcentaje de composición vehicular comercial. Fuente: Propia...	89
Ilustración 34. Cálculo de coeficiente estructural a2. Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.	93
Ilustración 35. Cálculo de coeficiente estructural a3. Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.	94
Ilustración 36. Perfil alternativa diseño de pavimento. Fuente: Propia.	100



Ilustración 37. Programación de propuesta 1. Fuente: Propia. 107

Ilustración 38. Programación de propuesta 2. Fuente: Propia. 108



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marco legal y normativo aplicable.	22
Tabla 2. Metodología para realización de objetivo 1. Fuente: Propia	30
Tabla 3. Metodología para realización de objetivo 2. Fuente: Propia	31
Tabla 4. Metodología para realización de objetivo 3. Fuente: Propia	32
Tabla 5. Equipo de trabajo. Fuente: Propia.....	41
Tabla 6. Responsables del estudio. Fuente: Propia.....	44
Tabla 7. Calendario de realización de estudio. Fuente: Propia.....	44
Tabla 8. Aplicación patológica. Fuente: Propia.....	47
Tabla 9. Normativa aplicable. Fuente: Propia	74
Tabla 10. Matriz de Vulnerabilidad	77
Tabla 11. Resumen de límites de Attemberg y clasificación del material de subrasante. Fuente: Laboratorio NHSQ SAS	83
Tabla 12. Descripción del perfil estratigráfico promedio. Fuente: Laboratorio NHSQ SAS ..	84
Tabla 13. Evaluación del potencial de expansión de acuerdo con NSR-10. Fuente: NSR-10	84
Tabla 14. Resúmenes resultados CBR. Fuente Laboratorio NHSQ SAS	85
Tabla 15. Categorías de subrasante. Fuente: INVIAS	85
Tabla 16. Aforo vehicular semanal para TPD. Fuente: Propia	87
Tabla 17. Tasas promedio de crecimiento del tránsito. Fuente: INVIAS	88
Tabla 18. Cálculo de factor camión. Fuente: Propia.....	88



Tabla 19. Valores máximos recomendados de E para capas de rodadura. Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.	91
Tabla 20. Índice de serviciabilidad. Fuente: AASHTO 1993.....	95
Tabla 21. Calidad del drenaje. Fuente: AASHTO 1993.....	96
Tabla 22. Valores de m recomendados. Fuente: AASHTO 1993.....	96
Tabla 23. Valor de error normal combinado So. Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.	97
Tabla 24. Datos Resumen de diseño. Fuente: Propia.....	98
Tabla 25. Datos calculados. Fuente: Propia.....	99
Tabla 26. Dimensión de la estructura de pavimento. Fuente: Propia	99
Tabla 27. Tipo de mezcla por utilizar en función del tipo y espesor compacto de la capa. Fuente: INVIAS 2022.....	99
Tabla 28. Uso típico de las diferentes clases de base granular. Fuente: INVIAS 2022.....	100
Tabla 29. Uso típico de las diferentes clases de subbase granular. Fuente: INVIAS 2022 ...	100
Tabla 30. Alternativas Estructurales de pavimento. Fuente: INVIAS	101
Tabla 31. Carta 5. Fuente: INVIAS	102
Tabla 32. Presupuesto de alternativa 1. Fuente: Propia	103
Tabla 33. Presupuesto de alternativa 2. Fuente: Propia	105



1. INTRODUCCIÓN

Las vías y su condición favorable generan desarrollo en un municipio que cuenta con actividades agrícolas, productivas y agropecuarias, es por eso que la calidad de las vías permite tener una conexión permanente para exportar productos y dinamismo de su economía.

Por tal motivo, se realiza este trabajo con el fin de realizar un estudio patológico en la carrera 14 del municipio de Acacías considerada una vía importante que conecta el centro del municipio con distintos barrios y veredas del mismo.

Los principales daños que presentan una vía en su estructura de pavimento están tipificados según el Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles en fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales y daños superficiales; por ende, se realiza el presente trabajo para evidenciar los síntomas y lesiones que presenta la vía, analizar sus causas y diagnosticar su reparación y/o mantenimiento a realizar, para continuar contando con este corredor vial importante para el municipio.



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Pregunta Problema

¿Cuáles son las causas principales que afectan la estructura de vía de la carrera 14 entre calles 10 y 29 y que efectos trae consigo la afectación de la vía?

2.2. Árbol de Problemas

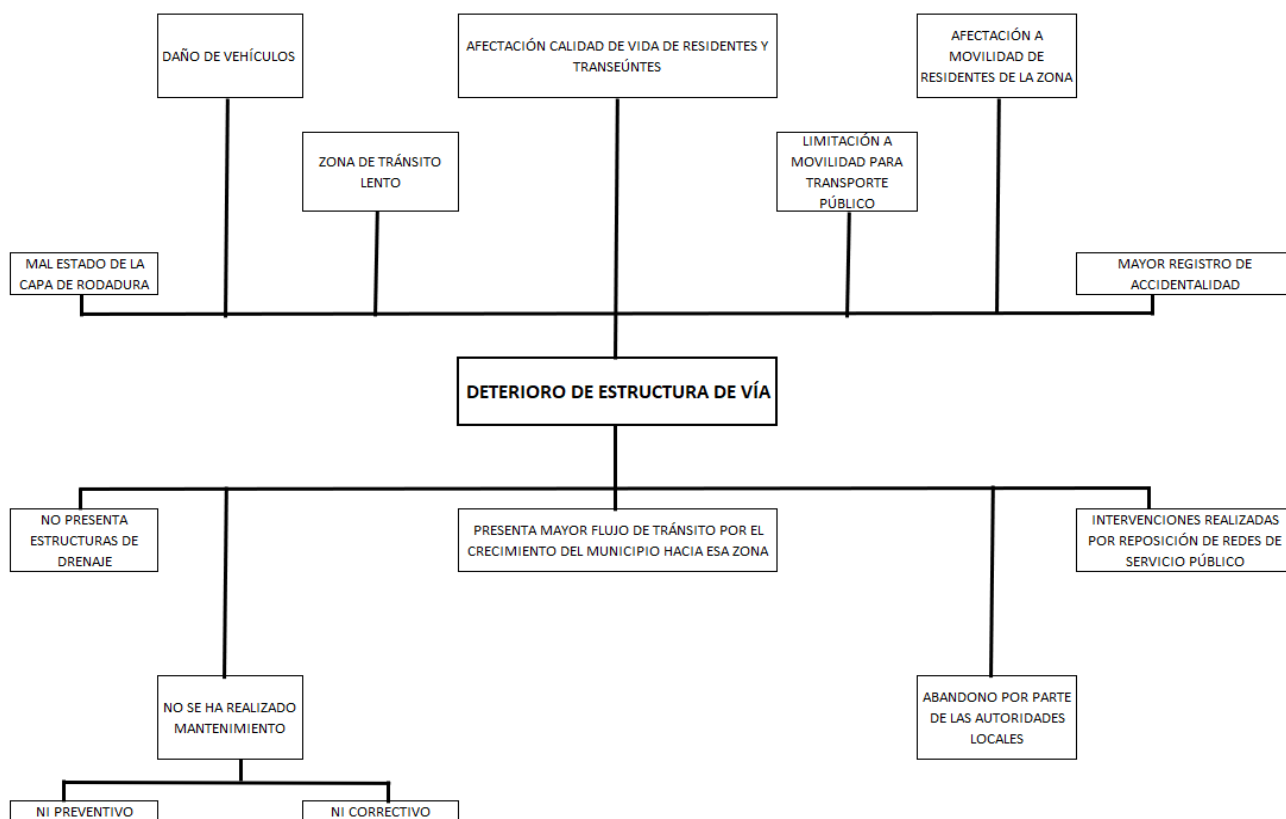


Ilustración 1. Árbol de problemas. Fuente: Propia



3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo “TPI” se realiza con el fin de mejorar la calidad de vida y satisfacer la necesidad de la población urbana del sector afectado y población rural que son beneficiarios de este importante corredor vial, comunicando más de seis veredas como son: La Esmeralda, Cola de Pato, Sardinata, Montebello, San Isidro de Chichimene, La Primavera. Veredas productoras de alimentos de la canasta familiar, productos cárnicos, entre otros.

Al día de hoy la vía presenta varios inconvenientes de transitabilidad por su avanzado grado de deterioro en su capa de rodadura y pérdida de agregados, las cuales son factores de no crecimiento en proyectos de vivienda, constante comercio informal, restricción parcial del tránsito en el sector, donde se ven afectados en tiempo para llegar a cada una de sus viviendas y trabajos, vida útil de los vehículos, incremento de costos de transporte público, alto costo de transporte de insumos y extracción de los productos que son cosechados en esta región, por tal razón, se observó la necesidad de estudiar, diagnosticar y formular un proyecto pertinente para una intervención pronta al paciente objeto de estudio la vía carrera 14 entre calles 10 y 29, donde se pretende mejorar la calidad de vida, desarrollo urbano, disminución de tiempo y costos de transporte, potencializar el comercio formal y no formal del sector y la región.



4. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar un diagnóstico y estudio patológico de la estructura de vía de la carrera 14 entre calles 10 y 29 localizada en el Municipio de Acacias, donde se identifique las causas y efectos que presenta el daño de la estructura de vía, para poder plantear alternativas de intervención para su respectiva rehabilitación.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las patologías que se presentan en la estructura de vía de la carrera 14 entre calles 10 y 29.
- Analizar los daños que presenta la estructura de vía con el fin de poder realizar un diagnóstico acorde a la necesidad del proyecto, con la ayuda de ensayos de laboratorio y trabajo de campo.
- Evaluar los resultados obtenidos con el fin de presentar alternativas de reparación y rehabilitación que permitan generar una solución adecuada y funcional para la estructura de vía.



5. ANTECEDENTES

El municipio de Acacias por su localización geográfica y por ser un municipio que comunica a la zona sur del departamento con Villavicencio que es la capital, su flujo vehicular es constante diaria, por lo que los viajeros tienden a movilizarse por las diferentes vías, por este flujo continuo las vías con bastante antigüedad tienden a perder su capacidad para la cual fueron diseñadas.

No obstante, el municipio de Acacias por ser un municipio con diversas actividades económicas y diferentes industrias, necesita una malla vial en buenas condiciones que permita el libre paso y movilidad de los ciudadanos, transporte de diferentes productos básicos de la canasta familiar y ser paso entre la capital del departamento y la zona sur del mismo. En cuanto a vías de comunicaciones el municipio cuenta con:

Aéreas: El municipio no cuenta con rutas aéreas

Terrestres: La “Ruta del Embrujo Llanero” que inicia en Villavicencio hasta llegar a Acacias en donde se puede apreciar el Complejo Ganadero “Rosendo Baquero”, la manga de Coleo “Palma Real” y disfrutar del Malecón sobre el río Acacias.

Fluviales: El municipio no cuenta con rutas fluviales. (Alcaldía de Acacias, 2008)



6. MARCO REFERENCIAL

6.1. MARCO GEOGRÁFICO

Localización del paciente

El departamento del Meta se encuentra ubicado en el centro del país, en la región de la Orinoquía. Cuenta con una superficie 85.635 Km², lo que representa el 7.49 % del territorio nacional. Su capital es la ciudad de Villavicencio y está dividido política y administrativamente en 29 municipios. (Martínez, 2018).

Coordenadas geográficas extremas:

- 01°36'29" y 04°54'24" de latitud norte
- 71°04'42" y 74°54'09" de longitud oeste

Superficie:

El Departamento del Meta tiene una extensión de 85.635 kilómetros cuadrados (Km²), ocupando el cuarto (4) lugar en extensión a nivel nacional.

Porcentaje territorial:

El Departamento del Meta representa el 7.49 % del territorio nacional.

Límites:

El Departamento del Meta limita por el Norte con el departamento de Cundinamarca y los ríos Upía y Meta que lo separan del departamento del Casanare; al Este con el departamento



del Vichada, al Sur con el departamento del Caquetá (franja de territorio en litigio) y el río Guaviare que lo separa del departamento del Guaviare y al Oeste con los departamentos del Huila y Cundinamarca. (Martínez, 2018)



Ilustración 2. Ubicación del Departamento del Meta. Fuente: Wikipedia

Acacías es un municipio colombiano, situado en el departamento del Meta. Es uno de los municipios más importantes de este departamento, no solo por su población e importancia económica, sino por el tesoro cultural que hay en ella. (Alcaldía de Acacías, 2008)

El municipio se ubica 28 km al sur de Villavicencio y a 126 km de distancia de Bogotá, capital de Colombia.

Datos:



Extensión total: 1.169 Km²

Altitud de la cabecera municipal: 498 s.n.m

Temperatura media: 24 C°



Ilustración 3. Ubicación del municipio de Acacías. Fuente: Wikipedia

El paciente se encuentra ubicado específicamente en la carrera 14 entre calles 10 y 29 en el municipio de Acacías Meta

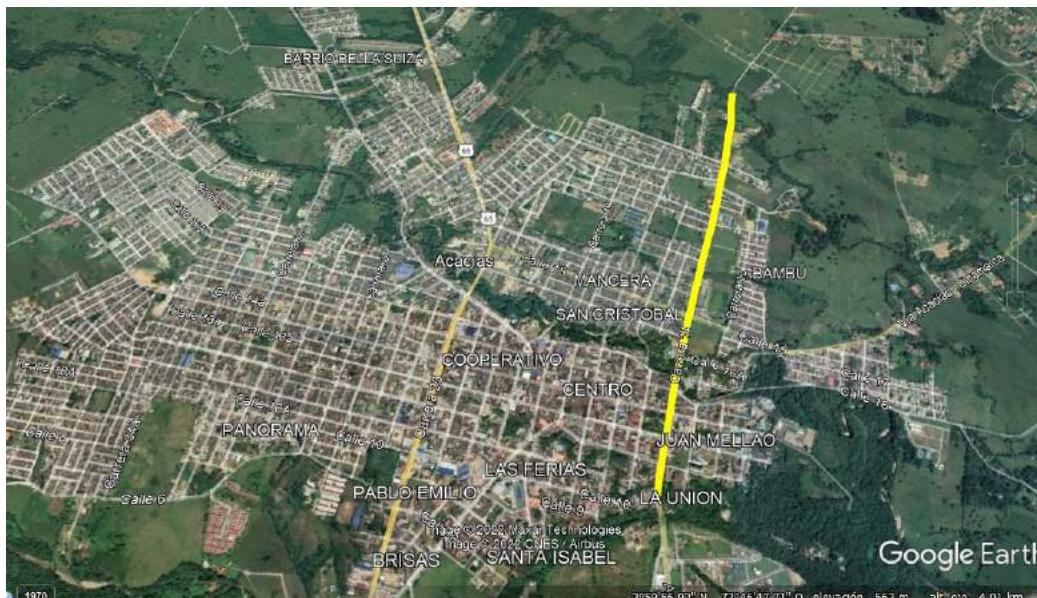


Ilustración 4. Ubicación del paciente. Fuente: Google Earth

Teniendo en cuenta su importancia y relevancia ya que es una vía que permite movilizarnos por sitios importantes como la Alcaldía Municipal, el parque principal y conecta la zona turística y de entretenimiento del municipio con el centro del mismo, y sirve como vía para conexión del municipio con zonas veredales como:

- La Esmeralda
- Cola de Pato
- Sardinata
- Montebello
- San Isidro de Chichimene
- La Primavera



DATOS DE LA VÍA:

- **Longitud de Vía:** 2091 metros
- **Ancho de calzada:** 6 metros
- **Tipo de pavimento:** Pavimento rígido, asfáltico y afirmado.
- **Sentido de Dirección:** De norte a sur, y de sur a norte.
- **Número de carriles:** 2 carriles, 1 por cada sentido
- **Coordenadas geográficas:** 3°58'59" N al 4° 00' 07"
73°45'27" O al 73° 45' 21"
- **Pendiente:** Inclinación máxima - 6.2% Pendiente promedio -1.4% - 2.3%

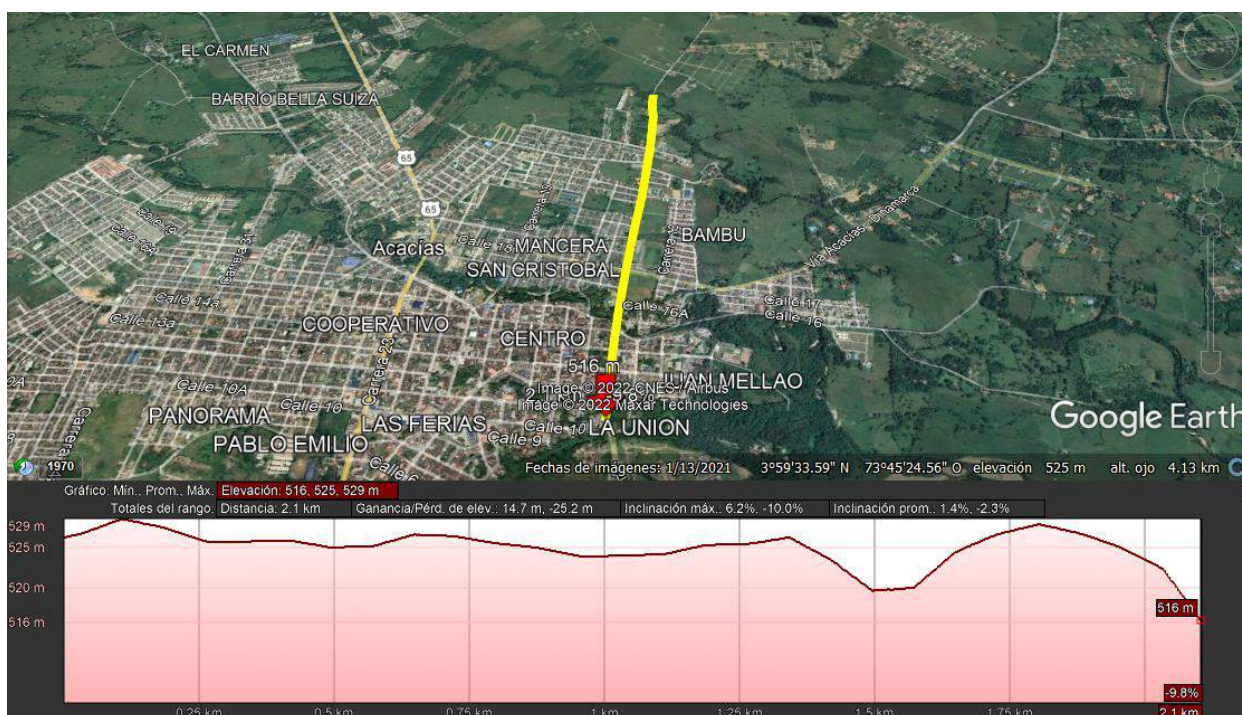


Ilustración 5. Perfil de elevación y pendiente de la vía. Fuente Google Earth.



6.2. MARCO LEGAL

De acuerdo al presente estudio, es necesario tener claridad acerca de la normatividad legal y aplicable para el diseño, construcción, rehabilitación, reparación y conservación de vías en Colombia.

Tabla 1. Marco legal y normativo aplicable.

Ley, Decreto o Resolución	Descripción	Vigencia
Ley 1682 De 2013	Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.	VIGENTE
Ley 80 de 1993	Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública	VIGENTE
Ley 769 del 6 de agosto de 2002	Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.	VIGENTE
Decreto 1292 De 2021	Por el cual se modifica la estructura del Instituto Nacional de Vías - INVIAS	VIGENTE
Resolución 1524 del 6 de mayo	Por la cual se adoptan y	VIGENTE



de 2022	actualizan las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional.	
Resolución 20223040024785 del 6 de mayo de 2022	Por la cual se deroga la Resolución 1376 de 2014 del Ministerio de Transporte "Por la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras".	VIGENTE
Resolución 1376 de 2014 del 26 de mayo de 2014	Por la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras.	NO VIGENTE
Resolución 10099 del 27 de diciembre de 2017	Por la cual se adoptan las Especificaciones Particulares de Construcción como alternativas de pavimentación utilizando Asfalto Natural en vías con bajos volúmenes de tránsito, categoría	VIGENTE



	NT1.	
Resolución 1375 del 26 de mayo de 2014	Por la cual se actualizan las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras.	VIGENTE

De la anterior tabla donde se menciona el marco legal y normativo aplicable al paciente se basan los siguientes documentos:

- Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Bogotá. Colombia. Octubre de 2006. Universidad Nacional de Colombia-Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2006)
- Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. Bogotá. Colombia. Octubre de 2006. Universidad Nacional de Colombia-Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2006)
- Manual de mantenimiento de Carreteras V1 y V2. Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2016)
- Especificaciones Generales de Construcción de carreteras. Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2013)
- Normas de Ensayo de materiales para carreteras. Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2013)
- Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2007)
- Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito. Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2015)



- Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Instituto Nacional de Vías. (INVIAS, 2008)

6.3. MARCO TEÓRICO

Acacias cuenta con más de 20 empresas que prestan el servicio de carga y transporte de pasajeros hacia los diferentes municipios y las cuarenta y ocho veredas que componen al municipio. También por su comercio y crecimiento en los últimos 15 años, se requiere del transporte público como taxi, transporte particular como motos y carros los cuales transitan cada una de las vías existentes del municipio, entre estas la calle la cual le realizamos el estudio patológico y posible mantenimiento por ser una de las vías importantes del sector.

Por lo anteriormente enunciado llegamos a la conclusión que las vías diseñadas y construidas no se previeron para el gran flujo vehicular que estas iban a presentar donde no determino su vida útil. Como condiciones inherentes al desarrollo, la movilidad, el transporte y la infraestructura se han convertido en objeto de estudio para determinar problemáticas que proyecten una ciudad que pueda garantizar a los acacireños libre movilidad, calidad de vida, desarrollo y competitividad.

Acacias por su localización geográfica y por ser un municipio de paso de comunicación de la zona sur del departamento y la capital Villavicencio, su flujo vehicular es continuo casi las 24 horas del día, por lo que los viajeros tienden a movilizarse por las diferentes vías, por este



flujo continuo las vías con bastante antigüedad tienden a perder su capacidad para la cual fueron diseñadas.

6.4. **MARCO HISTÓRICO**

El 7 de agosto de 1919, la República de Colombia conmemoraba el primer centenario de la batalla de Boyacá, con la cual nuestra patria alcanzó la libertad e independencia de la Corona Española. Las autoridades civiles y eclesiásticas de San Martín de acuerdo con los iniciadores de la fundación, deseaban conservar en un momento imperecedero el recuerdo el centenario de la emancipación de nuestra patria, y considerando por una parte la extensa zona selvática entre Villavicencio y San Martín muy propicia para la agricultura y por otra por ser paso obligado para viajar a Villavicencio y Bogotá, decidieron fundar una población que por lo menos pudiera servir de posada a los transeúntes en los duros meses de invierno, cuando los ríos Guamal y Guayuriba no permitían pasar.

Esta idea sólo se materializó el siete de agosto de 1920, siendo presidente de Colombia don Marco Fidel Suárez e Intendente Nacional del Meta el General Jerónimo Mutis, cuando un grupo de personas comisionadas por el Concejo Municipal de San Martín, se trasladó al lugar, donde el padre Alejandro Salaín celebró una eucaristía poniendo a Cristo como la piedra angular de la nueva población.

Se le dieron como límites generales: el Río Negro o Guayuriba con el Municipio de Villavicencio, el Río Meta con las Sabanas de Yucuana hoy Municipio de Puerto López; el Río



Guamal con el Municipio de San Martín, y por el costado occidental con los Municipios de Gutiérrez y Quetame en Cundinamarca.

El primer nombre escogido para la nueva fundación por los motivos históricos señalados fue el de “Corregimiento de Boyacá”, como reza textualmente en el acta de fundación, pero por motivos desconocidos el nombre no prosperó. Triunfó definitivamente el más poético de todos, “Las Acacias”, debido a la gran cantidad de acacias playeras que circundan las riveras de los ríos entre los cuales se levanta la población. Don Oliverio Torres Carrillo explicó que finalmente terminaron cambiándole el acento a la palabra, y quedó “Acacias”, porque para pronunciarla hay que sonreír, y para las gentes era más sonora y agradable al oído.

El Señor Intendente designó como primer Corregidor al señor Gregorio Jácome Calderón, Ex comisario especial de la Comisaría del Vaupés, con el primordial encargo de fundar lo que hoy constituye una de las poblaciones más pujantes del Llano, escogiendo para ello el sitio más oportuno, conveniente y céntrico entre los Municipios de Villavicencio y San Martín. Los señores Oliverio Reina, Juan Rozo y otros moradores influyentes, opinaban que la nueva fundación debía efectuarse en terrenos aledaños a sus propiedades ubicadas en lo que hoy se conoce con el nombre de la vereda la “Esmeralda”, en la finca de don Juan Rozo cerca a la Hacienda de la Unión.

A éstos se oponía el Criterio del Doctor Pablo Emilio Riveros Reina, quién con la visión de ingeniero urbanizador y luego de explorar gran cantidad de territorio selvático virgen,



opinaba que dicha fundación debía llevarse a cabo en terrenos altos secos y con aguas suficientes para abastecer las necesidades de la futura ciudad.

En su remplazo fue designado el señor Jorge Arturo Riveros Martínez, quien recibió el mismo encargo de su predecesor. Para efecto visitó todos los descumbres y fundos de la región en número de unos sesenta y cuatro; conoció las fundaciones que había entonces, que eran las de: Juan Rozo, José H. Rey, Federico Rojas, Cornelio Cárdenas, Manuel Cárdenas, Bernardo Vaca, Bautista Billar, Sandalio Leal, Fruto Lozano y otras pocas, que albergaban unos 300 habitantes. La escuela funcionaba en una casa de propiedad particular, del señor Vicente Antonio Rojas.

Escogiendo finalmente y de acuerdo con el Doctor Pablo E. Riveros el bosque entre las inmediaciones de los ríos Acacías y Acaciñas, que él indicó como el más apropiado por hallarse en terreno alto, seco, con aguas abundantes y potables, aún cuando quedaba un poco aislado del Camino Nacional Villavicencio-San Martín y de las fundaciones; el corregidor decidió y ordenó descumbrar dos hectáreas en cuadro y dar comienzo al trazado y construcción de las Casas para Escuela, Corregimiento, Capilla y Matadero Público. Bajo el mando y orientación de Pablo Emilio Riveros y el corregidor, se hicieron los trazados de las calles, dejando éstas de 90 metros de longitud por 15 de ancho, lo suficientemente anchas y rectas como bases de una población moderna. (Alcaldía de Acacías, 2017)



7. ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente informe aplica para todas las actividades de análisis, estudio y diagnóstico patológico que se realicen para la carrera 14 entre calles 10 y 29 en el municipio de Acacías – Meta, con el fin de evaluar su estado actual, sus respectivos síntomas y lesiones que presenta y determinar y diagnosticar su reparación y/o mantenimiento a realizar para garantizar funcionalidad de este corredor vial.

También se cuenta dentro del alcance las actividades de elaboración de fichas para realizar identificación de lesiones, informe para evidenciar lo encontrado dentro del estudio realizado en base a las actividades de inspección visual, auscultamiento y exploración del paciente.

Se limita el presente estudio a la información tomada en campo y entregada por la comunidad residente aledaña a la vía.



8. METODOLOGÍA

OBJETIVOS

Realizar un diagnóstico y estudio patológico de la estructura de vía de la carrera 14 entre calles 10 y 29 localizada en el Municipio de Acacias, donde se identifique las causas y efectos que presenta el daño de la estructura de vía, para poder plantear alternativas de intervención para su respectiva rehabilitación.

Tabla 2. Metodología para realización de objetivo 1. Fuente: Propia

Objetivo 1 Identificación de Patologías		
Nº	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
1	Recopilación de información mediante el diligenciamiento de fichas y la inspección de vía mediante trabajo de campo.	 <i>Fuente: Propia</i>



2	Realización de actividades de auscultamiento, medición y clasificación de las patologías encontradas	 <i>Fuente: Propia</i>
3	Recopilación de información mediante encuestas a la comunidad residente del sector de la vía, acerca de la situación real que evidencian a diario por el estado de la misma	 <i>Fuente: Propia</i>

Tabla 3. Metodología para realización de objetivo 2. Fuente: Propia

Objetivo 2 Análisis de daños		
Nº	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO

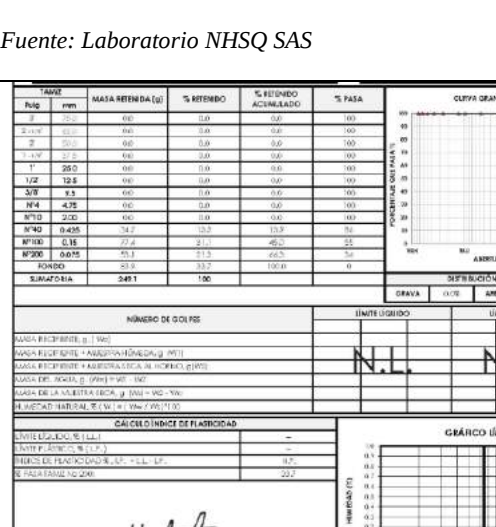
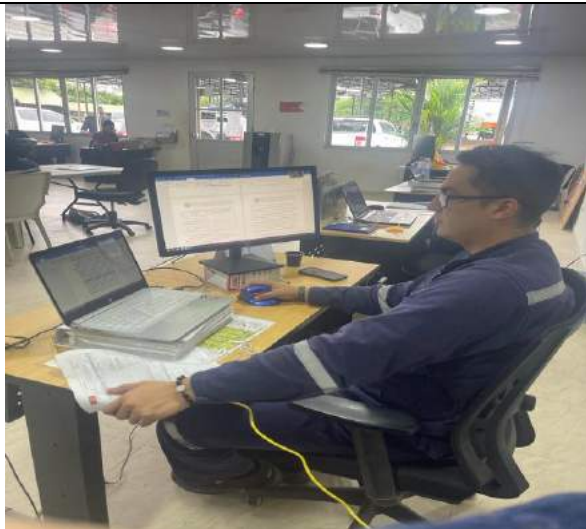
1	Realización de ensayos como toma de CBR y apiques para revisión del estado real de la estructura de vía.	 Fuente: Laboratorio NHSQ SAS
2	Realización de ensayos de laboratorio con el fin de evidenciar el estado de los materiales de la estructura de vía	 Fuente: Propia

Tabla 4. Metodología para realización de objetivo 3. Fuente: Propia

Objetivo 3

Evaluar los resultados obtenidos con el fin de presentar alternativas de reparación y rehabilitación



N°	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO																																																																																																																																																																																																																																																																										
1	Evaluación de resultados obtenidos de ensayos e inspección realizada para presentar alternativas de reparación.	 Fuente: Propia																																																																																																																																																																																																																																																																										
2	Elaboración de diseño y presupuesto de alternativa de reparación, con el fin de realizar entregable funcional y adecuado a la necesidad que se evidencia.	<table><tr><th colspan="14">TPD SEMANAL CARRERA 14 ENTRE CALLES 10 Y 29 (16-05-18 AL 22-05-22)</th></tr><tr><th>TIPO DE VEHÍCULO</th><th>AUTOMÓVIL</th><th>BUSETA</th><th>BUS</th><th>C2-P</th><th>C2-G</th><th>C3</th><th>C2-S1</th><th>C4</th><th>C3-S1</th><th>C2-S2</th><th>C3-S2</th><th>C3-S3</th><th>TOTAL</th></tr><tr><td>06:00 - 07:00</td><td>38</td><td>0</td><td>0</td><td>24</td><td>18</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>81</td></tr><tr><td>07:00 - 08:00</td><td>75</td><td>0</td><td>5</td><td>32</td><td>12</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>124</td></tr><tr><td>08:00 - 09:00</td><td>68</td><td>0</td><td>7</td><td>37</td><td>18</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>130</td></tr><tr><td>09:00 - 10:00</td><td>56</td><td>0</td><td>3</td><td>32</td><td>15</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>106</td></tr><tr><td>10:00 - 11:00</td><td>88</td><td>0</td><td>2</td><td>33</td><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>143</td></tr><tr><td>11:00 - 12:00</td><td>51</td><td>0</td><td>2</td><td>41</td><td>31</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>127</td></tr><tr><td>12:00 - 13:00</td><td>71</td><td>0</td><td>1</td><td>34</td><td>15</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>121</td></tr><tr><td>13:00 - 14:00</td><td>51</td><td>0</td><td>4</td><td>24</td><td>24</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>103</td></tr><tr><td>14:00 - 15:00</td><td>59</td><td>0</td><td>3</td><td>37</td><td>25</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>124</td></tr><tr><td>15:00 - 16:00</td><td>48</td><td>0</td><td>4</td><td>31</td><td>27</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>112</td></tr><tr><td>16:00 - 17:00</td><td>72</td><td>0</td><td>4</td><td>31</td><td>19</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>126</td></tr><tr><td>17:00 - 18:00</td><td>47</td><td>0</td><td>2</td><td>28</td><td>18</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>95</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>724</td><td>0</td><td>37</td><td>384</td><td>242</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1392</td></tr><tr><td>PROMEDIO DIARIO</td><td>104</td><td>0</td><td>6</td><td>55</td><td>35</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>201</td></tr><tr><td>%</td><td>52%</td><td>0%</td><td>3%</td><td>27%</td><td>17%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>100%</td></tr><tr><td>% EXPANSIÓN NOCTURNO</td><td colspan="12">5%</td><td>10.05</td></tr><tr><td colspan="13">TPD</td><td>212</td></tr></table> Fuente: Propia	TPD SEMANAL CARRERA 14 ENTRE CALLES 10 Y 29 (16-05-18 AL 22-05-22)														TIPO DE VEHÍCULO	AUTOMÓVIL	BUSETA	BUS	C2-P	C2-G	C3	C2-S1	C4	C3-S1	C2-S2	C3-S2	C3-S3	TOTAL	06:00 - 07:00	38	0	0	24	18	1	0	0	0	0	0	0	81	07:00 - 08:00	75	0	5	32	12	0	0	0	0	0	0	0	124	08:00 - 09:00	68	0	7	37	18	0	0	0	0	0	0	0	130	09:00 - 10:00	56	0	3	32	15	0	0	0	0	0	0	0	106	10:00 - 11:00	88	0	2	33	20	0	0	0	0	0	0	0	143	11:00 - 12:00	51	0	2	41	31	2	0	0	0	0	0	0	127	12:00 - 13:00	71	0	1	34	15	0	0	0	0	0	0	0	121	13:00 - 14:00	51	0	4	24	24	0	0	0	0	0	0	0	103	14:00 - 15:00	59	0	3	37	25	0	0	0	0	0	0	0	124	15:00 - 16:00	48	0	4	31	27	2	0	0	0	0	0	0	112	16:00 - 17:00	72	0	4	31	19	0	0	0	0	0	0	0	126	17:00 - 18:00	47	0	2	28	18	0	0	0	0	0	0	0	95	TOTAL	724	0	37	384	242	5	0	0	0	0	0	0	1392	PROMEDIO DIARIO	104	0	6	55	35	1	0	0	0	0	0	0	201	%	52%	0%	3%	27%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	% EXPANSIÓN NOCTURNO	5%												10.05	TPD													212
TPD SEMANAL CARRERA 14 ENTRE CALLES 10 Y 29 (16-05-18 AL 22-05-22)																																																																																																																																																																																																																																																																												
TIPO DE VEHÍCULO	AUTOMÓVIL	BUSETA	BUS	C2-P	C2-G	C3	C2-S1	C4	C3-S1	C2-S2	C3-S2	C3-S3	TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																															
06:00 - 07:00	38	0	0	24	18	1	0	0	0	0	0	0	81																																																																																																																																																																																																																																																															
07:00 - 08:00	75	0	5	32	12	0	0	0	0	0	0	0	124																																																																																																																																																																																																																																																															
08:00 - 09:00	68	0	7	37	18	0	0	0	0	0	0	0	130																																																																																																																																																																																																																																																															
09:00 - 10:00	56	0	3	32	15	0	0	0	0	0	0	0	106																																																																																																																																																																																																																																																															
10:00 - 11:00	88	0	2	33	20	0	0	0	0	0	0	0	143																																																																																																																																																																																																																																																															
11:00 - 12:00	51	0	2	41	31	2	0	0	0	0	0	0	127																																																																																																																																																																																																																																																															
12:00 - 13:00	71	0	1	34	15	0	0	0	0	0	0	0	121																																																																																																																																																																																																																																																															
13:00 - 14:00	51	0	4	24	24	0	0	0	0	0	0	0	103																																																																																																																																																																																																																																																															
14:00 - 15:00	59	0	3	37	25	0	0	0	0	0	0	0	124																																																																																																																																																																																																																																																															
15:00 - 16:00	48	0	4	31	27	2	0	0	0	0	0	0	112																																																																																																																																																																																																																																																															
16:00 - 17:00	72	0	4	31	19	0	0	0	0	0	0	0	126																																																																																																																																																																																																																																																															
17:00 - 18:00	47	0	2	28	18	0	0	0	0	0	0	0	95																																																																																																																																																																																																																																																															
TOTAL	724	0	37	384	242	5	0	0	0	0	0	0	1392																																																																																																																																																																																																																																																															
PROMEDIO DIARIO	104	0	6	55	35	1	0	0	0	0	0	0	201																																																																																																																																																																																																																																																															
%	52%	0%	3%	27%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%																																																																																																																																																																																																																																																															
% EXPANSIÓN NOCTURNO	5%												10.05																																																																																																																																																																																																																																																															
TPD													212																																																																																																																																																																																																																																																															



8.1. DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE

Para la selección del paciente se tomó la vía de la Carrera 14, debido a que es una vía muy transitada y relevante para el municipio de Acacías, por tal motivo se escoge dicho paciente y se inicia con el proceso de estudio y planteamiento de esta vía.

Teniendo en cuenta esto, y según la investigación realizada se tiene la siguiente información:

ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

La vía en su estado actual cuenta con unos tramos que ya se han realizado intervenciones correctivas en donde se realizó demolición y construcción de pavimento rígido nuevo en la zona central con una longitud de 320 metros que ya fueron construidos en su totalidad en donde la Gobernación del Meta realizó un proyecto de subterranización de redes eléctricas (cierros abiertos) y construcción de pavimento rígido estampado para el centro del municipio en donde dicho proyecto finalizó en el año 2015; también se realizó un contrato de obra en el cual se realizó construcción de pavimento rígido en losas de concreto hidráulico desde la calle 20 hasta la calle 23, cuya construcción y ejecución finalizó en el año 2020. No obstante, el estado actual de los tramos que conforman la mayor parte de la vía se encuentra en mal estado, teniendo puntos críticos en donde el estado de la estructura de la vía es deplorable en donde se presentan problemas de movilidad y tránsito lento debido a los enormes baches y huecos que posee la vía, también se han presentado accidentes de tránsito y los vehículos que por allí transitan ya sea para su trabajo o residencia se han visto afectados por el daño en la suspensión de sus vehículos y elementos como laterales, boompers y guardabarros de vehículos.



Por tal motivo, se evidenció la necesidad de realizar este estudio con el fin de evaluar y diagnosticar el factor mayor de daño y proponer soluciones frente a esta problemática.

8.2. PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Se tiene planeado realizar la siguiente metodología:

- a. Elaboración de fichas para recolección de información
- b. Inspección Visual del estado de la vía
- c. Actividades de auscultamiento y/o exploración
- d. Diagnóstico patológico.
- e. Propuesta para intervención
- f. Conclusiones.

8.2.1. Inspección preliminar del paciente.

Se realiza inspección preliminar del paciente en donde se pudo visualizar su estado actual, y se evidenció las distintas lesiones y síntomas que presenta la estructura de vía.

Dicha inspección se realizó con el diligenciamiento de las fichas (Ver Anexo 1. Fichas para recolección de información) que a continuación se describirá su procedimiento.

8.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.

- a. Elaboración de fichas para recolección de información



Con la elaboración de fichas, se pretende tener las herramientas y recursos básicos y de forma clara y concisa, con el fin de recolectar toda la información posible, para poder realizar un buen estudio y diagnóstico

Para este trabajo se realizaron seis (6) tipos de fichas, para poder recolectar la información de una forma rápida y clara, las cuales son:

- Información General del Paciente

Con esta ficha se pudo realizar la recolección de los datos principales del paciente como el tipo de paciente, intervenciones previas, fecha de construcción y un registro fotográfico de forma general, evidenciando como se encuentra el paciente actualmente.

- Información del Contexto

Con esta ficha se pudo evidenciar el contexto en el que se encuentra el paciente, teniendo en cuenta los aspectos climáticos que pueden tener incidencia de forma directa e indirecta en las causales de daño de acuerdo a factores como son la temperatura promedio, la humedad y datos generales del proyecto y su respectiva ubicación.

- Identificación y tipificación de Lesiones

Con esta ficha permitió realizar la identificación de los síntomas y lesiones más frecuentes que presentaba el paciente, y se pudo evidenciar y registrar teniendo en cuenta las convenciones dadas según la siguiente ficha

Y con esta ficha de convenciones, permite tener abreviaciones con el fin de recolectar la información de forma sencilla y rápida para continuar con el proceso de inspección; como la ficha de identificación cuenta con una casilla de registro fotográfico con el fin de evidenciar



punto por punto y su respectiva calificación, se utilizó esta ficha de Registro fotográfico para acompañar la anterior ficha mencionada.

- Calificación de daños

Con esta ficha, se pudo realizar la evaluación de los daños, teniendo en cuenta la gravedad de los mismos, y se realiza una sumatoria para determinar porcentajes de afectación teniendo en cuenta los tramos inspeccionados y el tramo total de vía; no obstante, esta ficha también cuenta con un esquema con vista en planta, que permite ilustrar de forma gráfica las principales lesiones y daños encontrados en la inspección y auscultamiento realizado.

b. Actividades de auscultamiento y/o exploración

Se realizaron actividades de auscultamiento y/o exploración, en donde por medio de herramientas manuales como palustres y palas se retiró material que se había colocado en algunas lesiones encontradas con el fin de determinar el alcance de los mismos, y avance en su respectivo daño con el que se encontraba; no obstante, también se contó con flexómetros para medir la profundidad y las dimensiones de las lesiones encontradas,



Ilustración 6. Medición de profundidad baches. Fuente: Propia.

También se realizó medición de longitud de huecos y baches.



Ilustración 7. Medición de longitud huecos. Fuente: Propia.

También se evidenció otras patologías como grietas y fisuras longitudinales



Ilustración 8. Grieta longitudinal. Fuente: Propia

Se realizó observación de grietas y fisuras transversales



Ilustración 9. Grieta transversal. Fuente: Propia

c. Prediagnóstico patológico.



Teniendo en cuenta el estudio realizado, y lo evidenciado en las fichas adjuntas al presente informe se determina lo siguiente:

- Se cuenta con estado de gran avance en deterioro de la capa de rodadura de la vía (pavimento asfáltico) teniendo en cuenta un 14,82% de afectación en el tramo inspeccionado.
- Se evidencia que las principales causas a la cual se deben las principales sintomatologías se deben a acciones erosivas por manejo de agua de escorrentía debido a que los sistemas de drenaje se encuentran colmatados, haciendo que dicha vía no cuente con un buen sistema de drenaje.
- Se pudo constatar que debido al avance del daño que presenta la estructura se recomienda realizar un análisis detallado ampliando en detalles las causas del deterioro y poder evaluar detalladamente la estructura por medio de ensayos de campo y laboratorio, para poder brindar una alternativa funcional, optima y eficaz.

8.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.

Para el presente estudio, se informó a la comunidad residente al paciente, en donde se manifestó no tener ningún inconveniente en realizar el presente estudio.

No obstante, se radicó vía electrónica el día 14 de marzo de 2022 una solicitud formal a la secretaría de infraestructura del municipio de Acacías solicitando el permiso para la realización del estudio patológico a la carrera 14 entre calles 10 y 29 del municipio de Acacías.



Posterior a esto, el día 6 de abril de 2022 se obtiene respuesta por parte de la secretaría de infraestructura del municipio de Acacías en donde pregunta cuales son los ensayos a realizarse.

El día 8 de abril se da respuesta a la secretaría, en donde se menciona la cantidad y el tipo de ensayo a realizarse. Hasta la fecha del presente. No se ha tenido respuesta alguna por parte de la alcaldía del municipio. (Ver Anexo 2. Permisos)

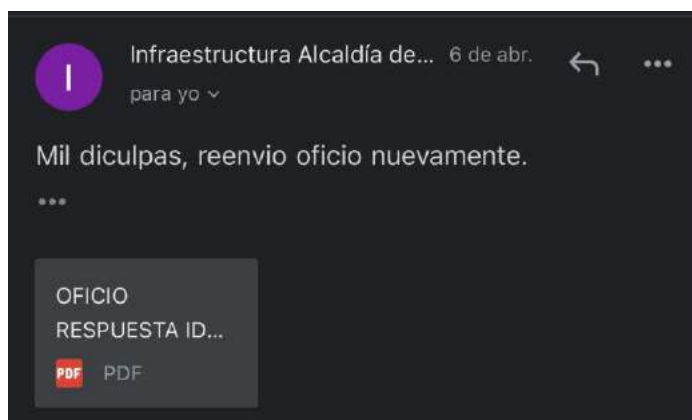


Ilustración 10. Pantallazo correo respuesta Alcaldía de Acacías: Fuente: correo Stefania Cerón

8.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración

Se contó con el siguiente personal de trabajo para la realización del presente estudio:

Tabla 5. Equipo de trabajo. Fuente: Propia

ITEM	PERFIL	DETALLES DEL PERFIL	FUNCIÓN	CARGO	CANTIDAD
1	Profesional Especializado	Ingeniero y/o Arquitecto con	Encargado de dirigir y coordinar	Director de Consultoría	Tres (3)



		Especialización en Patología de la Construcción.	el estudio desde su inicio hasta su finalización, utilizando recursos humanos, materiales y logísticos.		
2	Profesional de Campo	Estudiante de ingeniería y/o arquitectura con mínimo octavo semestre finalizado	Encargado de organizar las labores de auscultamiento en campo y llevar registro fotográfico y escrito de lo realizado diario.	Residente de consultoría	Dos (2)
3	Técnicos de ensayos	Técnico y/o tecnólogo en áreas afines a la ingeniería civil	Realizará ensayos de laboratorio y apoyará al residente en las	Técnicos	Seis (6)



		y/o arquitectura	labores de		
			auscultamiento		

8.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.

Los medios a utilizarse para realizar la exploración son:

- Vehículo tipo camioneta
- Cinta métrica
- Cíncel
- Maceta
- Libreta
- Lápiz
- Esferos
- Cámara fotográfica
- Equipos de laboratorio (según el ensayo que aplique)

8.3. HISTORIA CLÍNICA

8.3.1. Responsables Del Estudio

Los responsables del estudio son:



Tabla 6. Responsables del estudio. Fuente: Propia

NOMBRE	PROFESIÓN	CARGO
DIEGO FELIPE CUBILLOS CALDERÓN	INGENIERO CIVIL	ESTUDIANTE ESP. PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
STEFANÍA CERÓN GUTIERREZ	INGENIERO CIVIL	ESTUDIANTE ESP. PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
CÉSAR AUGUSTO RAMIREZ RODRÍGUEZ	ARQUITECTO	ESTUDIANTE ESP. PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

8.3.2. Fecha de Realización del Estudio

Para el presente estudio, se realizó el siguiente calendario de trabajo para las fechas de la realización del estudio:

Tabla 7. Calendario de realización de estudio. Fuente: Propia

FECHA	DESCRIPCIÓN
16 de noviembre de 2021	Selección del paciente (Vía carrera 14 entre calles 10 y 29)
17 de noviembre de 2021	Inicio de inspección del paciente
30 de noviembre de 2021	Informe preliminar del estado del paciente



2 de febrero de 2022	Trabajos de auscultamiento y exploración del paciente
15 de febrero de 2022	Segundo informe del estado del paciente
8 de marzo de 2022	Investigación detallada de antecedentes del paciente
14 de marzo de 2022	Solicitud de permiso a la alcaldía de Acacías para la realización de ensayos de campo
6 de abril de 2022	Respuesta de la alcaldía de Acacías preguntado acerca del tipo de ensayos a realizar
8 de abril de 2022	Respuesta a la alcaldía de Acacías mencionando el tipo y alcance de los ensayos a realizar
25 de abril de 2022	Realización de ensayos de campo y laboratorio
6 de mayo de 2022	
27 de abril de 2022	Reunión con la directora de trabajo de grado (Ing. Msc. Olga Lucía Vanegas) para revisión del avance del estudio
30 de abril de 2022	Realización y especificación de objetivos del estudio



11 de mayo de 2022	Reunión con la directora de trabajo de grado para revisión del avance del estudio
12 de mayo de 2022	Análisis de ensayos de laboratorio entregados y realización de trabajo entregable
17 de mayo de 2022	
18 de mayo de 2022	Reunión con la directora de trabajo de grado para revisión del avance del estudio
18 de mayo de 2022	Realización y entrega de la alternativa de reparación del paciente
25 de mayo de 2022	
26 de mayo de 2022	Reunión con la directora de trabajo de grado revisión del avance del estudio
26 de mayo de 2022	Realización y entrega final de la alternativa de reparación del paciente
30 de mayo de 2022	
31 de mayo de 2022	Reunión con la directora de trabajo de grado revisión final del estudio

8.3.3. Datos generales del paciente

- **Longitud de Vía:** 2091 metros
- **Ancho de calzada:** 6 metros
- **Tipo de pavimento:** Pavimento rígido, asfáltico y afirmado.
- **Sentido de Dirección:** De norte a sur, y de sur a norte.



- **Número de carriles:** 2 carriles, 1 por cada sentido
- **Coordenadas geográficas:** 3°58'59" N al 4° 00' 07"
73°45'27" O al 73° 45' 21"
- **Pendiente:** Inclinación máxima - 6.2% Pendiente promedio -1.4% - 2.3

8.3.4. Aplicación Patológica

Tabla 8. Aplicación patológica. Fuente: Propia

TIPO	SELECCIÓN (X)
PEDIÁTRICA	-
GERIÁTRICA	X
FORENSE	-
PREVENTIVA	X

8.3.5. Datos específicos de las lesiones

8.3.5.1. Fisuras

De acuerdo con el estudio y trabajo de campo realizado en donde se observó este tipo de lesión en donde según el manual para la inspección visual de pavimentos flexibles del INVÍAS estas lesiones pueden presentarse de 2 tipos:



FISURA TRANSVERSAL (FT)



Ilustración 11. Fisura transversal (FT). Fuente: Propia

Como lo muestra la ilustración 11 se evidencia una fisura transversal (FT) en donde corresponde a una discontinuidad en la capa de rodadura asfáltica en dirección transversal al tránsito, se evidencia que la capa asfáltica supero la resistencia del material.

Dicha lesión evidenciada puede corresponder a fatiga de la capa de rodadura teniendo en cuenta la rigidización de la mezcla asfáltica perdiendo su flexibilidad, teniendo en cuenta los distintos gradientes térmicos a los que se ha visto el paciente afectado y las obras inadecuadas de drenaje de agua de escorrentía, haciendo acrecentar estos factores llevando a la rotura el material mencionado.



FISURA LONGITUDINAL (FL)



Ilustración 12. Fisura longitudinal (FL). Fuente: Propia

Según lo evidenciado en la ilustración 12 nos muestra una fisura longitudinal teniendo en cuenta que se da por la fatiga del material de capa de rodadura generado por el tránsito de vehículos y las huellas de los mismos que originaron dicha discontinuidad.

FISURA EN JUNTA DE CONSTRUCCIÓN LONGITUDINAL (FCL)



Ilustración 13. Fisura en junta de construcción longitudinal (FCL). Fuente: Propia

Se evidencia fisura en junta de construcción longitudinal en donde se observó deficiencias de unión entre materiales de distinta rigidez teniendo en cuenta que se observa reparaciones realizadas en concreto por la intervención a redes de servicio público.

FISURA EN JUNTA DE CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL (FCT)



Ilustración 14. Fisura en junta de construcción transversal (FCT). Fuente: Propia



Se evidencia fisura en junta de construcción transversal en donde se observó deficiencias de unión entre materiales de distinta rigidez teniendo en cuenta que se observa reparaciones realizadas en concreto por la intervención a redes de servicio público.

8.3.5.2. Abultamientos

ABULTAMIENTO (AB)



Ilustración 15. Abultamiento (AB). Fuente: Propia

Se observó abultamientos en zonas laterales del paciente en donde se evidencio una prominencia que se generó por la expansión de la capa de rodadura aplicada posterior a la construcción de la vía, debido a la entrada de un predio que se hizo en pavimento asfáltico.



8.3.5.3. Descascaramientos

DESCASCARAMIENTO (DC)



Ilustración 16. Descascaramiento (DC). Fuente: Propia

Se evidencia descascaramiento en donde corresponde al desprendimiento de la capa asfáltica en donde se debe a la insuficiencia de drenajes superficiales hacen que la mezcla asfáltica se vuelva permeable y con el paso del tiempo se haya levantado dicha capa.

8.3.5.4. Baches

BACHES (BCH)



Ilustración 17. Baches (BCH). Fuente: Propia

Se observó gran cantidad de baches a lo largo y ancho de la calzada del paciente en donde se perdió totalmente la capa asfáltica y se dejó expuesto el material granular debido a la profundidad de los baches, en donde por acción del agua se genera erosión lavando toda el área del bache sacando material grueso y fino.

8.3.5.5. Parches

PARCHES (PCH)



Ilustración 18. Parche (PCH). Fuente: Propia

Se evidencia unión deficiente entre la colocación del parche y el pavimento existente, presentando agrietamientos y juntas inadecuadas.

Por acción del agua genera erosión de material fino debido al proceso constructivo deficiente generando fisuras y grietas en juntas.

8.3.6. Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente



Se evidencia que la patología más relevante que se observó en la realización del estudio fue la presencia de baches y huecos, haciendo que el paciente presente la mayoría de problemas y consecuencias mencionados en el árbol de problemas.

8.3.7. Clasificación y Origen de la Patología

La patología más relevante se clasifica como bache (BCH) ya que se observó con mayor presencia estos síntomas como baches y huecos a lo largo y ancho de la calzada del paciente en donde se perdió totalmente la capa asfáltica y se dejó expuesto el material granular debido a la profundidad de los baches, en donde por acción del agua se genera erosión lavando toda el área del bache sacando material grueso y fino.



Ilustración 19. Presencia de baches y huecos. Fuente: Propia



8.3.8. Datos generales del entorno

Se evidencia en el entorno del paciente una zona residencial en crecimiento con un gran factor de expansión debido a que ha sido una zona que ha crecido con el paso del tiempo no obstante por tener zonas que comunican al sector veredal con el casco urbanos se estima que tenga un crecimiento rápido con el paso del tiempo. Las condiciones climáticas han generado repercusión en el paciente ya que cuenta con el paso dos fuentes hídricas como son el Río Acacías y el Río Acacías, no obstante, al no contar con estructuras acordes de drenaje de escurrimiento que lleguen a los ríos hacen que se presenten empozamientos y generen socavación de materiales que componen la estructura de pavimento.

8.3.9. Suelos y Cimentaciones

La geomorfología de la zona es similar a la general del municipio de Acacias, en donde está ligada a la cordillera oriental, teniendo en cuenta se extiende desde los 400 msnm a los 3500msnm y se divide en pie de vertiente, vertiente irregular muy disectada y cima; a su vez como segunda forma predominante se encuentran los llanos orientales donde se encuentran la planicie aluvial de desborde, el plano aluvial marginal, las terrazas aluviales, los valles y los abanicos.

En el municipio en su territorio se puede encontrar la siguiente falla geológica:



La cual es la falla Guayuriba-Guaicáramo: Es de las mayores estructuras de cabalgamiento del borde llanero. En donde desde el Huila proviene un trazo rectilíneo que hacia el sur está asociado con otras fallas conformando una “cola de caballo”, y hacia el nororiente se conecta con la falla Altamira para unirse con las fallas del frente andino y conformar el sistema de fallas de Guaicáramo. Es por ende que el municipio de Acacías es una zona de alta probabilidad sísmica teniendo en cuenta su ubicación dentro de la falla anteriormente mencionada.

El departamento del Meta también posee la Falla de Algeciras y pone en contacto las unidades litoestratigráficas del Macizo de Garzón con las del Macizo de Quetame. Presenta una gran continuidad regional que incluso lleva su trazo hasta Venezuela. Es una falla de cabalgamiento y prominencia de alto grado con buzamiento hacia el Este y en algunas partes de su trazo desplaza el bloque cabalgante del Precámbrico Grupo Quetame en el labio oeste, por sobre sedimentos del Paleógeno, Neógeno y Reciente. Su mayor importancia además de su continuidad semi continental es que presenta rasgos de actividad neotectónica en varias partes de su trazo, y se le considera una falla de basamento con una importante componente vertical de movimiento. (Parra, 2001)

SUELO

Según la tabla 4.4 *Categorías de subrasante* del MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO del Instituto Nacional de Vías. Se cataloga el CBR obtenido de 5.4% como S3 con un comportamiento como subrasante bueno.



8.4. DIAGNÓSTICO

Una vez realizada la etapa de historia clínica de nuestro paciente la vía de la carrera 14 entre calles 10 y 29, la patología encontrada corresponde a problemas de diseño y falta de mantenimiento, ya que la vía no fue diseñada originalmente para la carga vehicular que debe soportar actualmente y no se realiza ningún tipo de mantenimiento preventivo lo que ocasiona múltiples fallas que se manifiestan en lesiones directas e indirectas como fisuras, grietas, , deformaciones como abultamiento por el manejo inadecuado de agua de escorrentía y superficial, desgaste superficial del pavimento por la acción del tránsito, envejecimiento y rigidización de la capa asfáltica.

8.4.1. Lesiones

Fisuras

FISURA TRANSVERSAL (FT)

Dicha lesión evidenciada puede corresponder a fatiga de la capa de rodadura teniendo en cuenta la rigidización de la mezcla asfáltica perdiendo su flexibilidad, teniendo en cuenta los distintos gradientes térmicos a los que se ha visto el paciente afectado y las obras inadecuadas de drenaje de agua de escorrentía, haciendo acrecentar estos factores llevando a la rotura el material mencionado.



FISURA LONGITUDINAL (FL)

Según lo evidenciado nos muestra varios tipos de fisuras longitudinales teniendo en cuenta que se da por la fatiga del material de capa de rodadura generado por el tránsito de vehículos y las huellas de los mismos que originaron dicha discontinuidad.

FISURA EN JUNTA DE CONSTRUCCIÓN LONGITUDINAL (FCL)

Se evidencia fisuras en varias juntas de construcción longitudinales en donde se observó deficiencias de unión entre materiales de distinta rigidez teniendo en cuenta que se observa reparaciones realizadas en concreto por la intervención a redes de servicio público.

FISURA EN JUNTA DE CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL (FCT)

Se observó fisuras en juntas de construcción transversales en donde se observó deficiencias de unión entre materiales de distinta rigidez teniendo en cuenta que se observa reparaciones realizadas en concreto por la intervención a redes de servicio público.



Abultamientos

ABULTAMIENTO (AB)

Se observó abultamientos en zonas laterales del paciente en donde se evidenció una prominencia que se generó por la expansión de la capa de rodadura aplicada posterior a la construcción de la vía, debido a la entrada de un predio que se hizo en pavimento asfáltico.

Descascaramientos

DESCASCARAMIENTO (DC)

Se evidencia descascaramientos en donde corresponde al desprendimiento de la capa asfáltica en donde se debe a la insuficiencia de drenajes superficiales hacen que la mezcla asfáltica se vuelva permeable y con el paso del tiempo se haya levantado dicha capa.

Baches y Huecos

BACHES (BCH)

Se observó gran cantidad de baches a lo largo y ancho de la calzada del paciente en donde se perdió totalmente la capa asfáltica y se dejó expuesto el material granular debido a la profundidad de los baches, en donde por acción del agua se genera erosión lavando toda el área del bache sacando material grueso y fino.

Parches



PARCHES (PCH)

Se evidencia uniones deficientes entre la colocación del parche y el pavimento existente, presentando agrietamientos y juntas inadecuadas.

Por acción del agua genera erosión de material fino debido al proceso constructivo deficiente generando fisuras y grietas en juntas.

Se evidencia que la patología más relevante que se observó en la realización del estudio fue la presencia de **baches y huecos**.

Por la información recolectada y estudiada de las lesiones encontradas, estas generaran otras lesiones por lo que es necesario una intervención en el menor tiempo posible.

8.4.2. Ensayos destructivos y no destructivos

Se realizaron ensayos destructivos como:

- Apique para la extracción de CBR inalterado
- Apique para identificación del perfil estratigráfico

Se realizaron ensayos no destructivos como:



- Ensayos de laboratorio para clasificación de materiales por el método de AASHTO y sistema U.S.C.S.
- Análisis granulométrico
- Humedad natural
- Límites de Atterberg



9. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA

9.1. UBICACIÓN DEL PACIENTE EN LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

PEREIRA

Los estudios de la amenaza sísmica iniciaron en Colombia desde el terremoto de Popayán en 1983. Desde ese entonces, el país se ha enfocado en realizar estudios históricos los cuales han generado muy buenos resultados. El primer estudio en Colombia a cerca de la amenaza sísmica, se realizó en 1984 y de este se obtuvo lo básico para la creación del código colombiano de construcciones sismorresistentes correspondiente al decreto 1400 de 1984. Luego, en los años 1986 y 1992, se constituyó el proyecto de amenaza sísmica del Valle del Cauca en la base de sismicidad histórica de Colombia.

Los resultados de estos estudios, los cuales se realizaron por un tiempo de 5 años fueron organizados por sismos y localidades, en donde arrojaron datos acerca de las erupciones históricas de los volcanes encontrados en Colombia.

Por tal motivo se siguió estudiando tanto la zona de Popayán como Bogotá, Medellín y Manizales

Al seguir pasando los años, se obtiene que por lo menos el setenta (70%) del país, tiene estudios de sismicidad histórica. Esto produjo que también se obtuvieran resultados enfocados en lo socio cultural, en impactos socio económicos, e impactos políticos.



SISMOS IMPORTANTES EN COLOMBIA

A continuación, se mostrarán algunos de los terremotos más significativos que han ocurrido en Colombia a lo largo de la Historia

Terremoto de Cúcuta

Sucedió el 18 de mayo de 1875, con epicentro en la ciudad de Cúcuta y una magnitud de 7.5-8.5, afectando a su vez ciudades de Venezuela. Fueron varios los municipios tanto de Colombia como de Venezuela que se vieron gravemente afectados por este terremoto.



Ilustración 20. Terremoto de Cúcuta 1875. Fuente: Wikipedia

Terremoto de Nariño

Sucedió el 23 de noviembre de 1979 en el departamento de Nariño, con una magnitud de 6.7, ocasionando la muerte de 44 personas y una cantidad significativa de viviendas afectadas



gravemente. Cabe resaltar que ese mismo año, ocurrió otro sismo en Nariño, que afectó por lo menos 15 ciudades costeras.



Ilustración 21. Terremoto de Nariño 1979. Fuente: Wikipedia

Terremoto de Popayán

Popayán es una zona que se ha declarado con una zona de amenaza sísmica alta, por lo tanto, su trayectoria en sismos y terremotos ha sido larga. Uno de los sismos más importantes sucedió el 31 de marzo de 1983, con una magnitud de 5.5. Se concluyó que los fallecidos por este desastre fueron aproximadamente trecientas personas.



Ilustración 22. Terremoto de Popayán 1983. Fuente: Wikipedia

Terremoto de Páez

Sucedió el 6 de junio de 1994 en Páez, con una magnitud de 6.8. Los municipios del Cauca y el Huila fueron los más afectados por este acontecimiento. Este terremoto causó a su vez una avalancha en el río Páez que destruyó muchas viviendas a su paso.



Ilustración 23. Avalancha de Páez 1994. Fuente: Wikipedia

9.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA SÍSMICA, EL VALOR DE AA Y AV Ó AD

Según la norma sismo resistente, el municipio de Acacias pertenece a una zona de amenaza sísmica alta, con los siguientes valores:

Aa: 0.30

Av: 0.30

Ae: 0.17

Ad: 0.06

Estos valores corresponden a aceleraciones que deben ser utilizadas al momento del diseño y construcción de edificaciones en el municipio.



9.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PACIENTE

9.3.1. Estudio de vulnerabilidad 2010

HISTORIA SISMICA DEL DEPARTAMENTO DEL META

Según boletines, en las últimas décadas no se han registrados sismos que hayan causado graves consecuencias para la población del departamento del Meta. Sin embargo, no se olvida que el 31 de agosto del año 1917 sucedió un terremoto que dejó 8 personas fallecidas y muchas viviendas afectadas. También, en el año 1923 ocurrieron movimientos que afectaron principalmente a Villavicencio. La discriminación de las zonas del departamento y la categorización de la amenaza, tienen su origen en el estudio de amenazas sísmicas de Colombia elaborado por Ingeominas.



Ilustración 24. Terremoto en Villavicencio 1917. Fuente: Wikipedia

GEOMORFOLOGIA



La geomorfología del municipio de Acacias, está fuertemente asociado a la cordillera oriental, de la que se deriva la vertiente de la misma, se extiende desde los 400 a los 3500msnm y se sub divide en pie de vertiente, vertiente irregular muy disectada y cima; a su vez como segunda forma predominante se encuentran los llanos orientales donde se encuentran la planicie aluvial de desborde, el plano aluvial marginal, las terrazas aluviales, los valles y los abanicos. Dentro de las principales unidades de relieve se destacan las siguientes:

- La Cordillera Oriental es un elemento principal mediante la observación de la zona, está compuesta por sedimentos de tipo marino y continental así mismo su morfo estructura está ligada al tipo de material rocoso y al tipo de movimiento tectónico que afectan a la misma. Debido a estas características los pliegues y las fallas han interferido en la estructura de la cordillera.
- El Anticlinorio Oriental abarca el sector presente al sur del límite glaciar y piedemonte llanero, en 14 Km sobre la vertiente oriental, se caracteriza por su fuerte pendiente, siendo atravesada por valles transversales, formado de rocas paleozoicas, esquistos y filitas pizarras metamorfizados.
- El Piedemonte Andino Oriental está formado principalmente por materiales y sedimentos provenientes de las distintas fases de erosión que han actuado sobre la cordillera, caracterizado por la presencia de conos y extensas acumulaciones aluviales, constituidas por rocas metamórficas y sedimentarias, destacándose el glacis terraza de Guamal-Acacias y Villavicencio, que está en contacto con sedimentos de 100m de desnivel.



- Los conos y glaciares de Guamal- Acacias y Villavicencio forman extensas superficies planas inclinados hacia el este a la salida de la cordillera, la parte alta alcanza 750 msnm, por su edad están fuertemente disectados, favorece el establecimiento de la sufusión que evoluciona hacia desprendimientos en pendientes fuertes y escurrimientos concentrados en las pendientes más débiles. El origen del glacis es tectónico por la falla del Rio Guayuriba-Rio Grande que provoca erosión de los ríos al moverse el bloque oriental.
- Los depósitos aluviales, la mayor parte de origen aluvio-torrencial corresponde al cono, glacis, terrazas y aluviones extendidos a lo largo del piedemonte, los depósitos coluviales constituyen el pie de vertiente.
- Las cuencas sedimentarias se caracterizan por la presencia de capas duras alternadas con capas menos resistentes, se extienden desde el piedemonte andino hasta el borde del escudo con una altura promedio entre 100 y 400 m, predominan sedimentos aluviales transportados en dirección E-O, formado por amplias llanuras aluviales disectadas en terrazas. (Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2017)

9.3.2. Análisis de riesgos estructurales

FALLAS GEOLÓGICAS

En el municipio de Acacias-Meta se puede encontrar la siguiente falla geológica:



Falla Guayuriba-Guaicáramo: Es de las mayores estructuras de cabalgamiento del borde llanero. Del Departamento del Huila proviene un trazo rectilíneo que hacia el sur está asociado con otras fallas conformando una “cola de caballo”, y hacia el nororiente se conecta con la falla Altamira para unirse con las fallas del frente andino y conformar el sistema de fallas de Guaicáramo. En el Meta se le ha cartografiado como Falla de Algeciras y pone en contacto las unidades litoestratigráficas del Macizo de Garzón con las del Macizo de Quetame. Presenta una gran continuidad regional que incluso lleva su trazo hasta la República de Venezuela. Es una falla de cabalgamiento de alto grado con buzamiento hacia el Este y en algunas partes de su trazo desplaza el bloque cabalgante del Precámbrico Grupo Quetame en el labio oeste, por sobre sedimentos del Paleógeno, Neógeno y Reciente. Su mayor importancia además de su continuidad semi continental es que presenta rasgos de actividad geotectónica en varias partes de su trazo, y se le considera una falla de basamento con una importante componente vertical de movimiento. (Parra, 2001)

SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA

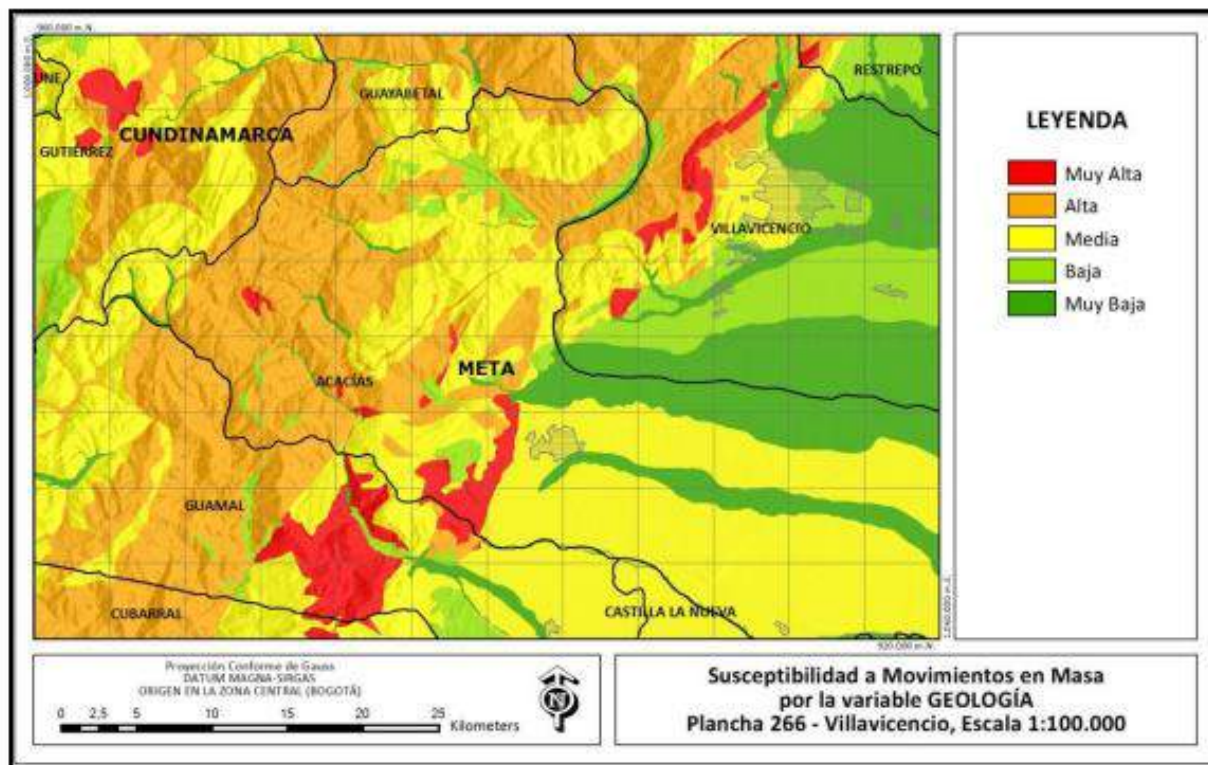


Ilustración 25. Mapa de susceptibilidad a Movimientos en masa. Fuente: Acuerdo específico N° 05 de 2010. IDEAM y SGC

Como se puede observar en la ilustración anterior, el Municipio de Acacias, se encuentra en una zona de susceptibilidad alta y media.

Susceptibilidad media: Se asocia a rocas clásticas cementadas y de resistencia alta, como areniscas, limolitas y conglomerados pertenecientes a las formaciones Arenisca de Gutiérrez, Capas Rojas del Guatiquía, Arenisca de Cáqueza, Une, Chipaque, Grupo Palmichal, Arenisca de El Limbo; y los depósitos de abanico aluvial y de escarpe aluvial. En la categoría media por susceptibilidad se presentan movimientos en masa localizados en depósitos de abanico (municipios de Guamal y Acacias), en los que es posible encontrar deslizamientos



desprendimientos y caídas de rocas en taludes. La categoría media de susceptibilidad por geología se localiza al occidente y noroccidente del mapa en los municipios de Guamal, Gutiérrez y Une; en el sector central-norte y nororiental en los municipios de Acacías, Villavicencio, Guayabetal y Restrepo; y con predominio hacia el sur y suroriente en Acacías, Guamal, Cubarral y Castilla La Nueva. (IDEAM y SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2016)

Susceptibilidad alta: Se encuentran asociadas a rocas sedimentarias consolidadas tipo lutitas, arcillolitas y lodolitas de las formaciones Pipiral, Macanal, Fómeque, Chipaque, Arcillas de El Limbo; rocas metamórficas de las unidades Filitas y Cuarcitas de Guayabetal y Metaconglomerados y Filitas de Susumuco; así como depósitos de origen fluvio-glacial. Gran parte de estos materiales y estas zonas de alta susceptibilidad, presentan afectación por tectónica y desestabilización a lo largo de los planos de fracturamiento. De acuerdo a lo observado en campo, se registran algunos movimientos en masa dentro de la categoría alta, ubicados principalmente en la Formación Filitas y Cuarcitas de Guayabetal (municipios de Guayabetal y Villavicencio), las cuales generalmente tienen el potencial de presentar deslizamientos de tipo traslacional, con desprendimientos, desplomes y caídas de rocas. La susceptibilidad alta se localiza en el sector norte municipios de Gutiérrez, Guayabetal, Villavicencio y Restrepo; se destaca al suroccidente en Cubarral y Guamal; y con predominio en la parte central-occidental correspondiente al municipio de Acacías. (IDEAM y SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2016)



9.3.3. Normatividad

Tabla 9. Normativa aplicable. Fuente: Propia

Ley, Decreto o Resolución	Descripción	Vigencia
Ley 400 De 1997	Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes.	VIGENTE
Ley 1682 De 2013	Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.	VIGENTE
Ley 80 de 1993	Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública	VIGENTE
Ley 769 del 6 de agosto de 2002	Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.	VIGENTE
Decreto 945 De 2017	Por el cual se modifica parcialmente el Reglamento colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR -10	VIGENTE



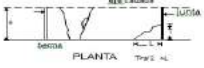
Decreto 1292 De 2021	Por el cual se modifica la estructura del Instituto Nacional de Vías - INVIAS	VIGENTE
Resolución 1524 del 6 de mayo de 2022	Por la cual se adoptan y actualizan las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional.	VIGENTE
Resolución 20223040024785 del 6 de mayo de 2022	Por la cual se deroga la Resolución 1376 de 2014 del Ministerio de Transporte "Por la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras".	VIGENTE
Resolución 1376 de 2014 del 26 de mayo de 2014	Por la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras.	NO VIGENTE
Resolución 10099 del 27 de diciembre de 2017	Por la cual se adoptan las Especificaciones Particulares de	VIGENTE



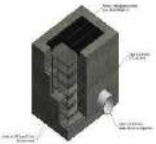
	Construcción como alternativas de pavimentación utilizando Asfalto Natural en vías con bajos volúmenes de tránsito, categoría NT1.	
Resolución 1375 del 26 de mayo de 2014	Por la cual se actualizan las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras.	VIGENTE

9.3.4. Matriz De Vulnerabilidad

Tabla 10. Matriz de Vulnerabilidad

Estudio Patológico a la estructura de vía de la Carrera 14 Entre Calles 10 y 28 en el municipio de Acacias - Meta								
MATRIZ DE VULNERABILIDAD								
Estructura	Suelos	Materiales	Sismo	Agrietamiento	Proceso remocion masa	Inundacion	Calificacion	Color
La estructura de la vía es en pavimento rígido, asfáltico y afirmado. Las lesiones observadas en la visita fueron las siguientes: Fisuras, piel de cocodrilo, ondulaciones, abultamiento, hundimientos, ahuellamientos, desgaste superficial, pérdida del agregado, exudación, surcos, descascamientos, huecos, corrimiento vertical de la berma, separación de la berma, afloramiento de agua, etc.		La vía se construyó con pavimento asfáltico el cual está conformado por una emulsión asfáltica y agregado. Debido a que es un pavimento rígido, está conformado por una subrasante que pertenece al terreno natural, una base que generalmente está constituida por partículas duras y durables, esta, contribuye al drenaje, ofrece control de bombeo, controla cambio volumétricos de subrasante y funciona como plataforma de construcción de la losa.	El reglamento colombiano de construcción sísmoresistente, establece que el municipio de Acacias-Meta en el cual se encuentra el paciente en estudio, pertenece a una zona de vulnerabilidad sísmica Alta. Este municipio presenta una falla geológica la cual es la Falla Guayuriba-Guaicáramo: Es de las mayores estructuras de cabalgamiento del borde llanero. Del Departamento del Huila proviene un trazo rectilíneo que hacia el sur está asociado con otras fallas conformando una "cola de caballo" , y hacia el nororiente se conecta con la falla Altamira para unirse con las fallas del frente andino y conformar el sistema de fallas de Guaicáramo. En el Meta se le ha cartografiado como Falla de Algeciras y pone en contacto las unidades litoestratigráficas del Macizo de Garzón con las del Macizo de Quetame. Presenta una gran continuidad regional que incluso lleva su trazo hasta la República de Venezuela. Es una falla de cabalgamiento de alto grado con buzamiento hacia el Este y en algunas partes de su trazo desplaza el bloque cabalgante del Precámbrico Grupo Quetame en el labio oeste, por sobre sedimentos del Paleógeno, Neógeno y Reciente. Su mayor importancia además de su continuidad semi continental es que presenta rasgos de actividad neotectónica en varias partes de su trazo, y se le considera una falla de basamento con una importante componente vertical de movimiento.	fisuras, grietas, piel de cocodrilo. Hundimientos, desgaste superficial	El paciente por estar en cercanías en zona de ladera o zona morfológica montañosa se presenta este proceso de remoción de masas por el no manejo adecuado de aguas lluvias y en algunos casos por el no manejo adecuado de aguas negras. Se deben realizar mantenimientos periódicos de drenajes, canales y filtros.	Se evidencia que las principales causas a la cual se deben las principales patologías se deben a acciones erosivas por manejo de agua de escorrentía debido a que los sistemas de drenaje se encuentran colmatados, haciendo que dicha vía no cuente con un buen sistema de drenaje, evitando la evacuación de escorrentías generadas por fuertes precipitaciones.	B2	
Fisuras Longitudinales	 el suelo predominante es producto del glacis, también son suelos productos de erosiones donde encontramos suelos aluviales. Los elementos que los conforman comprenden arcillas, arenas, gránulos, guijarros, cantos y bloques de formas muy variables.	se presenta fisuras y agrietamiento de cierta magnitud, las cuales son paralelas al eje de la calzada, las cuales se manifiestan por la calidad del asfalto	ANÁLISIS: La vía en estudio, actualmente presenta fisuras longitudinales que alcanzan los 5 metros de largo, estas, pudieron ser causadas por el fenómeno de fatiga el cual puede significar que el pavimento ha alcanzado el número de cargas para el cual fue diseñado, y normalmente suele generar el fenómeno llamado piel de cocodrilo. Sin embargo, esta patología también puede ocurrir por las características de los materiales constituyentes, el espesor de la capa, y el proceso de ejecución de la mezcla.	La vía, presenta fisuras longitudinales que pueden alcanzar los 6 mm de espesor	esa patología se presenta por el movimiento de masas por la acción de flujo de aguas no tratadas	el no manejo de sistemas de drenaje y/o recolección de aguas lluvias	A2	
Grietas longitudinales			 Esta lesión se puede atribuir a causa de una mala ejecución de la junta de construcción longitudinal, en el extendido de la mezcla asfáltica. También esta patología puede ser a causa de problemas en las capas inferiores, base o subbase o por temas de fatiga en la mezcla. Las grietas también se pueden producir por contracciones térmicas cuando hay cambios fuertes de temperatura.	La vía, presenta Grietas a lo largo de la calzada que pueden alcanzar los 7 cm de espesor			B3	



Sistemas de drenaje 	el sistema de drenaje no es el mas apropiado en el sector, se manejo cajas tipo con sumideros y rejilla, tubería de 6 pulgadas la cual no suplen la necesidad, 	En la visita realizada se logro evidenciar que la via de estudio tiene sistemas de drenaje, sin embargo, estos sistemas se encuentran colmatados, evitando que cumplan su funcion principal al momento de presentar fuertes precipitaciones. Lo anteriormente mencionado genera encharcamientos que pueden causar daños y deteriorar la capa de pavimento asfaltico	no presenta patologia de agrietamiento en los dos sumideros que contiene la via	el no funcionamiento apropiado y la mala planificacion en el diametro de la tubería instalada, hace que las cajas tipo sumideros no suplan la necesidad y estas escorrentias afecten cada una de las capas de materiales de la via.	en el sector hay lotes valdidos los cuales aportan en el momento de drenar estas aguas a que la via sea afectada	B2	
Desgaste superficial 	el material utilizado como capa de rodadura es el asfalto. Material que en visita al sitio se observa una capa muy delgada, aprox. De 4 a 5 cm. La cual no es apta para el transito que se presenta en esta via. 	El desgaste se puede generar por accion del transito. Es importante validar factores tales como: Falta de adherencia del asfalto con los agregados, dosificacion deficiente de la mezcla de asfalto, accion intensa de agua o agentes abrasivos.	se presenta desgaste superficial en un 70 % de la via	se presenta esta patologia debido al espesor minimo que tiene la capa de rodadura y al alto transito en el sector	al ver desgaste y desprendimiento de material asfaltico, y por efecto del agua hay un lavado de los materiales.	A2	
Hundimientos 	En esta fotografia podemos observar el material de agregados que es utilizado con base es un material arenoso. Presenta separacion de las particulas	Los hundimientos se forman al desprenderse mezcla asfaltica y se pueden generar debido a un pavimento estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y caracteristicas de la sub rasante. Otra causa puede ser un sistema de drenaje inadecuado o insuficiente, o simplemente un defecto de construccion.	en un 40% de la via se presenta hundimientos con una profundidad de 3 a 4 cm y un diametro variable de 1 m de ancho y de 1 a 2 m de largo	patologia con probabilidad frecuente y con un riesgo moderado alto, por calidad de los materiales utilizados en la sub base y base y capa de rodadura	se presenta aposamiento de aguas lluvias	B1	



ETAPAS DE VULNERABILIDAD			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	
Probabilidad de ocurrencia	Definición	Categoría	Categoría	Riesgo
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia	A	1	Muy alto
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia	B	2	Alto
Remota	Baja probabilidad de ocurrencia	C	3	Medio
Extremadamente remota	Difícil que ocurra	D	4	Bajo

PROBABILIDAD	MATRIZ DE VULNERABILIDAD					
	Frecuente	5				
	Posible	4				
	Ocasional	3				
	Remota	2				
	Improbable	1				
		1	2	3	4	5
		Muy leve	Leve	Seria	Grave	Catastrofica
SEVERIDAD						

Riesgos que necesitan MITIGACIÓN: Planes de actuación correctivos

Riesgos que necesitan INVESTIGACIÓN: Planes de actuación preventivos.

Riesgos que necesitan MONITORIZACIÓN: Planes de actuación defectivos.

Ilustración 26. Convenciones de colores para la matriz de vulnerabilidad.

9.3.5. Patología de los mecanismos de falla estructural

Con la elaboración de fichas, se pretende tener las herramientas y recursos básicos y de forma clara y concisa, con el fin de recolectar toda la información posible, para poder realizar un buen estudio y diagnóstico



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

80

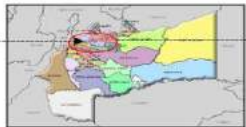
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN		FICHA DIAGNOSTICO PROYECTO TPI		TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO TPI	
DATOS GENERALES DEL PROYECTO				DATOS DEL PACIENTE		PATOLOGOS	
DEPARTAMENTO: META	USO: VEHICULAR	AÑOS DE CONSTRUCCIÓN: 8 AÑOS APROXIMADAMENTE		ING. DIEGO CUBILLOS CALDERON			
CIUDAD: ACACIAS	ANCHO: 6 ML	TIPO DE PAVIMENTO: RIGIDO, ASFALTICO Y AFIRMADO		ING. STEFANIA CERON GUTIERREZ			
PROYECTO: VIA CARRERA 14 ENTRE CALLE 10 Y 28	LONGITUD: 2091 M	NUMERO DE CARRILES: 2 - 1 CARRIL POR CADA SENTIDO		ARO. CESAR RAMIREZ RODRIGUEZ			
LOCALIZACION GENERAL DEL PACIENTE							
   							
FOTOGRAFIAS DEL PACIENTE							
   				MEMORIA DESCRIPTIVA DIAGNOSIS PERFIL VIAL Y PENDIENTE DE LA VIA Pendiente: Inclination máxima - 6.2% Pendiente promedio -1.4% - 2.3% 			
FOTO No. 1 GRIETAS LONGITUDINALES		FOTO No. 2 HUNDIMIENTOS		FOTO No. 3 HUECOS		FOTO No. 4 DESGASTE SUPERFICIAL	

Ilustración 27. Ficha 1 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia

Se realizan fichas generales para diagnosticar de acuerdo a la inspección visual realizada

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN		FICHA DIAGNOSTICO PROYECTO TPI		TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO TPI	
DATOS GENERALES DEL PROYECTO				DATOS DEL PACIENTE		PATOLOGOS	
DEPARTAMENTO: META	USO: VEHICULAR	AÑOS DE CONSTRUCCIÓN: 2015 APROXIMADAMENTE		ING. DIEGO CUBILLOS CALDERON			
CIUDAD: ACACIAS	ANCHO: 6 ML	TIPO DE PAVIMENTO: RIGIDO, ASFALTICO Y AFIRMADO		ING. STEFANIA CERON GUTIERREZ			
PROYECTO: VIA CARRERA 14 ENTRE CALLE 10 Y 28	LONGITUD: 2091 M	NUMERO DE CARRILES: 2 - 1 CARRIL POR CADA SENTIDO		ARO. CESAR RAMIREZ RODRIGUEZ			
JUSTIFICACION DEL PROYECTO							
Las vías y su condición favorable generan desarrollo en un municipio que cuenta con actividades agrícolas, productivas y agropecuarias, es por eso que la calidad de las vías permite tener una conexión permanente para exportar productos y dinamismo de su economía. Por tal motivo, se realiza este trabajo con el fin de realizar un estudio patológico en la carrera 14 del municipio de Acacias considerada una vía importante que conecta el centro del municipio con distintos barrios y veredas del mismo. Los principales daños que presentan una vía en su estructura de pavimento están tipificados según el Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles en fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales y daños superficiales; por ende, se realiza el presente trabajo para evidenciar los síntomas y lesiones que presenta la vía, analizar sus causas y diagnosticar su reparación y/o mantenimiento a realizar, para continuar contando con este corredor vial importante para el municipio.							
MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PACIENTE							
  				ESTADO ACTUAL DEL PACIENTE La vía en su estado actual cuenta con unos tramos que ya se han realizado intervenciones correctivas en donde se realizó demolición y construcción de pavimento rígido nuevo en la zona central con una longitud de 320 metros que ya fueron construidos en su totalidad en donde la Gobernación del Meta realizó un proyecto de subterranización de redes eléctricas (cierros abiertos) y construcción de pavimento rígido estampado para el centro del municipio en donde dicho proyecto finalizó en el año 2015; también se realizó un contrato de obra en el cual se realizó construcción de pavimento rígido en losas de concreto hidráulico desde la calle 10 hasta la calle 28, cuya construcción y ejecución finalizó en el año 2020. No obstante, el estado actual de los tramos que conforman la mayor parte de la vía se encuentra en mal estado, teniendo puntos críticos en donde el estado de la estructura de la vía es deplorable en donde se presentan problemas de movilidad y tránsito lento debido a los enormes baches y huecos que posee la vía, también se han presentado accidentes de tránsito y los vehículos que por allí transitan ya sea para su trabajo o residencia se han visto afectados por el daño en la suspensión de sus vehículos y elementos como laterales, bombas y guardabarros de vehículos. Por tal motivo, se evidenció la necesidad de realizar este estudio con el fin de evaluar y diagnosticar el factor mayor de daño y proponer soluciones frente a esta problemática.			
FOTO No. 5 FISURAS LONGITUDINALES		FOTO No. 6 PERDIDA DE AGREGADOS		FOTO No. 7 PERDIDA DE LA CAPA DE RODADURA POR ESCORRENTAS			

Ilustración 28. Ficha 2 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

81

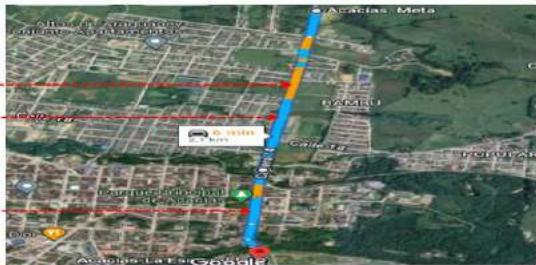
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN FICHA DIAGNOSTICO PROYECTO TPI			TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO TPI
DATOS GENERALES DEL PROYECTO		DATOS DEL PACIENTE		PATOLOGOS	
DEPARTAMENTO: META CIUDAD: ACACIAS PROYECTO: VIA CARRERA 14 ENTRE CALLE 10 Y 28		USO: VEHICULAR ANCHO: 6 ML LONGITUD: 2091 M		AÑOS DE CONSTRUCCIÓN: 2015 APROXIMADAMENTE TIPO DE PAVIMENTO: RIGIDO, ASFALTICO Y AFIRMADO NUMERO DE CARRILES: 2 - 1 CARRIL POR CADA SENTIDO	
INGEN. DIEGO CUBILLOS CALDERON INGEN. STEFANIA CERON GUTIERREZ ARQ. CESAR RAMIREZ RODRIGUEZ					
PATOLOGIAS					
FOTO 1. GRIETAS LONGITUDINALES: la vía en este caso el paciente presenta Grietas longitudinales paralelas al eje de la vía, espesor aproximado 7 cm Tipo de Lesión: Física - por mala calidad de los materiales y por desgaste Causa: Directa - Por tránsito y mala calidad de la capa de rodadura y agregados					
FOTO 2 y 3. HUNDIMIENTOS Y HUECOS: la vía en este caso el paciente presenta hendiduras y huecos por desgaste de los materiales utilizados Tipo de Lesión: Física - por mala calidad de los materiales y por desgaste Causa: Indirecta - por escorrentías y tránsito					
FOTO 4. DESGASTE SUPERFICIAL: la vía en este caso el paciente presenta un desgaste superficial del 70%, la capa de rodadura es de solo 4 cm en material Asfáltico. Tipo de Lesión: Física - Desgaste Causa: Directa - Por tránsito y mala calidad de la capa de rodadura.					
PATOLOGIAS PRESENTADAS Y LOCALIZADAS					
					
FOTO No. 1 GRIETAS LONGITUDINALES		FOTO No. 2 y 3 HUNDIMIENTO Y HUECOS		FOTO No. 4 DESGASTE SUPERFICIAL 70%	

Ilustración 29. Ficha 3 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia

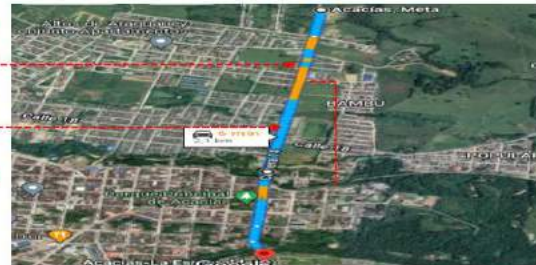
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA		ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN FICHA DIAGNOSTICO PROYECTO TPI			TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO TPI
DATOS GENERALES DEL PROYECTO		DATOS DEL PACIENTE		PATOLOGOS	
DEPARTAMENTO: META CIUDAD: ACACIAS PROYECTO: VIA CARRERA 14 ENTRE CALLE 10 Y 28		USO: VEHICULAR ANCHO: 6 ML LONGITUD: 2091 M		AÑOS DE CONSTRUCCIÓN: 2015 APROXIMADAMENTE TIPO DE PAVIMENTO: RIGIDO, ASFALTICO Y AFIRMADO NUMERO DE CARRILES: 2 - 1 CARRIL POR CADA SENTIDO	
INGEN. DIEGO CUBILLOS CALDERON INGEN. STEFANIA CERON GUTIERREZ ARQ. CESAR RAMIREZ RODRIGUEZ					
PATOLOGIAS					
FOTO 5. FISURAS LONGITUDINALES: la vía en este caso el paciente presenta fisuras longitudinales paralelas al eje de la vía, espesor 6 mm Tipo de Lesión: Física - Desgaste Causa: Directa - Por tránsito y mala calidad de la capa de rodadura.					
FOTO 6. PERDIDA DE AGREGADOS: el paciente presenta pérdida de agregado en 40% a lo largo y ancho de la vía. Tipo de Lesión: Física - Pérdida Causa: Directa - Por escorrentías, no mantenimiento de la vía y calidad de los materiales					
FOTO 7. PERDIDA DE LA CAPA DE RODADURA POR ESCORRENTÍAS: se observa en varios tramos a lo largo de la vía pérdida de la capa de rodadura por el no tratamiento de aguas lluvias, por el no manejo de cunetas. Tipo de Lesión: Física Causa: Indirecta - manejo inadecuado recolección aguas lluvias					
PATOLOGIAS PRESENTADAS Y LOCALIZADAS					
					
FOTO No. 5 FISURAS LONGITUDINALES		FOTO No. 6 PERDIDA DE AGREGADOS 40% DE LA VIA		FOTO No. 7 PERDIDA DE LA CAPA DE RODADURA POR ESCORRENTÍAS	

Ilustración 30. Ficha 4 Diagnóstico Proyecto TPI. Fuente Propia



10. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Según el diagnóstico realizado se contemplan dos (2) propuestas de intervención:

10.1. PROPUESTA 1: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NUEVA

La propuesta 1 contempla la construcción de una estructura de pavimento nueva en pavimento flexible, y material de base y subbase.

DISEÑO DE PAVIMENTO

Teniendo en cuenta los ensayos y estudios realizados, se realiza una alternativo y siguiendo los lineamientos que menciona el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO del Instituto Nacional de Vías se realiza un diseño de pavimento basado en la metodología AASHTO-93.

Para el diseño de la estructura de pavimento para la carrera 14 y se realizan los siguientes estudios:

A. ESTUDIO DE SUELOS

Para el diseño de la estructura de pavimento se realizó un estudio de suelos realizando apiques con el fin de determinar el estado y tipo de suelo con el que se encuentra el paciente. (Ver Anexo 3. Ensayos de campo y laboratorio)



Ilustración 31. Apique realizado en la vía carrera 14. Fuente: Laboratorio NHSQ SAS

En donde se realizaron los siguientes ensayos:

- Humedad natural
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Relación de soporte del suelo en el laboratorio (CBR de laboratorio)

En donde arrojó los siguientes resultados:

Tabla 11. Resumen de límites de Attemberg y clasificación del material de subrasante. Fuente:

Laboratorio NHSQ SAS

SITIO	SONDEO	PROF. Aprox. (m)	LÍMITES DE ATTEMBERG			GRANULOMETRÍA			CLASIFICACIÓN	
			LL	LP	IP	GRAVAS	ARENAS	FINOS	AASHTO	U.S.C.S
						%	%	%		
CARRERA 14 ENTRE CALLES 10 Y 29	CBR-1	0.06-0.26	--	--	N.P.	62.5	30.3	7.2	A-1-a	GM
		0.26-0.46	--	--	N.P.	0.0	66.3	33.7	A-2-4	SM
		0.46-1.50	28.2	19.0	9.2	0.0	36.6	63.4	A-6	CL



En cuanto al perfil estratigráfico se encontró un material característico y predominante como material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena. (Laboratorio NHSQ SAS, 2022)

Tabla 12. Descripción del perfil estratigráfico promedio. Fuente: Laboratorio NHSQ SAS

Primera capa	
En los primeros centímetros se encontró una capa de mezcla densa en caliente en regular y mal estado.	
Segunda capa	
Seguido de la capa de MDC se encontró un material granular tipo subbase de aproximadamente 0.20 m de espesor (A-1-b GM).	
Tercera capa	
Seguido de la capa anterior se encontró una capa de arena limosa de aproximadamente 0.20 m de espesor (A-2-4 SM).	
Capa de subrasante	
Compuesta por arcilla de baja plasticidad con arena (A-6) (CL).	
Propiedades de la capa de subrasante	
% que pasa por el tamiz N° 4:	100.0 %
% que pasa por el tamiz N° 200:	63.4 %
Límite líquido:	28.2
Índice de plasticidad:	9.2
Humedad Natural:	17.88 %
CBR INALTERADO:	5.4 %

Tabla 13. Evaluación del potencial de expansión de acuerdo con NSR-10. Fuente: NSR-10



Potencial de expansión	Expansión Consolidómetro (%)	LL (%)	LC (%)	IP (%)	Partículas menores 1 μ (%)	Expansión libre en probeta (%)
Muy Alto	>30	>63	<10	>32	>37	>100
Alto	20-30	50-63	6-12	25-45	18-37	>100
Medio	10-20	39-50	8-18	12-34	12-37	50-100
Bajo	<10	<39	>13	<20	<17	<50

Estimación de la capacidad portante

Se realizó ensayo de CBR inalterado que corresponde a las muestra tomadas en terreno.

Tabla 14. Resúmenes resultados CBR. Fuente Laboratorio NHSQ SAS

TRAMO	SONDEO	RESULTADOS			
		CBR LABORATORIO (%)	HUMEDAD NATURAL (%)	HUMEDAD DESPUÉS DE INMERSIÓN (%)	PESO UNITARIO SECO "g/cm ³ "
CARRERA 14 ENTRE CALLES 10 Y 29	CBR-1	5.4	17.88	26.82	1.649

Categoría de subrasante

Según la tabla 4.4 *Categorías de subrasante* del MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO del Instituto Nacional de Vías:

Tabla 15. Categorías de subrasante. Fuente: INVIAS



CATEGORÍA	CBR (%)	COMPORTAMIENTO COMO SUBRASANTE
S1	$CBR \leq 3$	Malo
S2	$3 < CBR \leq 5$	Regular
S3	$5 < CBR \leq 10$	Bueno
S4	$CBR > 10$	Muy Bueno

Se cataloga el CBR obtenido de 5.4% como S3 con un comportamiento como subrasante bueno.

Cálculo del módulo resiliente (M_r)

Ecuación:

- $M_r = 1500 \text{ CBR (psi)}$

$$M_r = 1500 (5.4) = \underline{\underline{8100 \text{ psi}}}$$

B. TRÁNSITO

Para el desarrollo del presente estudio se implementan los conteos manuales, método que emplea personal de campo para su realización, con la ventaja que permite obtener información detallada sobre:

- Clasificación vehicular (autos, buses y camiones por tamaño, peso y número de ejes). Se aclara que, con el fin de estudiar la injerencia de las motocicletas en la capacidad y nivel de servicio de las vías analizadas, se incluirá este tipo de vehículos en los aforos.



- Movimientos direccionales en una intersección o en un acceso, dependiendo de la estación

que se esté aforando y de sus condiciones reales actuales de sentidos de circulación. (Ver Anexo

4. Aforo vehicular)

Tabla 16. Aforo vehicular semanal para TPD. Fuente: Propia

TPD SEMANAL CARRERA 14 ENTRE CALLES 10 Y 29 (16-05-18 AL 22-05-22)													
TIPO DE VEHÍCULO	AUTOMÓVIL	BUSETA	BUS	C2-P	C2-G	C3	C2-S1	C4	C3-S1	C2-S2	C3-S2	C3-S3	TOTAL
06:00 - 07:00	38	0	0	24	18	1	0	0	0	0	0	0	81
07:00 - 08:00	75	0	5	32	12	0	0	0	0	0	0	0	124
08:00 - 09:00	68	0	7	37	18	0	0	0	0	0	0	0	130
09:00 - 10:00	56	0	3	32	15	0	0	0	0	0	0	0	106
10:00 - 11:00	88	0	2	33	20	0	0	0	0	0	0	0	143
11:00 - 12:00	51	0	2	41	31	2	0	0	0	0	0	0	127
12:00 - 13:00	71	0	1	34	15	0	0	0	0	0	0	0	121
13:00 - 14:00	51	0	4	24	24	0	0	0	0	0	0	0	103
14:00 - 15:00	59	0	3	37	25	0	0	0	0	0	0	0	124
15:00 - 16:00	48	0	4	31	27	2	0	0	0	0	0	0	112
16:00 - 17:00	72	0	4	31	19	0	0	0	0	0	0	0	126
17:00 - 18:00	47	0	2	28	18	0	0	0	0	0	0	0	95
TOTAL	724	0	37	384	242	5	0	0	0	0	0	0	1392
PROMEDIO DIARIO	104	0	6	55	35	1	0	0	0	0	0	0	201
%	52%	0%	3%	27%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
% EXPANSIÓN NOCTURNO	5%												10.05
TPD													212

Por lo anterior y teniendo en cuenta el TPD calculado de **212 veh/día**, se realiza el cálculo del factor de daño según el facto camión de 8,2 ton para el cálculo de numero de ejes equivalentes teniendo los siguientes datos:

Datos según aforos y/o conteos realizados:

TPD:	212	veh/día
K1 :	48%	
K2 :	50%	
r :	3	%



n : 10 años

Siguiendo lo mencionado en donde K1 es el porcentaje de vehículos comerciales (B+C), K2 es el Factor direccional y es el porcentaje según el tipo de vía, teniendo en cuenta que es una vía de dos carriles, uno en cada dirección con un ancho de carril menor o igual a 3 metros. El valor de R que es la tasa de crecimiento se toma de la tabla 2.3 *Tasas promedio de crecimiento del tránsito del MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO* del Instituto Nacional de Vías:

Tabla 17. Tasas promedio de crecimiento del tránsito. Fuente: INVIAS

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

El valor de n es el período de diseño que debido a que se diseña para una vía en pavimento flexible, se toma un período de diseño de 10 años.

Datos de entrada del proyecto:

Estructura de Pavimento:

Pavimento Flexible

Sección de Vía:

Vía de dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, ancho de carril > 3 m

Cálculo de número de ejes equivalentes de 8.2 ton

Tabla 18. Cálculo de factor camión. Fuente: Propia



CLASE DE VEHICULOS SEGÚN FACTOR CAMION (8,2 ton)												
UND	%	TIPO DE VEHICULO	FACTOR DAÑO		EJES	CARGAS SEGÚN EJES						CARGA MAXIMA (t)
			MURGUEITIO (1997)	INVIAS (2003)		Simple			Tandem		Tridem	
0	0.00%	BUSETA	0.05	0.05	2S	5	11	-	-	-	-	16
6.32836	2.99%	BUS	0.40	0.40	2S	6	11	-	-	-	-	17
0	0.00%	BUS METROPOLITANO	1.00	1.00	2S	6	11	-	-	-	-	17
0	0.00%	BUS ALIMENTADOR	-	2.51	2S	-	-	-	-	-	-	20
58.01	27.36%	C2-P	1.14	1.14	2S	5	11	-	-	-	-	16
36.9154	17.41%	C2-G	3.44	2.15	2S	6	11	-	-	-	-	17
1.05473	0.50%	C3	3.76	3.15	1S + 1T	6	-	-	22	-	-	28
0	0.00%	C2-S1	3.37	3.13	3S	5	11	11	-	-	-	27
0	0.00%	C4	6.73	6.73	2T	-	-	-	12	22	-	34
0	0.00%	C3-S1	2.22	2.33	2S + 1T	6	-	11	22	-	-	39
0	0.00%	C2-S2	3.42	2.27	2S + 1T	6	11	-	-	22	-	39
0	0.00%	C3-S2	4.40	4.21	1S + 2T	6	-	-	22	22	-	50
0	0.00%	C3-S3	4.72	5.31	1S+1T+1Tr	6	-	-	22	-	24	52
Σ	102.31	48.3%										

Tabla1: CLASE DE VEHICULOS SEGÚN FACTOR CAMION (8,2 ton). Fuente: Rondón y Reyes(2015). Pavimentos materiales, construcción y diseño.

Ilustración 32. Gráfica de porcentaje de distribución vehicular total. Fuente: Propia

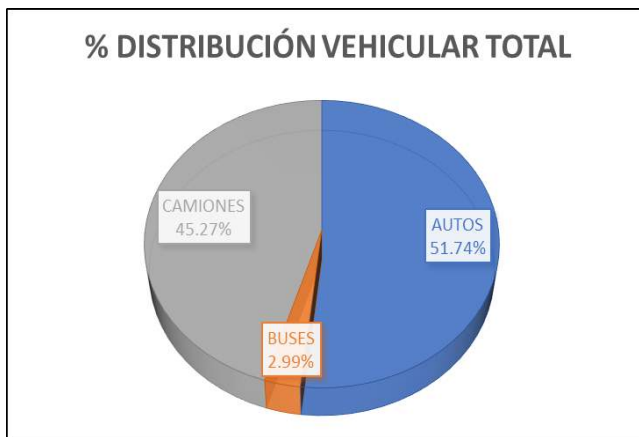


Ilustración 33. Gráfica de porcentaje de composición vehicular comercial. Fuente: Propia



Cálculo del tránsito (W18)

Ecuación:

$$N = TPD \times \frac{k1}{100} \times \frac{k2}{100} \times 365 \times \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)} \times FC$$

Cálculo del Factor Camión

F.C:	1.95
------	------

Cálculo de N

N":	423864.98
-----	-----------

Cálculo de N con valor de nivel de confianza

N:	491278.25
----	-----------



TRÁNSITO NT1

Según el N calculado: **491278.24** de ejes equivalentes de 8.2 ton; se tiene un nivel de tránsito:

NT1 según el Instituto Nacional de Vías

W(18) = N = 491278.24 de ejes equivalentes de 8.2 ton

Propiedades mecánicas de los materiales

El parámetro mecánico con el cual se caracterizan los materiales es el módulo resiliente en psi. Sin embargo, para el diseño y dimensionamiento del espesor de las capas del pavimento, estos parámetros son traducidos a coeficientes estructurales de capas. (Lizcano, 2015)

$$a_1 = 0.184 \times \ln (E_1) - 1.9547$$

$$a_2 = 0.249 \times \log (E_2) - 0.977$$

$$a_3 = 0.227 \times \log (E_3) - 0.839$$

Tabla 19. Valores máximos recomendados de E para capas de rodadura. Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.



Capa	$T [^{\circ}\text{C}]$	$f [\text{Hz}]$	$v [\text{km/h}]$	$E [\text{MPa}]$
Rodadura	10	2.5	15-25	7000
		5.0	35-45	8500
		10.0	70-80	9500
	15	2.5	15-25	5000
		5.0	35-45	6000
		10.0	70-80	7200
	20	2.5	15-25	3000
		5.0	35-45	4000
		10.0	70-80	5000
	25	2.5	15-25	2200
		5.0	35-45	2700
		10.0	70-80	3500
	30	2.5	15-25	1200
		5.0	35-45	1600
		10.0	70-80	2000

Teniendo en cuenta que la TMAP de Acacías se encuentra en 23.5°C se toma como temperatura el valor de 25° para la cual teniendo en cuenta la vía se toma un valor de velocidad promedia entre 35 km/h y 45 km/h para la cual nos daría un valor de **$E = 2700 \text{ Mpa}$**

Por lo anterior se da inicio al cálculo del Módulo resiliente de cada una de las capas:

$$\text{Mr (concreto asfáltico)} = 2700 (145) = \underline{\underline{391500 \text{ psi}}}$$

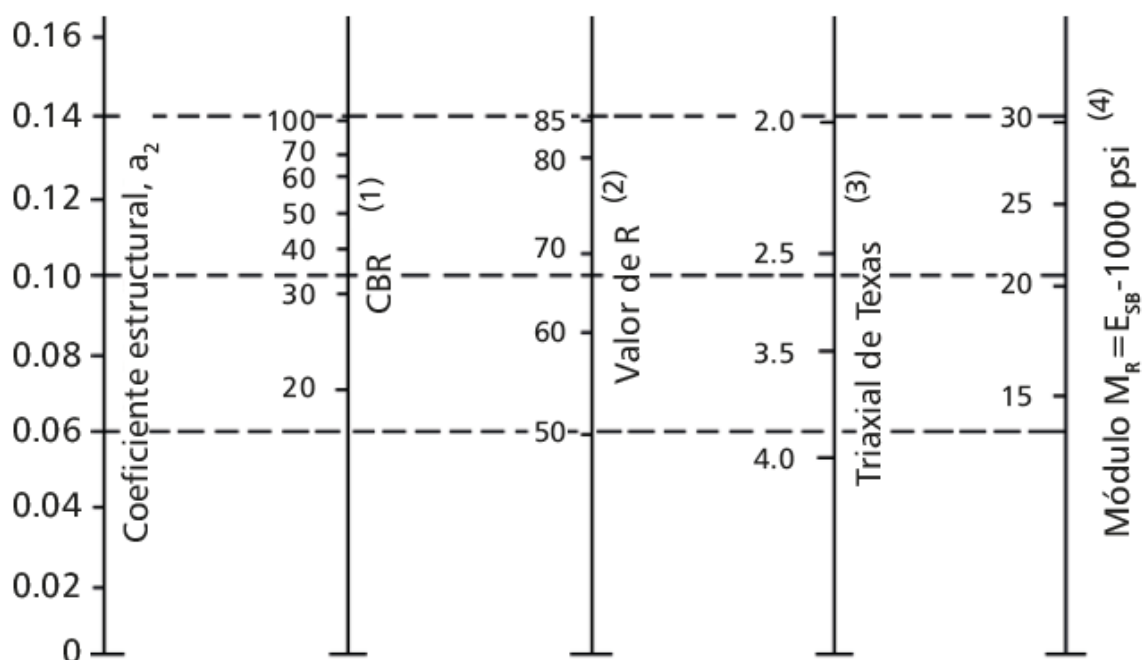
$$a_1 = 0.184 \times \ln(391500) - 1.9547 = \underline{\underline{0.41}}$$



Cálculo de E2

Ilustración 34. Cálculo de coeficiente estructural a_2 . Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.

Figura 13.7. Coeficiente estructural a_2 para base granular no tratada.



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Teniendo en cuenta que la normatividad colombiana vigente menciona que para una base el valor del CBR mínimo para un nivel de tránsito NT1 debe ser de 80%, se calcula el valor de a_2 haciendo una línea recta en la gráfica nos daría un valor de **28000 psi**

Por lo anterior, se reemplaza el valor de E2 en la ecuación y nos daría de la siguiente manera:



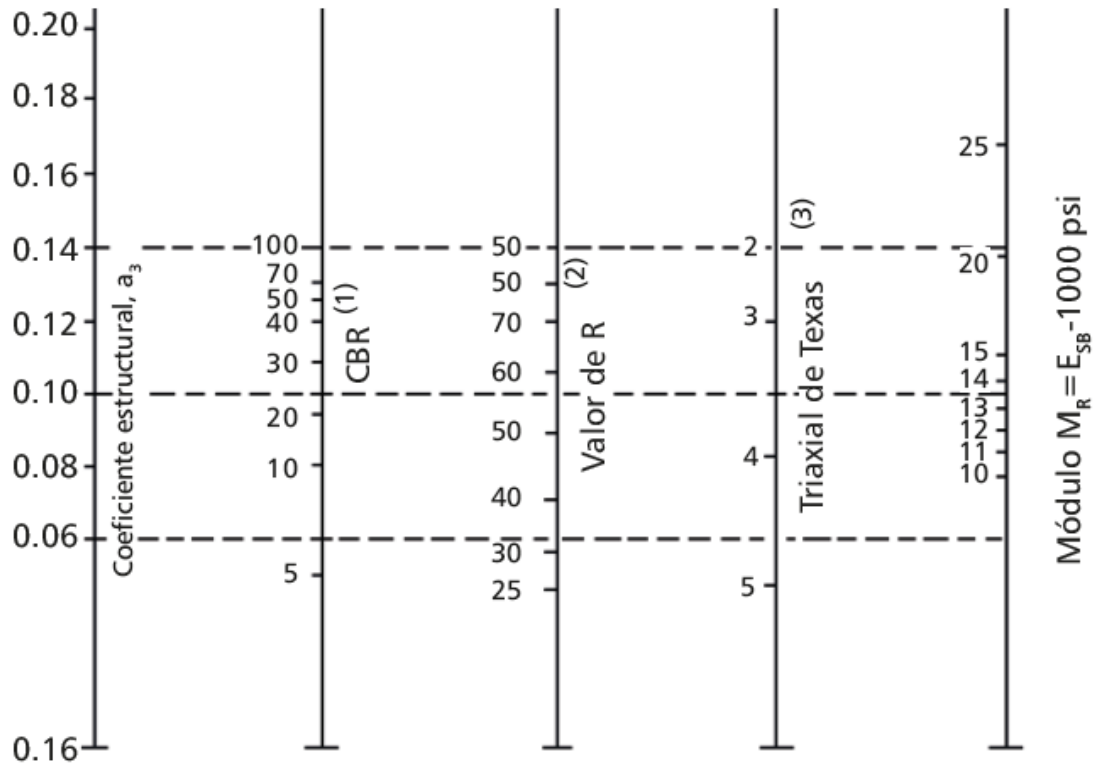
$$a_2 = 0.249 \times \log(E_2) - 0.977$$

$$a_2 = 0.249 \times \log(28000) - 0.977 = \underline{\underline{0.13}}$$

Cálculo de E3

Ilustración 35. Cálculo de coeficiente estructural a_3 . Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.

Figura 13.8. Coeficiente estructural a_3 para subbase granular no tratada.



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)



Teniendo en cuenta que la normatividad colombiana vigente menciona que para una subbase granular el valor del CBR mínimo para un nivel de tránsito NT1 debe ser de 30%, se calcula el valor de a_3 haciendo una línea recta en la gráfica nos daría un valor de **15000 psi**

Por lo anterior, se reemplaza el valor de E3 en la ecuación y nos daría de la siguiente manera:

$$a_3 = 0.227 \times \log(E_3) - 0.839$$

$$a_3 = 0.227 \times \log(15000) - 0.839 = \mathbf{0.11}$$

Debido a que ya se tienen los tres coeficientes de capas estructurales, se procede a calcular el índice de serviciabilidad.

Índice de serviciabilidad

Tabla 20. Índice de serviciabilidad. Fuente: AASHTO 1993

Tipo de vía	Serviciabilidad final, P_f
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Teniendo en cuenta se parte de un valor inicial de 4.2 como un estado bueno del pavimento y un valor final teniendo en cuenta la tabla 20 y el tipo de vía de 2.0



Índice de serviciabilidad = $\Delta PSI = P_0 - P_f$

Índice de serviciabilidad = $4.2 - 2.0 = \underline{2.2}$

Condiciones ambientales y de drenaje

Tabla 21. Calidad del drenaje. Fuente: AASHTO 1993

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

Tabla 22. Valores de m recomendados. Fuente: AASHTO 1993

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más de 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Teniendo en cuenta que en Acacías se tiene un promedio de 22 días de lluvias en el mes de mayo. (Cedar Lake Ventures, Inc, 2018) y teniendo en cuenta el periodo de lluvias que tiende



hacer de 3 a 4 meses, para el diseño del presente estudio se toma un valor de 40 días de lluvia al año.

Para el cálculo de m_2 y m_3 que serían los coeficientes de drenaje de subbase granular y base granular se realiza una interpolación en la tabla 22 teniendo en cuenta el porcentaje de días y esto nos daría un resultado de 0.94

$$m_2 = m_3 = \underline{0.94}$$

Confiabilidad

Teniendo en cuenta el tipo de carretera se escoge como valor 90% de confiabilidad. Posterior a esto y debido al valor de confiabilidad se tiene un valor de fractil de la ley normal centrada de Z_r de -1.282.

Tabla 23. Valor de error normal combinado S_o . Fuente: Libro Pavimentos, materiales, construcción y diseño.

Proyecto de pavimento	S_o	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Se toma el valor de 0.45

Números estructurales de capa (SN i)



Se determinan con la siguiente ecuación:

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

Y con esos valores nos permitirán calcular los espesores de capas

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1} \longrightarrow \text{Concreto Asfáltico}$$

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 \times m_2} \longrightarrow \text{Base Granular}$$

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN_2}{a_3 \times m_3} \longrightarrow \text{Subbase Granular}$$

DATOS RESUMEN DE DISEÑO

Tabla 24. Datos Resumen de diseño. Fuente: Propia

DATOS RESUMEN		
Tránsito	W_{18}	491279
Confiabilidad	R (%)	90
Desviación	Z_r [-]	-1.282
Error estándar	S_o [-]	0.45
Índice de serviciabilidad final	p_f [-]	2.0
Módulo resiliente de la subrasante	Mr_{subr} [psi]	8100
Módulo resiliente de la subbase	Mr_{SBG} [psi]	15000
Módulo resiliente de la base	Mr_{BG} [psi]	28000
Módulo resiliente de la capa asfáltica	$Mr_{concreto\ asf.}$ [psi]	391500
Coefficiente de drenaje base granular	m_2 [-]	0.94
Coefficiente de drenaje subbase granular	m_3 [-]	0.94



Cálculo de números estructurales de capa

SN ₁	1.836
SN ₂	2.326
SN ₃	2.905

Para realizar el cálculo de números estructurales de capa se realizó iteración por medio de hoja de cálculo para igualar las ecuaciones del resultado de logW18 con cada una de las ecuaciones de números de capa.

Tabla 25. Datos calculados. Fuente: Propia

VALORES CALCULADOS	
Indice de serviciabilidad	2.20
Coefficiente estructural a ₁	0.415
Coefficiente estructural a ₂	0.130
Coefficiente estructural a ₃	0.109
h ₁ [pulgadas]	4.4
h ₁ [cm]	11.2
SN ₁ *	1.633
h ₂ [pulgadas]	5.7
h ₂ [cm]	14.4
SN ₂ *	2.357
h ₃ [pulgadas]	5.4
h ₃ [cm]	13.6

Tabla 26. Dimensión de la estructura de pavimento. Fuente: Propia

DIMENSIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			CUMPLE
Espesor de capa asfáltica	h ₁ [cm]	10.0	SI
Espesor de base granular	h ₂ [cm]	15.0	SI
Espesor de subbase granular	h ₃ [cm]	15.0	SI

Tabla 27. Tipo de mezcla por utilizar en función del tipo y espesor compacto de la capa. Fuente: INVIAS



Tipo de capa	Espesor de capas de compactación (mm)	Tipo de mezcla
Rodadura	30 — 40	MDC-10
	40 — 60	MDC-19, MSC-19
	> 60	MDC-25, MDC-19, MSC-19, MAM-19
Intermedia	> 50	MDC-25, MSC-25
Base	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25
	60 — 130	MAM-25
Bacheos	50 — 75	MSC-25, MGC-25
	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25

Tabla 28. Uso típico de las diferentes clases de base granular. Fuente: INVÍAS 2022

Clase de base granular	Nivel de tránsito
Clase A	NT3
Clase B	NT2
Clase C	NT1

Tabla 29. Uso típico de las diferentes clases de subbase granular. Fuente: INVÍAS 2022

Clase de subbase granular	Nivel de tránsito
Clase A	NT3
Clase B	NT2
Clase C	NT1

Siguiendo los parámetros de los capítulos 3 y 4 de las especificaciones INVÍAS 2022 se propone la siguiente alternativa con sus respectivos espesores de capa y tipo de materiales a utilizar:

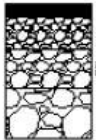
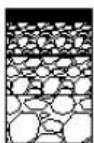
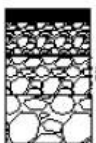
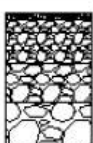
Ilustración 36. Perfil alternativa diseño de pavimento. Fuente: Propia.

10 cms		Concreto asfáltico MDC-19 o MDC-25
15 cms		Base granular Tipo C o Tipo B
15 cms		Subbase granular Tipo C

Por tal motivo se presenta las alternativas estructurales que presenta el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO del Instituto Nacional de Vías:

Tabla 30. Alternativas Estructurales de pavimento. Fuente: INVIAS

Figura 5.1. Alternativas estructurales (Dimensiones en mm)

CATEGORIA DE SUBRASANTE	ESTRUCTURAS TIPO					
	1	2	3	4	5	6
S1 $3 \leq \text{CBR}$		N.A.		N.A.		
S2 $3 < \text{CBR} \leq 5$		N.A.		N.A.		
S3 $5 < \text{CBR} \leq 10$				N.A.		

Teniendo en cuenta los datos de Tránsito NT1 y subrasante S3



No obstante, el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO del Instituto Nacional de Vías también propone cartas teniendo en cuenta las siguientes condiciones para el presente estudio:

SUBRASANTE: S3

TRÁNSITO: < 0.5 millones de ejes equivalentes de 80 KN

TMAP: 23.5° C

Tabla 31. Carta 5. Fuente: INVIAS

Carta 5												
Temperatura media anual promedio del aire (TMAP) – TMAP 5: 22 A 26 [°C]												
Módulo Resiliente Subrasante de Diseño, M_r [MPa]												
N_{ACRIM} Millones	S3: $45 \leq M_r < 55$						S4: $55 \leq M_r < 70$					
T1: $0.5 < N \leq 1$	MDC-19		MDC-25		BEE-25		MDC-19		MDC-25		BEE-25	
	5	7.5	5	7.5	18	20	5	7.5	5	7.5	15	17
	5	7.5	5	7.5	18	20	5	7.5	5	7.5	15	17
	20	20	20	20	20	20	15	15	15	15	15	15
	30	30	30	30	25	25	25	25	25	25	20	20



11. PRESUPUESTO

11.1. PROPUESTA 1: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NUEVA

Tabla 32. Presupuesto de alternativa 1. Fuente: Propia

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NUEVA - PAVIMENTO ASFÁLTICO					
ÍTEM	ACTIVIDAD	U. M.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.00	PRELIMINARES				
1.01	LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO VÍAS INCLUYE EQUIPO AUTOMÁTICO DE PRECISIÓN, CARTERA Y PLANOS	KM	0.60	\$ 5,700,730.39	3,420,438.23
1.02	DEMOLICION PAVIMENTO ASFALTICO. INCLUYE TRASIEGO Y CARGUE MECÁNICO.	M3	240.00	\$ 28,790.37	6,909,688.89
1.03	EXCAVACION MECANICA PARA CAJAS VÍAS INCLUYE CARGUE	M3	2160.00	\$ 53,076.75	114,645,780.00
1.04	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	M3/KM	22680.00	\$ 1,973.84	44,766,691.20
1.05	TRANSPORTE DE MEZCLAS ASFALTICAS	M3/KM	17784.00	\$ 2,263.01	40,245,369.84
1.06	TRANSPORTE DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS Y SOBRANTES	VJ	90.00	\$ 261,345.00	23,521,050.00
1.07	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL COMUN H= 0 - 2.00 M INCLUYE CARGUE	M3	270.00	\$ 72,408.98	19,550,424.60
TOTAL PRELIMINARES					\$253,059,442.76
2.00	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				
2.01	MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-19 INCLUYE SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN.	M3	468.00	\$ 948,833.72	444,054,180.96
2.02	RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA CRR-1	M2	120.00	\$ 3,501.06	420,127.20
2.03	RIEGO DE IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA CRL-0 O CRL-1	M2	3600.00	\$ 4,631.72	16,674,192.00
2.04	BASE GRANULAR CLASE B NORMA INVIAS. SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR.	M3	720.00	\$ 147,916.73	106,500,045.60
2.05	SUB-BASE GRANULAR CLASE C NORMA INVIAS. SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR.	M3	720.00	\$ 135,842.81	97,806,823.20
2.06	ANDENES, PUENTES BOX COULVERT CONCRETO 20.7 MPa (3000 PSI) SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN	M3	270.00	\$ 1,378,177.16	372,107,833.20
2.07	BORDILLO DE PIEZAS PREFABRICADAS DE CONCRETO TIPO A-80 80X35X20 CM. INCLUYE LA CONFORMACION DE LA SUPERFICIE DE APOYO	ML	1200.00	\$ 103,957.08	124,748,496.00
2.08	GEOTEXTIL PARA SEPARACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES SUMINISTRO E INSTALACIÓN	M2	3600.00	\$ 15,476.47	55,715,292.00
TOTAL ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					\$1,218,026,990.16
3.00	SEÑALIZACIÓN VIAL				
3.01	LINEA DE DEMARCACIÓN VIAL CON PINTURA ACRILICA EN FRÍO (ML) E=0.12 M. INCLUYE SUMINISTRO, MICROESFERAS Y APLICACIÓN CON EQUIPO.	ML	2000.00	\$ 4,954.09	9,908,180.00
3.02	TACHA REFLECTIVA BIDIRECCIONAL. SUMINISTRO E INSTALACIÓN.	UND	180.00	\$ 13,387.09	2,409,676.20
3.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN SEÑAL METALICA VIAL VERTICAL FIJA CON MASTIL. (TIPO SP, SR, SJ) LAM. GALV. CAL. 20 NORMA INVIAS. REFLECTIVO GRADO INGENIERÍA COMERCIAL	UND	5.00	\$ 411,420.00	2,057,100.00
TOTAL SEÑALIZACIÓN VIAL					\$14,374,956.20
COSTOS DIRECTOS					\$1,485,461,389.12
AIU				35%	\$519,911,486.19
ADMINISTRACIÓN				28%	\$415,929,188.95
IMPREVISTOS				2%	\$29,709,227.78
UTILIDAD				5%	\$74,273,069.46
TOTAL OBRA					\$2,005,372,875.00
INTERVENTORIA				7%	\$140,376,101.25
VALOR TOTAL PROYECTO					\$2,145,748,976.25



Se realizó presupuesto de obra para la intervención total de un tramo de la carrera 14 entre calles 24 y 29 de longitud de aproximadamente 588 metros lineales, con el fin de brindar una alternativa total a este tramo de vía, el cual es el que presenta mayor estado de deterioro.

Dicha alternativa tiene un costo total de dos mil ciento cuarenta y cinco millones setecientos cuarenta y ocho mil novecientos setenta y seis pesos con veinte cinco centavos mcte.

(\$2,145,748,976.25)

El anterior presupuesto se elaboró en base a los precios de la Agencia para la Infraestructura del Meta (AIM) del 2020, en donde se aplicó el factor del 5% que contempla para el municipio de Acacías.

No obstante, dicho presupuesto cuenta con el costo directo e indirecto del proyecto incluyendo el costo del obra e interventoría del mismo.



11.2. PROPUESTA 2: BACHEO PARA TRAMOS DE VÍA

Tabla 33. Presupuesto de alternativa 2. Fuente: Propia

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2 BACHEO PARA TRAMOS DE VÍA					
ÍTEM	ACTIVIDAD	U. M.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.00	PRELIMINARES				
1.01	CORTES PAVIMENTO FLEXIBLE (CARPETA ASFALTICA)	ML	890.00	\$ 10,189.78	9,068,904.20
1.02	DEMOLICIÓN PAVIMENTO FLEXIBLE (CARPETA ASFALTICA)	M3	120.00	\$ 274,961.27	32,995,352.40
1.03	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN CONGLOMERADO INCLUYE CARGUE	M3	720.00	\$ 40,588.77	29,223,914.40
1.04	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	M3/KM	7560.00	\$ 1,973.84	14,922,230.40
1.05	TRANSPORTE DE MEZCLAS ASFALTICAS	M3/KM	5928.00	\$ 2,263.01	13,415,123.28
1.06	TRANSPORTE DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS Y SOBRANTES	VJ	30.00	\$ 261,345.00	7,840,350.00
1.07	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN H= 0 - 2.00 M INCLUYE CARGUE	M3	36.00	\$ 72,408.98	2,606,723.28
TOTAL PRELIMINARES					\$110,072,597.96
2.00	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				
2.01	MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-19 INCLUYE SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN.	M3	156.00	\$ 948,833.72	148,018,060.32
2.02	RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA CRR-1	M2	600.00	\$ 3,501.06	2,100,636.00
2.03	RIEGO DE IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA CRL-0 O CRL-1	M2	1200.00	\$ 4,631.72	5,558,064.00
2.04	BASE GRANULAR PARA BACHEO	M3	240.00	\$ 131,211.30	31,490,712.00
2.05	SUB BASE GRANULAR PARA BACHEO	M3	240.00	\$ 131,211.30	31,490,712.00
2.06	SELLO DE GRIETAS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO	ML	3000.00	\$ 5,902.17	17,706,510.00
2.07	GEOTEXTIL PARA REPAVIMENTACIÓN	M2	1200.00	\$ 16,971.82	20,366,184.00
TOTAL ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					\$256,730,878.32
3.00	SEÑALIZACIÓN VIAL				
3.01	LÍNEA DE DEMARCACIÓN VIAL CON PINTURA ACRILICA EN FRÍO (ML) E=0.12 M. INCLUYE SUMINISTRO, MICROESFERAS Y APLICACIÓN CON EQUIPO.	ML	2000.00	\$ 4,954.09	9,908,180.00
3.02	TACHA REFLECTIVA BIDIRECCIONAL. SUMINISTRO E INSTALACIÓN.	UND	180.00	\$ 13,387.09	2,409,676.20
3.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN SEÑAL METÁLICA VIAL VERTICAL FIJA CON MASTIL. (TIPO SP, SR, SJ) LAM. GALV. CAL. 20 NORMA INVIAS. REFLECTIVO GRADO INGENIERÍA COMERCIAL	UND	5.00	\$ 411,420.00	2,057,100.00
TOTAL SEÑALIZACIÓN VIAL					\$14,374,956.20
COSTOS DIRECTOS					\$381,178,432.48
AIU				35%	\$133,412,451.37
ADMINISTRACIÓN				28%	\$106,729,961.09
IMPREVISTOS				2%	\$7,623,568.65
UTILIDAD				5%	\$19,058,921.62
TOTAL OBRA					\$514,590,884.00
INTERVENTORÍA				7%	\$36,021,361.88
VALOR TOTAL PROYECTO					\$550,612,245.88

Se realizó presupuesto de obra para la intervención parcial de tres tramos de la carrera 14 entre calles 24 y 29 de longitud de aproximadamente 200 metros lineales los cuales se encuentran en estado crítico y con mayor severidad, con el fin de brindar una alternativa parcial a estos tramos de vía.



Dicha alternativa tiene un costo total de quinientos cincuenta millones seiscientos doce mil doscientos cuarenta y cinco pesos con ochenta y ocho centavos mcte. **(\$550,612,245.88)**

El anterior presupuesto se elaboró en base a los precios de la Agencia para la Infraestructura del Meta (AIM) del 2020, en donde se aplicó el factor del 5% que contempla para el municipio de Acacías.

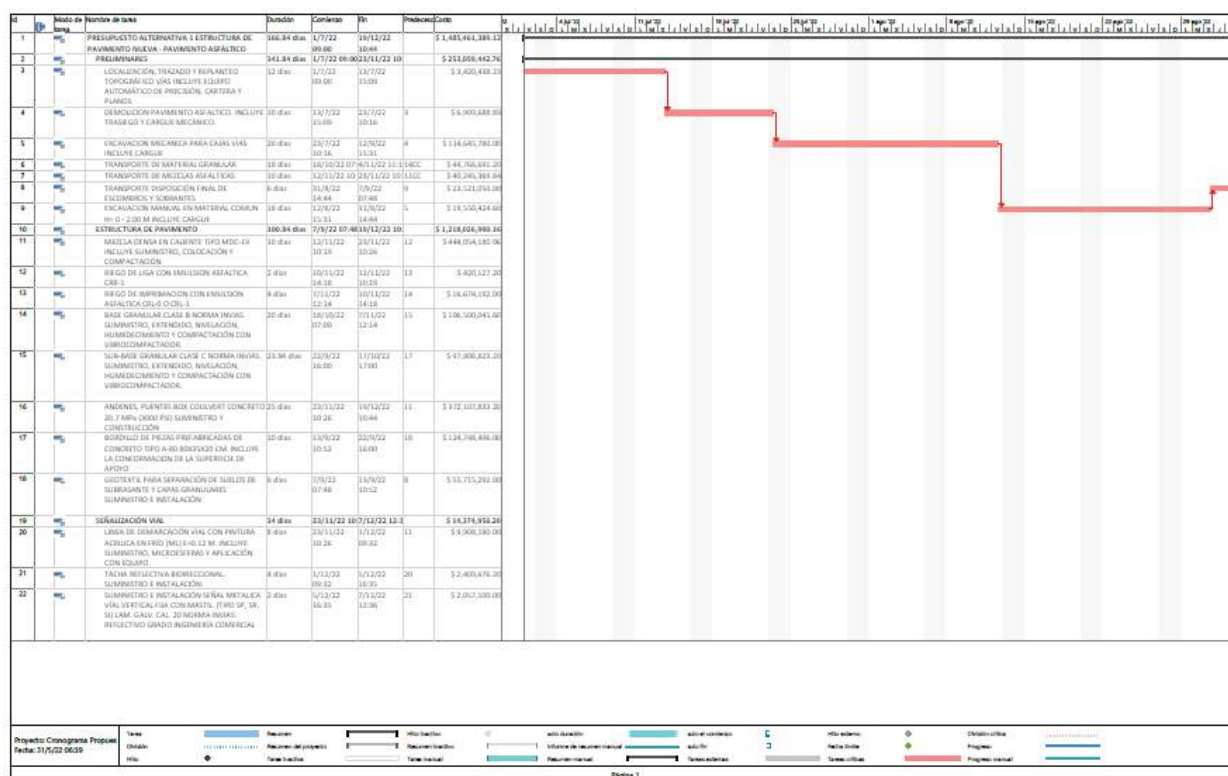
No obstante, dicho presupuesto cuenta con el costo directo e indirecto del proyecto incluyendo el costo del obra e interventoría del mismo.



12. PROGRAMACIÓN

12.1. PROPUESTA 1: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NUEVA

Ilustración 37. Programación de propuesta 1. Fuente: Propia.



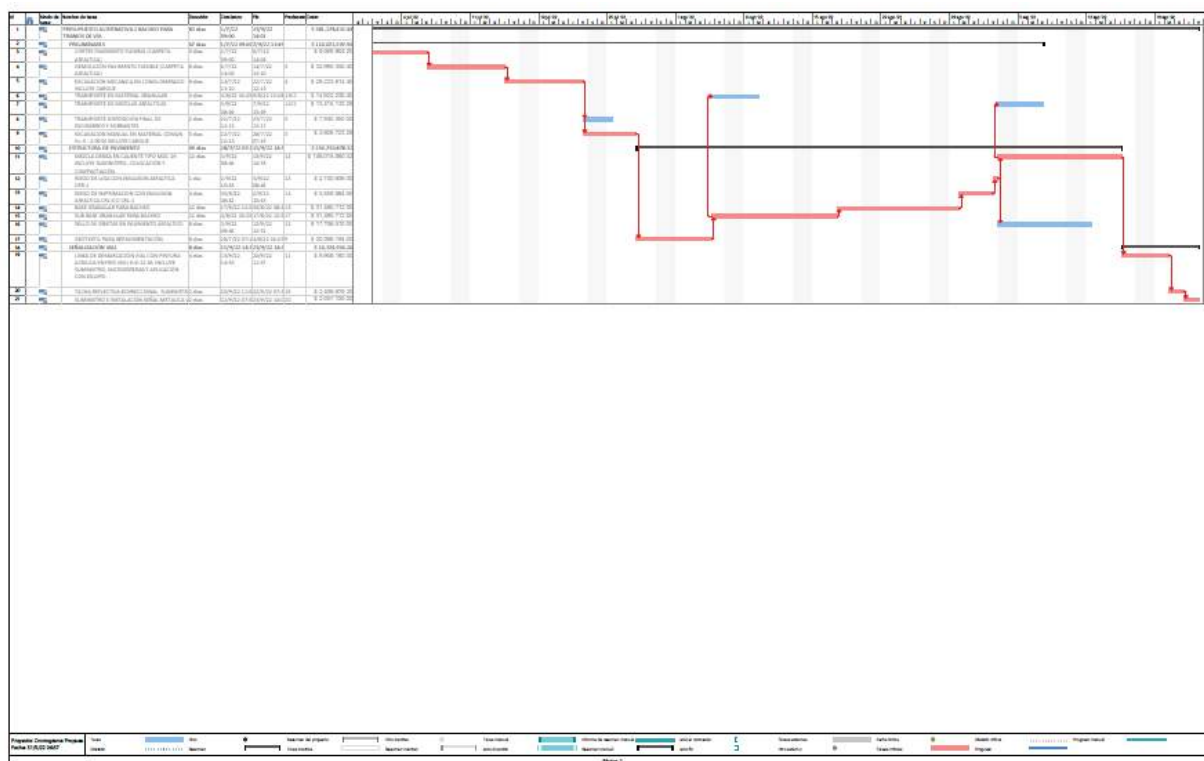
[Cronograma Propuesta 1.mpp](#)

[Cronograma Propuesta 1.pdf](#)



12.2. PROPUESTA 2: BACHEO PARA TRAMOS DE VÍA

Ilustración 38. Programación de propuesta 2. Fuente: Propia.



[Cronograma Propuesta 2.mpp](#)

[Cronograma Propuesta 2.pdf](#)



13. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo realizar el siguiente análisis:

- A pesar de los diversos síntomas encontrados y la severidad de estos, se pudo constatar y comprobar que el soporte de la estructura de pavimento como el CBR de la subrasante actual cuenta con una calidad adecuada para poder servir como parte de la estructura de pavimento, ya sea para obra nueva o rehabilitación y mantenimiento de la misma.
- El mal drenaje y la poca capacidad de evacuar aguas de escorrentía de la estructura de pavimento hizo que acelerara el deterioro de la estructura de capa de rodadura e hiciera erosión hacia las capas granulares, ya que este es el resultado de la acción del agua provocando que la vía mostrará diversas patologías disminuyendo su vida útil.
- El crecimiento urbano hacia las zonas veredales hizo que se aumentara el tránsito vehicular de la proyección realizada cuando se hizo la construcción de la vía, haciendo que la estructura de pavimento existente presentara síntomas y lesiones a un tiempo menor al que se había estimado en su respectivo diseño de pavimento inicial.



14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el presente estudio se pudo concluir lo siguiente:

- De acuerdo a la identificación de patologías, lesiones y síntomas observados, se pudo evidenciar el estado actual y real de la estructura de pavimento de la carrera 14 entre calles 10 y 29 en el municipio de Acacías Meta, mediante los trabajos de auscultamiento y trabajo de campo realizado, en donde se realizó la clasificación de las distintas lesiones encontradas y especificar el daño de cada una de ellas.
- Teniendo en cuenta el análisis de los daños evidenciados, se pudo realizar un diagnóstico acorde y funcional a la necesidad de la vía ya que se realizó los ensayos de laboratorio pertinentes y adecuados, verificando el estado de la estructura de pavimento y su estructura de soporte y clasificando el estado de las lesiones y su grado de avance de las mismas.
- De acuerdo a la evaluación realizada de los resultados obtenidos se presenta dos (2) alternativas de reparación y rehabilitación que generaría una solución adecuada y funcional para la estructura de la vía, haciendo que se pueda escoger teniendo en cuenta el factor económico y el alcance las alternativas.



- Se recomienda realizar la intervención lo más pronto posible, ya que de acuerdo al estudio realizado dicha estructura de vía, está afectando en todos los factores posibles a los residentes y transeúntes del paciente en mención.
- Se tiene en cuenta que el municipio de Acacías debe tener un plan de inversiones para el mantenimiento y rehabilitación de vías, no obstante, se recomienda la intervención en la totalidad del tramo más afectado teniendo en cuenta los recursos con los que cuenta en el momento el municipio.
- Se recomienda que todo mantenimiento y/o rehabilitación y/o construcción que se realice para la intervención de la estructura de vía de la carrera 14, se genere un plan de mantenimiento periódico y correctivo que permite mantener la estructura de vía para la cual fue diseñada y construida.



15. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Acacías. (2008). *Sede electrónica de Alcaldía de Acacías*. Obtenido de <https://www.acacias.gov.co/>

Alcaldía de Acacías. (16 de Febrero de 2017). *Alcaldía de Acacías. Historia de Acacías*. Obtenido de <https://www.acacias.gov.co/publicaciones/145/historia--de-acacias/>

Cedar Lake Ventures, Inc. (2018). *Weather Spark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/24256/Clima-promedio-en-Acac%C3%ADas-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

IDEAM y SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. (2016). *MEMORIA EXPLICATIVA DE LA ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD Y*. Bogotá D.C.

INVIAS. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. Bogotá: Convenio Interadministrativo 587-03.

INVIAS. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos*. Bogotá: Convenio Interadministrativo 587-03.

INVIAS. (2007). *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito*. Bogotá.: Ministerio de Transporte.

INVIAS. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito*. Bogotá: INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO.



INVIAS. (2013). *Especificaciones Generales de Construcción de carreteras*. Bogotá: Consorcio Normas 2012.

INVIAS. (2013). *Normas de Ensayo de materiales para carreteras*. Bogotá: Consorcio Normas 2012.

INVIAS. (2015). *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito*. Bogotá: Universidad del Cauca.

INVIAS. (2016). *Manual de Mantenimiento de Carreteras V1/V2*. Bogotá.: Consorcio Manual Vial.

Laboratorio NHSQ SAS. (2022). *Estudio geotécnico de la subrasante Carrera 14 entre calles 10 y 29. Acacías*.

Lizcano, H. A. (2015). *Pavimentos, materiales, construcción y diseño*. Bogotá D.C: ECOE EDICIONES.

Martínez, A. G. (11 de Noviembre de 2018). *Toda Colombia. La Cara amable de Colombia*.
Obtenido de <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/meta/index.html>

Parra, A. J. (2001). *Mapa Geológico del Departamento del Meta*. Bogotá.

Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. (2017). *Geomorfología de Acacías*. Bogotá. D.C.



16. ANEXOS

- ANEXO 1: FICHAS
- ANEXO 2: PERMISOS
- ANEXO 3: ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO
- ANEXO 4: AFORO VEHICULAR
- ANEXO 5: ENCUESTAS REALIZADAS
- ANEXO 6: PRESUPUESTOS
- ANEXO 7: CRONOGRAMAS



ANEXO 1: FICHAS



ANEXO 2: PERMISOS



ANEXO 3 ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO



ANEXO 4: AFORO VEHICULAR



ANEXO 5: ENCUESTAS REALIZADAS



ANEXO 6: PRESUPUESTOS



ANEXO 7: CRONOGRAMAS