

**PROYECTO DE APLICACIÓN A LA INGENIERÍA
PATOLOGÍA DEL PAVIMENTO DE LA CALLE 35 / AV. CATAMA HASTA EL
PUNTO DE INTERSECCIÓN DE LA CARRERA 32 CON CALLE 38 DEL
MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META**



Por:
Gustavo Adolfo Arias Díaz



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VILLAVICENCIO
2019**

**PROYECTO DE APLICACIÓN A LA INGENIERÍA
PATOLOGÍA DEL PAVIMENTO DE LA CALLE 35 / AV. CATAMA HASTA EL
PUNTO DE INTERSECCIÓN DE LA CARRERA 32 CON CALLE 38 DEL
MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META**



Por:
Gustavo Adolfo Arias Díaz

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de
ingeniero civil

Aprobado por:
Jessica María Ramírez Cuello, I.C., M.Sc.
Directora

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VILLAVICENCIO
2019**

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Fray José Gabriel Mesa Angulo, O.P.
Rector General

Fray Eduardo González Gil, O.P.
Vicerrector Académico General

Fray José Arturo Restrepo Restrepo, O.P.
Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo García Jara, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. Julieth Andrea Sierra Tobón
Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. Jhon Jairo Gil Peláez, Ph. D.
Decano Facultad de Ingeniería Civil

**Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección
de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta**

Nota de aceptación

Ing. Jhon Jairo Gil Peláez, Ph. D
Decano Facultad Ingeniería Civil

Ing. Jessica María Ramírez Cuello M.Sc
Director Trabajo de Grado

Ing. Juan Manuel Salgado Díaz M.Sc
Jurado

Villavicencio, Meta. 27 de Julio de 2019

DEDICATORIA

Le dedico el presente proyecto de grado a Dios, a mis padres y hermanos, quienes han sido el pilar en que me apoyo siempre, la fuente de inspiración y ganas para seguir adelante, haciendo de mí un mejor ser humano; Conseguir este logro es una de las metas más importantes de mi vida y por ello a mis padres mi total agradecimiento por su apoyo incondicional.

Gustavo Adolfo Arias Díaz

AGRADECIMIENTOS

En primera medida agradecer a Dios ser supremo y fuente de fe y esperanza en el desarrollo de la carrera de ingeniería.

A mis padres por su apoyo infinito e incondicional fuente de amor y perseverancia.

A la Universidad Santo Tomas y cuerpo administrativo por ofrecernos y acogernos en sus espacios académicos.

A mi directora de tesis por sus enseñanzas dadas y experiencias compartidas para la ejecución del proyecto de grado y áreas enseñadas siendo fuente de aprendizaje y responsabilidad.

Al cuerpo de docentes que en todo momento fueron fundamentales en la formación académica como profesionales de ingeniería civil.

Sin duda alguna ha sido un viaje esplendoroso lleno de alegrías, retos y tristezas un viaje que termina su primera etapa pero continúa en el desarrollo de nuestras vidas como profesionales; a todos muchas gracias y muchas bendiciones.

RESUMEN

La caracterización de la patología de los pavimentos se realizó en la comuna tres del municipio de Villavicencio-Meta, en la zona comprendida desde la calle 35/Av Catama (Hotel rosado) hasta la carrera 32 con calle 38 (Banco de la República) durante el periodo de tiempo comprendido entre el mes de abril hasta el mes de diciembre del año 2018; el propósito del trabajo de campo consistió en la caracterización y clasificación de los tipos de pavimentos existentes la zona de estudio así mismo permitió determinar los daños y fallas que se presentan en la carpeta de rodadura existente, los cuales han sido parte de los principales causales de accidentalidad y ralentización del tráfico en este sector de la ciudad, estableciendo así la solución a implementar para el mejoramiento del tramo vial.

Para ello fue necesario identificar y clasificar los tipos de pavimentos existentes en el tramo vial, luego se registró y evaluó las fallas encontradas, posteriormente se procedió a categorizar las patologías halladas, una vez caracterizado estos daños de acuerdo a los manuales de inspección visual del pavimento de Invias, se plantea realizar un reporte detallado de las patologías encontradas y definir el mejoramiento para las zonas de estudio que resulten afectadas para así lograr satisfacer las necesidades de transito del sector.

Palabras Clave: Pavimento, patología, fallas, mejoramiento.

ABSTRAC

The characterization of the pavement pathology was carried out in the third commune of the municipality of Villavicencio-Meta, in the zone from 35/Av Catama Street (Hotel Rosado) to 32nd and 38th Street (Banco de la República) during the period of time from April to December 2018; the purpose of the fieldwork was to characterize and classify existing pavement types in the study area and to determine damage and faults to the existing road folder, which have been part of the main causes of accidents and traffic slowdown in this sector of the city, thus establishing the solution to be implemented for the improvement of the road section. Which have been parts of the main causes of accidents and traffic slowdown in this sector of the city, thus establishing the solution to be implemented for the improvement of the road section.

To this end, it was necessary to identify and classify the types of pavements existing in the road section, then the faults found were recorded and evaluated, and then the pathologies found were categorized, Once these damages have been characterized according to the visual inspection manuals of Invias' pavement, a detailed report of the pathologies found and the improvement for the study areas that are affected is proposed in order to satisfy the traffic needs of the sector.

Keywords: pavement, pathology, damage and improvement.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	12
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
3.	JUSTIFICACIÓN	14
4.	OBJETIVOS	15
4.1.	OBJETIVO GENERAL.....	15
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
5.	ALCANCE	16
6.	MARCO DE REFERENCIA	17
6.1.	MARCO TEORICO.....	17
6.2.	MARCO CONCEPTUAL.....	29
6.3.	MARCO NORMATIVO	32
6.4.	MARCO GEOGRÁFICO.....	33
7.	EQUIPO DE INVESTIGACIÓN Y TRAYECTORIA.....	34
7.1.	TALENTO HUMANO	34
8.	METODOLOGÍA.....	35
8.1.	DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y TAREAS.....	35
8.2.	POBLACIÓN, MUESTRAS, VARIABLES E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
8.3.	RECURSOS INSTITUCIONALES	36
9.	FASE 1 ESTADO DEL ARTE.....	37
10.	FASE 2 DIAGNOSTICO DEL PAVIMENTO	38
10.1.	DELIMITACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA DE ESTUDIO:	38
10.2.	INVENTARIOS Y DESCRIPCION DE DAÑOS ENCONTRADOS:	41
10.3.	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DAÑOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	58
11.	FASE 3. REVISION DE VARIABLES DE DISEÑOS:	59
11.1.	BASE, SUBBASE Y SUBRASANTE	59
11.2.	PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO	60
12.	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS	62
12.1.	ANÁLISIS DE DATOS Y RESUMEN ESPECÍFICO DE DAÑOS ENCONTRADOS.	62
12.2.	TECNICAS DE REHABILITACION Y MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR EN LA CALLE 35/ AV CATAMA HASTA EL PUNTO DE INTERSECCION DE LA CARRERA 32 CON CALLE 38 DEL MUNICIPIO DE VILLAVCENCIO.	67
13.	RESULTADOS E IMPACTOS	69
14.	CONCLUSIONES.....	71
	BIBLIOGRAFÍA	72
	ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos para determinar características físicas y químicas	19
Tabla 2. Tipificación de la Severidad de las fisuras	23
Tabla 3 Tipificación y severidad de daños	26
Tabla 4 Marco Normativo.....	32
Tabla 5 Clasificación USCS Del Suelo	60
Tabla 6. Afectación GT	62
Tabla 7. Afectación GL	62
Tabla 8. Afectación GE	62
Tabla 9. Afectación GB	62
Tabla 10. Afectación PCHC	63
Tabla 11. Afectación BCH.....	63
Tabla 12. Afectación CD	63
Tabla 13. Afectación FD	63
Tabla 14. Afectación DSL	63
Tabla 15. Afectación DST	63
Tabla 16. Afectación EJ	64
Tabla 17. Afectación DP	64
Tabla 18. Afectación PU	64
Tabla 19. Afectación DI.....	64
Tabla 20. Afectación SJ	64
Tabla 21. Afectación HU	64
Tabla 22. Afectación GA	65
Tabla 23. Afectación DE	65
Tabla 24. Afectación LE.....	65
Tabla 25. Afectación AHU.....	65
Tabla 26. Afectación BO	65
Tabla 27. Afectación GRT	65
Tabla 28. Afectación PA	66
Tabla 29. Afectación DSU.....	66
Tabla 30. Afectación PC	66
Tabla 31. Afectación PCHA	66
Tabla 32. Afectación BT.....	66
Tabla 33. Impactos del proyecto	70

LISTA DE GRAFICOS

Grafica 1. Modelo metodológico	35
Grafica 2. Afectación de Bloques.....	69

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Demarcación del tramo vial Calle 35	33
Ilustración 2 Losa de concreto simple calle 35	38
Ilustración 3 Intersección vial Calle 35-Cra 27 Black Topping	39
Ilustración 4 Av Alfonso López. Black Topping	39
Ilustración 5 Tramo vial: Av Alfonso López hasta la Cra 32	40
Ilustración 6 Tramo vial Calle 35- Calle 37. Concreto estampado	40
Ilustración 7 Tramo vial Calle 37- Calle 38. Concreto estampado	41
Ilustración 8 Grieta Transversal	41
Ilustración 9 Grieta Longitudinal.....	42
Ilustración 10 Grieta Esquina	43
Ilustración 11 Grieta en Bloque.....	44
Ilustración 12 Parche longitudinal	45
Ilustración 13 Bache	46
Ilustración 14 Cabezas Duras	47
Ilustración 15. Fisuración por Durabilidad	48
Ilustración 16 Daño de sellos	49
Ilustración 17 Escalonamiento de juntas.....	50
Ilustración 18 Desportillamiento	51
Ilustración 19. Pulimiento	52
Ilustración 20. Desintegración.....	53
Ilustración 21. Separación de la junta	54
Ilustración 22. Hundimiento	55
Ilustración 23. Grieta en pozo de inspección	56
Ilustración 24 Descascaramiento	57
Ilustración 25. Levantamiento localizado	58

1. INTRODUCCIÓN

El estado de los pavimentos en el país se ha convertido en uno de los principales aspectos a mejorar en el sector de infraestructura vial en los planes de desarrollo en Colombia, debido a las condiciones no óptimas en las que se encuentran algunas de las vías urbanas.

De 120 países, Colombia ocupa el puesto 97 en la relación kilometro-habitante y la densidad de carreteras pavimentadas es de 0.013km/km², siendo una de las menores de América; en calidad de infraestructura vial, de 133 países, Colombia ocupa el puesto 101, siendo inferior a Chile (37), México (57), Brasil (67), Uruguay (75), Argentina (89) y Ecuador (99) [1].

La metodología para diagnosticar las patologías del pavimento en el tramo vial de la calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 se iniciará a partir del previo análisis de los tipos de pavimentos que se encuentren en el sector, este paso importante nos permitirá a su vez examinar y categorizar las diferentes fallas que se presentan según el tipo de pavimento a estudiar.

Posteriormente se registrarán y calificarán los daños encontrados en el sector conforme lo establecido por el manual de revisión de pavimentos del INVIAS, lo cual permitirá establecer el porcentaje de área que está siendo afectada y que se puede llegar a mejorar.

Seguido a esto, se establecerán las opciones de mejoramiento que se tendrán en cuenta para efectuar las recomendaciones de rehabilitación en losas y carpetas asfálticas de la zona de estudio o la elaboración de la propuesta de mejoramiento del pavimento para el tramo vial de la calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el tramo vial en la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 se encuentra conformado por pavimento rígido, a lo largo del tramo se sectorizan debido a la implementación de prácticas de mejoramiento como lo es la técnica Black topping y concreto estampado.

Este tramo vial se encuentra comprendido por una longitud de 1.3 km, los cuales están diseñados en losas de concreto simple y se encuentra dividido en tres sectores, sector 1. Se encuentra localizado desde el punto de intersección de la Av Catama con calle 35 hasta el punto de intersección de la calle 35 con Av Alfonso López, posteriormente el sector 2. Se encuentra conformado por 2 carriles desde la Av. Alfonso López hasta el punto de intersección de la calle 35 con carrera32, y un sector final comprendido hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del tramo a diagnosticar.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según la caracterización de movilidad contemplada en el plan de movilidad del municipio de Villavicencio, los pavimentos rígidos de las vías actualmente se encuentran en un 88% de estado regular, así mismo los pavimentos asfálticos de la red vial del municipio se encuentran en un 39% en estado regular.

De acuerdo a un recorrido previo realizado en la zona de estudio, el deterioro del pavimento de la vía desde el punto de intersección 1: Calle 35 / Av. del Llano hasta el punto de intersección 2: Carrera 32 con calle 38, permite evidenciar actualmente daños como grietas, deterioro superficial y daños de juntas, siendo esto una de las causas principales de la accidentalidad y ralentización del tráfico produciendo efectos directos en el pavimento como la creación de nuevas fallas en las diferentes zonas del sector de la vía.

Se hace necesario realizar el diagnóstico de las patologías del pavimento del sector a analizar, para lograr determinar que estructuras de pavimentos son las recomendables para satisfacer las necesidades actuales de transito de uno de los sectores viales más importantes de la ciudad.

Para esto se plantea la siguiente pregunta problemica:

¿Qué alternativa de mejoramiento es la recomendada para realizar en el tramo de la vía calle 35 / AV Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 que cumpla con las necesidades de transito del municipio en el sector?

3. JUSTIFICACIÓN

El diagnóstico de la patología del pavimento, específicamente de esta vía se debe a su ubicación geográfica dentro del Municipio, siendo esta una vía arterial principal por la cual transita a diario vehículos de carga, de servicio público y particulares, es una vía principal dentro del municipio, motivo por el cual las soluciones previstas deben ser de carácter funcional, es decir; que el pavimento de la calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 debe ser estructural y geométricamente apto para soportar cargas repetitivas de los diferentes vehículos de carga, vehículos livianos, buses metropolitanos, entre otros los cuales pueden realizar un efecto de daño en el pavimento.

De acuerdo a un recorrido efectuado previamente a la selección de la zona de inspección, el tramo vial que inicia en el punto de intersección 1: calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección 2: carrera 32 con calle 38, comunica el sector urbano localizado en el sur del municipio con la zona central, caracterizada por ser un sector comercial de Villavicencio, esta presenta daños considerables en el recorrido de este tramo vial, lo cual causa problemas de ralentización del tránsito en el sector así mismo causa accidentes diarios debido a su mal estado principalmente en horas pico comprendidas entre las 06:00 am – 09:00 am; 11:45 am – 02:00 pm; 05:30 pm – 06:30 pm; debido a ser un sector comercial, institucional y urbano.

Es necesario para el municipio ejecutar el diagnostico de los tipos de pavimentos encontrados en el sector y así mismo ejecutar obras de infraestructura siendo fundamentada en este estudio previo, lo cual podra permitir a la comunidad mayor seguridad vial, una mejor accesibilidad, mejores servicios de transito, conectividad con la zona comercial de la ciudad y un optimo estado de la vía.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la patología de los pavimentos encontrados en el tramo vial de la calle 35 / AV Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio, estableciendo así la solución a implementar para su mejoramiento.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de pavimentos en el tramo vial de la calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38.
- Evaluar las fallas que se presentan en el tramo vial de la calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38.
- Categorizar los daños encontrados en el tramo vial de acuerdo al manual de inspección visual de pavimentos de Invias.
- Establecer opciones de mejoramiento y adecuación para este tramo vial.

5. ALCANCE

El diagnóstico de la patología en los tipos de pavimentos del sector a estudiar tiene un alcance descriptivo debido a que se tiene como propósito analizar el tramo vial el cual permitirá describir la situación actual de este; seguidamente se enlazará con un alcance explicativo el en cual se estima determinar la severidad de daños actuales, los cuales permitirán generar una razón previa del porque se están viendo estas afectaciones en los tipos de pavimentos en el sector a estudiar.

Se pretende realizar un diagnóstico de las patologías del pavimento en la calle 35 / AV Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38, el cual permita, clasificar los tipos de pavimentos en los cuales por medio de la revisión para pavimentos se determinaran los daños y tipos de fallas que se encuentran actualmente en el tramo vial, seguidamente se busca registrar estos daños para calificar la severidad de estos mismos y así lograr definir una estructura recomendada para el mejoramiento de la vía y deberá satisfacer las necesidades inmediatas y futuras de tránsito en el sector.

Para lograr definir la estructura recomendada para el mejoramiento es necesario efectuar una revisión con pautas establecidas por el manual de revisión de pavimentos rígidos del INVIAS las cuales permitirán evaluar y categorizar los daños que se presenten en dicha revisión, esto será parte de una lista de entregables y memorias de campo que permitan justificar el desarrollo de estos aforos, los cuales se irán realizando bajo la supervisión de un director de grado.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. MARCO TEORICO

6.1.1. Componente de la infraestructura vial.

6.1.1.1 Drenaje:

Aquel que se encuentra previsto para eliminar la humedad del pavimento y de los cuales se resaltan los drenajes superficiales y drenajes de aguas subterráneas.

6.1.1.2 Pavimentos:

Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. [2]

Características principales del pavimento:

- Resistentes a las cargas que se le van a imponer
- Resistente a la intemperie
- Texturas acordes a la velocidad de circulación de los vehículos
- Seguridad vial
- Reunir las condiciones adecuadas de drenaje
- Debe poseer el color adecuado

6.1.2. Clasificación de los pavimentos

En Colombia los pavimentos se clasifican en:

6.1.2.1. Pavimentos Flexibles:

Se forman por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas rígidas, la base y la sub base. [2]

6.1.2.2. Pavimentos semi-rígidos:

Están compuestos por la misma estructura del pavimento flexible, adicionándole que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo (Asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos). [2]

6.1.2.3. Pavimentos Rígidos:

Se encuentran constituidos por una losa de concreto hidráulicos, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. [2]

6.1.2.4. Pavimentos articulados:

Están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines de espesor uniforme e iguales entre sí. [2]

6.1.3. Factores a considerar en el diseño

6.1.3.1. Transito:

Es un factor de mucha importancia ya que permitirá dimensionar el tipo de pavimento de acuerdo a las cargas estimadas en el estudio y esto determinará las estructuras a desarrollar para la carretera.

6.1.3.2. Subrasante:

De la calidad de esta capa depende el espesor que debe tener el pavimento, como parámetros de evaluación se emplea la capacidad de resistencia a la deformación por cortante bajo las cargas de tránsito; es necesario conocer la sensibilidad del suelo a la humedad. [2]

Clima:

Los principales factores climáticos que afectan un pavimento son las lluvias y los cambios constantes de temperatura; La lluvia influye en la resistencia, compresibilidad y cambios volumétricos; los cambios de temperatura ocasionan en las losas rígidas esfuerzos elevados y en los pavimentos flexibles ocasionan la modificación sustancial del módulo de elasticidad de las capas asfálticas.

6.1.4. Materiales para la construcción y mejoramientos de pavimentos

6.1.4.1. Tecnología del hormigón simple:

Es una mezcla dosificada de agregados finos, gruesos, cemento y agua

- Pasta
- Mortero
- Hormigón
- Hormigón ciclópeo
- Hormigón armado

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

Tabla 1. Ensayos para determinar características físicas y químicas

Material	Ensayo
En el cemento puro	Peso específico Finura
En la pasta	Consistencia normal Tiempo de fraguado Expansión
En el mortero	Resistencia a la compresión Resistencia a la tensión

Fuente: Instituto nacional de vías, 2002.

6.1.4.2. Materiales asfálticos:

Son producidos por la destilación de petróleo y se efectúa de forma natural o industrial.

6.1.4.3. Tipos de ligantes asfálticos:

- Cementos asfálticos:

Es un ligante denso que a la temperatura ambiente es semisólido, usualmente pegajoso y de color variable. [3]

Grados de consistencia comerciales del (CA):

CA 40-50 cemento asfáltico con penetración entre 40 y 50 mm

CA 60-70 cemento asfáltico con penetración entre 60 y 70 mm

CA 85-100 cemento asfáltico con penetración entre 85 y 100 mm

CA 120-150 cemento asfáltico con penetración entre 120 y 150 mm

CA 200-300 cemento asfáltico con penetración entre 200 y 300 mm

- Asfaltos líquidos:

Los asfaltos líquidos se producen diluyendo cemento asfáltico en algún solvente del petróleo los cuales se dividen en tres tipos:

Asfaltos rebajados de curado lento (SC): Solvente aceite pesado de baja volatilidad.

Asfaltos rebajados de curado medio (MC): Solvente típico es el kerosene.

Asfaltos rebajados de curado rápido (RC): Solvente es un líquido volátil.

- Emulsiones asfálticas:

Se le llama emulsión a la dispersión de un sólido o líquido (fase dispersa) en forma de glóbulos minúsculos, en un líquido no miscible con el elemento disperso (fase

continua); cuando estas dos fases permanecen en equilibrio se dice que la emulsión es estable. [2]

El rompimiento de la emulsión asfáltica se divide en 6 tipos:

- ARR: Emulsión anionica de rompimiento rápido
- ARM: Emulsión anionica de rompimiento medio
- ARL: Emulsión anionica de rompimiento lento
- CRR: Emulsión catiónica de rompimiento rápido
- CRM: Emulsión catiónica de rompimiento medio
- CRL: Emulsión catiónica de rompimiento lento

6.1.4.4. Mezclas Asfálticas:

Son la combinación de agregados pétreos y un ligante asfáltico, normalmente elaboradas en planta, pero en algunos casos se producen in situ.

Tipos de mezclas:

- Mezclas en frío
- Mezclas abiertas en caliente
- Mezclas densas en frío
- Mezcla densa en caliente
- Arena-asfalto
- Lechadas
- Mezclas asfálticas drenantes

Propiedades de las mezclas:

- Resistencia bajo carga a tracción
- Resistencia a deformaciones permanentes
- Resistencia a fatiga
- Impermeabilidad
- Resistencia al envejecimiento
- Durabilidad
- Trabajabilidad
- Economía

6.1.5. Variables de diseño de pavimentos flexibles

- Subrasante:

Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento. [4]

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

- Tránsito (W18):

Se caracteriza de acuerdo al número de ejes equivalentes a 8,2 ton que transitan por un carril y estipulado dentro de un periodo de diseño.

$$N = TPD \frac{K1}{100} * \frac{K2}{100} * 365 * \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)} * FC$$

Ecuación 1. Estimación de tránsito

Fuente: Ingeniería de pavimentos

- Propiedades mecánicas de los materiales:

Estas propiedades describen el comportamiento de un material sólido al aplicarle diversas fuerzas. Los parámetros de caracterización de los materiales son los módulos resilientes, son coeficientes estructurales para mezcla de concreto asfáltico y coeficientes estructurales para subbase granular no tratadas ya establecidos. [4]

- Índice de serviciabilidad (Δ psi):

Esta variable tiene en cuenta el estado inicial y final del pavimento que se diseñará y construirá, este estado de serviciabilidad se evalúa de forma cuantitativa.

- Condiciones ambientales y drenaje (m):

Los coeficientes se deben seleccionar de acuerdo a las características del material, calidad de drenaje y porcentaje de tiempo en el que el pavimento estará expuesto a niveles de humedad próxima a saturación. [4]

- Confiabilidad (R):

Esta dado como un factor de seguridad del diseño.

6.1.6. Evaluación de pavimentos.

- Inventario de daños:

Durante esta etapa es aconsejable indicar el tipo, el tamaño y la severidad de estos de acuerdo a los manuales de inspección visual definidos por el Invia, según el ingeniero Hugo Alexander Rondón los daños en los pavimentos flexibles se pueden clasificar en fisuras, deformaciones, pérdidas de capas de la estructura, daños superficiales y otros.

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

- Patología de las estructuras de pavimento en servicio:

El diagnostico de un daño en los pavimentos, antes de cualquier tipo de intervención se debe regir en el análisis de algunos estudios que a continuación se relacionaran.

- Información existente:

Según el libro de Ingeniería de Pavimentos del Ingeniero Alfonso Montejo Fonseca, Se debe efectuar la recopilación de la información que sea útil para el proyecto y en especial para el diagnóstico sobre el estado de la estructura del pavimento.

Información Deseada:

- Geología
- Topografía
- Suelos y fuentes de materiales
- Espesores y calidad de cada una de las capas del pavimento existente
- Drenaje y subdrenaje
- Transito
- Ambientales
- Diseño de mezclas
- Diseño de pavimentos y refuerzos colocados

Examen superficial del pavimento:

Consiste en la definición del estado superficial de la carretera y su entorno, comprendiendo todo tipo de obras o elementos auxiliares relacionados con el pavimento, que de manera directa o indirecta puedan afectar la comodidad y seguridad del usuario. [3]

Para realizar este examen superficial es necesario determinar y establecer una metodología de trabajo que permita justificar la inspección a desarrollar dentro de los cuales se establezcan (inventarios de daños, gravedad, tramos afectados).

Clasificación y cuantificación de los deterioros del pavimento:

El inventario de los daños, generalmente es necesario para evaluar la condición global de un pavimento, esta información adquirida es la que determina la localización y extensión de las investigaciones posteriores. [3]

Existen varios tipos de degradaciones y fallas en los pavimentos los cuales se representan en varios niveles de gravedad, para cada tipo de deterioro es indispensable que se identifiquen considerando 3 factores:

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

Tipo:

Las degradaciones se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que las originan, estas como primer paso pueden clasificarse por su probable causa primaria, la cual puede desprenderse de las acciones del tránsito, por diversos factores climáticos o desarrollo de procesos constructivos.

Otra manera de clasificar las fallas, es de acuerdo con la relación que aquellas tengan con el comportamiento estructural del pavimento. Bajo esta perspectiva se distinguen como Fallas Estructurales y Fallas Funcionales. [3]

Gravedad:

Representa el grado crítico del deterioro en término de su progresión, entre más severo sea el daño, mas importante deberán ser las medidas para su corrección.

Extensión:

Se refiere al área o longitud del tramo evaluado, que es afectada por un determinado tipo de deterioro, la extensión de algunos daños se define por el número de veces en que se presenta. [3]

Fisuras:

Las fisuras se puede observar longitudinales y transversales; Las fisuras longitudinales se presentan debido al paso continuo de vehículos los cuales hacen que la carpeta asfáltica del pavimento se flexione; las repeticiones del paso de los vehículos produciendo cargas hacen que la mezcla asfáltica pierda rigidez y origina las deformaciones plásticas a tracción. [4]

Las fisuras transversales se presentan debido a los agrietamientos por baja temperatura y fatiga térmica o por envejecimiento de la mezcla asfáltica. [4]

La severidad de estos daños se tipifica de la siguiente forma:

Tabla 2. Tipificación de la Severidad de las fisuras

Bajo	Longitud afectada del tramo en un 20%, abertura < 1mm
Regular	Longitud afectada del tramo entre 20% y 100%, abertura entre 1mm y 3mm
Alto	Longitud afectada del tramo mayor al 100%, abertura > 3mm

Fuente: Pavimentos, materiales, construcción y diseño

Tipos de fisuras:

- Fisura longitudinal
- Fisura transversal
- Fisura en bloque
- Fisura longitudinal en junta de construcción

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

- Fisura transversal en junta de construcción
- Fisura por reflexión de juntas en placas de concreto
- Fisura en media luna
- Fisura de borde
- Fisura por deslizamiento
- Tipos de agrietamiento:
- Agrietamiento tipo malla eslabonada
- Piel de cocodrilo

Tipos de deformaciones:

- Ahuellamiento
- Hundimiento
- Ondulación

Perdidas de las capas de la estructura:

- Descascaramiento
- Bache
- Parches

Daños superficiales:

- Desgaste superficial
- Perdida de agregado pétreo
- Surcos
- Pulimiento del agregado pétreo
- Cabezas duras
- Exudación

Tipos de daños en pavimentos rígidos:

Los daños presentados en los pavimentos rígidos son las grietas, deterioro de las juntas, deterioro superficial y otros.

Grietas:

Las grietas de ancho menor a 3mm son definidas como fisuras y existen diversos tipos como:

- Grietas de esquina
- Grietas longitudinales
- Grietas transversales

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

- Grietas en los extremos de los pasadores
- Grietas en bloque o fracturación múltiple
- Grietas en pozos y sumideros

Daños en juntas:

Se pueden apreciar en caños como la separación de juntas longitudinales y deterioros del sello.

Deterioros superficiales:

Son desprendimientos que se presentan en la capa superficial del pavimento rígido, y se tipifican como:

- Desportillamiento de juntas
- Descascaramiento
- Desintegración
- Baches
- Pulimiento
- Escalonamiento de juntas longitudinales y transversales
- Levantamiento localizado
- Parches
- Hundimientos o asentamientos

Otros tipos de deterioros:

Según el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos existen otros tipos de deterioros los cuales se tipifican de la siguiente forma:

- Fisuración por retracción o tipo malla
- Fisuras ligeras de aparición temprana
- Fisuración por durabilidad
- Bombeo sobre las juntas
- Ondulaciones
- Descenso de la berma
- Separación entre la berma y el pavimento
- Grietas de reflexión

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

Tabla 3 Tipificación y severidad de daños

Nº	TIPO DE DAÑO (UNIDAD DE MEDIDA)	SÍMBOLO	SEVERIDAD		
			BAJA (B)	MEDIA (M)	ALTA (A)
GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS					
1	Grietas longitudinales (m)	GL	a < 3mm	3 - 10mm	> 10 mm
2	Grietas transversales (m)	GT	a < 3mm	3 - 10mm	> 10 mm
3	Grietas de esquina (m)	GE	a < 3mm	3 - 10mm	> 10 mm
4	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a < 3mm	3 - 10mm	> 10 mm
5	Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB	Siempre altas		
6	Grietas en pozos y sumideros (m2)	GA	< 3mm	3 - 10mm	> 10 mm
JUNTAS					
7	Separación de juntas (m)	SJ	< 3mm	3 - 25mm	> 25mm
8	Deficiencias de sellados (m)	DST, DSL	L < 0.5m	0.5 - 2m	> 2m
DETERIORO SUPERFICIAL					
9	Desportillamiento (m)	DPT, DPL	a < 5cm	5 - 15cm	> 15cm
10	Descascaramiento (m2)	DE	Sin severidad		
11	Pulimento (m2)	PU	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
12	Desintegración (m2)	DI	Sin severidad		
13	Cabezas duras (m2)	CD	Sin severidad		
14	Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h < 6mm	6 - 13mm	> 13mm
15	Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	h < 5mm	5 - 10mm	> 10mm
16	Parches (m2)	PCHA, PCHC	Bueno	Daños leves y medios, asent <5mm	Daños severos, asent >5mm

Patología del pavimento de la calle 35 / av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio-meta

N°	TIPO DE DAÑO (UNIDAD DE MEDIDA)	SÍMBOLO	SEVERIDAD		
			BAJA (B)	MEDIA (M)	ALTA (A)
18	Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m2)	FR	sin descascarar	Desc <10%	Desc >10%
19	Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	FT	sin descascarar	Algunas zonas descascaradas	Agrietamiento, Descascaramiento
20	Fisuración por durabilidad (m2)	FD	Sin severidad		
21	Bombeo (m)	BOT, BOL	El agua es expulsada sin arrastrar finos	Pequeña cantidad de material bombeado en las juntas	Gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento
22	Ondulaciones (m2)	ON	Genera un rebote leve al vehículo	genera rebote al vehículo	Genera rebote excesivo al vehículo
23	Baches (m2)	BCH			
24	Cortes (m2)	CT	Sin severidad		
25	Hundimiento (m2)	HU			

Fuente: Propia

6.1.7. Evaluación geotécnica de los materiales de la estructura existente

Ensayos in situ:

Apertura de apiques, ensayo y muestreo interesando hasta la subrasante.

Ensayos de densidad “in situ” y porcentajes de humedad en las distintas capas y de humedad a distintas profundidades en el suelo de fundación.

Observación visual del estado de las distintas capas, con verificación y replanteo de los espesores de cada una de ellas.

Ensayos de laboratorio:

- Ensayos de caracterización (Granulometría, límites de Atterberg) de distintas capas.
- Clasificación de los materiales de cada una de las capas (sistema AASHTO y unificado).
- CBR con ensayos de compactación a la densidad y humedad encontradas “in situ”
- Densidad máxima y humedad óptima para ensayos de compactación.
- Recuperación de asfalto de la mezcla bituminosa y determinación de porcentajes relativos de asfalto y agregados pétreos.
- Ensayos sobre el asfalto recuperado de penetración, ductilidad, punto de ablandamiento.

6.1.8. Refuerzos de Concreto Hidráulico sobre Pavimentos Rígidos de calles y carreteras

Según el libro de Ingeniería de Pavimentos del Ingeniero Alfonso Montejo Fonseca, existen tres tipos de refuerzo rígido que permiten aumentar la capacidad estructural del pavimento existente, dependiendo del grado de adherencia entre este y la capa de refuerzo.

Refuerzo independiente: El cual se logra interponiendo entre las dos capas, un material que además de separar, cumpla la función de capa niveladora del pavimento antiguo, el cual suele encontrarse en malas condiciones.

Refuerzo directo o parcialmente adherido: Se obtiene al colocar el concreto del refuerzo sobre el pavimento existente, sin interponer ninguna capa de separación.

Refuerzo totalmente adherido: en este la adhesión entre el refuerzo y la estructura existente debe garantizar que trabajen de manera sólida.

6.2. MARCO CONCEPTUAL

Alcantarilla:

Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar pasó rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino. [5]

Abultamiento:

Ondulación del pavimento, perpendicular al eje de la vía, consistente en crestas y depresiones alternadas. [3]

Auscultación:

Recolección de información sobre la condición estructural y funcional de un pavimento. [3]

Bombeo:

Pendiente transversal en las entre tangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes. [5]

Calzada:

Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.

Capacidad:

Número máximo de vehículos que puede circular, por un punto o tramo uniforme de la vía en los dos sentidos por unidad de tiempo, bajo las condiciones imperantes de vía y de tránsito. [5]

CBR:

La relación de soporte de California, es una medida de la resistencia del esfuerzo cortante a un suelo bajo condiciones de humedad y densidad cuidadosamente controladas. [3]

Derecho de vía:

Faja de terreno destinada a la construcción de la vía y sus futuras ampliaciones.

Escarificación:

Acción de remover materiales de construcción que han sufrido previamente una acción de compactación natural o artificial. [3]

Explanaciones:

Son el conjunto de cortes y terraplenes de una obra vial ejecutados hasta la superficie subrasante de acuerdo al proyecto. [3]

Fresado:

Molienda en frío de la superficie de un pavimento que permite conformarla con rasantes y pendientes transversales deseadas, removiendo ondulaciones, baches y otras imperfecciones hasta dejar la superficie con una textura apropiada y resistente. [3]

Hidroplaneo:

Perdida de contacto con el pavimento de una o más llantas de un vehículo en movimiento, por la presencia de una lámina de agua sobre la superficie. [3]

Hidrófobos:

Se denominan así a los agregados pétreos que tienen alta afinidad por el asfalto y baja afinidad por el agua. [3]

Hidrófilos:

Se denominan así a los agregados pétreos que tienen alta afinidad por el agua y baja con el asfalto. [3]

Intersección:

Dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo to nivel o bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan. [5]

Junta:

Se denomina así al espacio comprendido entre dos losas de concreto hidráulico contiguas. [3]

Nivel de servicio:

Refleja las condiciones operativas del tránsito vehicular en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, los deseos del usuario y la seguridad vial. [5]

Obras de drenaje:

Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado. [5]

Obras de subdrenaje:

Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua del suelo a fin de garantizar la estabilidad de la banca y de los taludes de la carretera. Ello se consigue interceptando los flujos subterráneos, y haciendo descender el nivel freático. [5]

Pendiente relativa de la rampa de peraltes:

Máxima diferencia algebraica entre las pendientes longitudinales de los bordes de la calzada y el eje de la misma.

Pendiente transversal del terreno:

Corresponde a las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido transversal del eje de la vía.

Peralte:

Inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento. También contribuye al escurrimiento del agua lluvia. [5]

Separador:

Zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o mediana) o. para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito (calzadas laterales). [5]

Stiffness:

Es el módulo de elasticidad dinámico a cortos tiempos de aplicación de carga. [3]

Tixotropía:

Es el endurecimiento progresivo por la formación de una estructura dentro del asfalto durante un periodo de tiempo. [3]

Vías nacionales:

Son vías cuya construcción y mantenimiento están a cargo de la nación, que se encuentran del territorio del municipio; cumplen la función de corredores intermunicipales, interregionales e internacionales. [6]

Vías arterias:

Es el conjunto de vías cuyas especificaciones de construcción y operación las habilitan para cumplir la función de conectar núcleos y áreas dentro de la estructura urbana, y a la ciudad con la red vial nacional. [6]

Vías secundarias:

Es el conjunto de vías cuyas especificaciones de construcción y operación las habilitan para cumplir funciones de conectar barrios y comunas de la estructura urbana. [6]

Whitetopping:

Refuerzo de un pavimento bituminoso con losas de concreto hidráulico de espesor superior a 100mm. [3]

6.3. MARCO NORMATIVO

Tabla 4. Marco Normativo

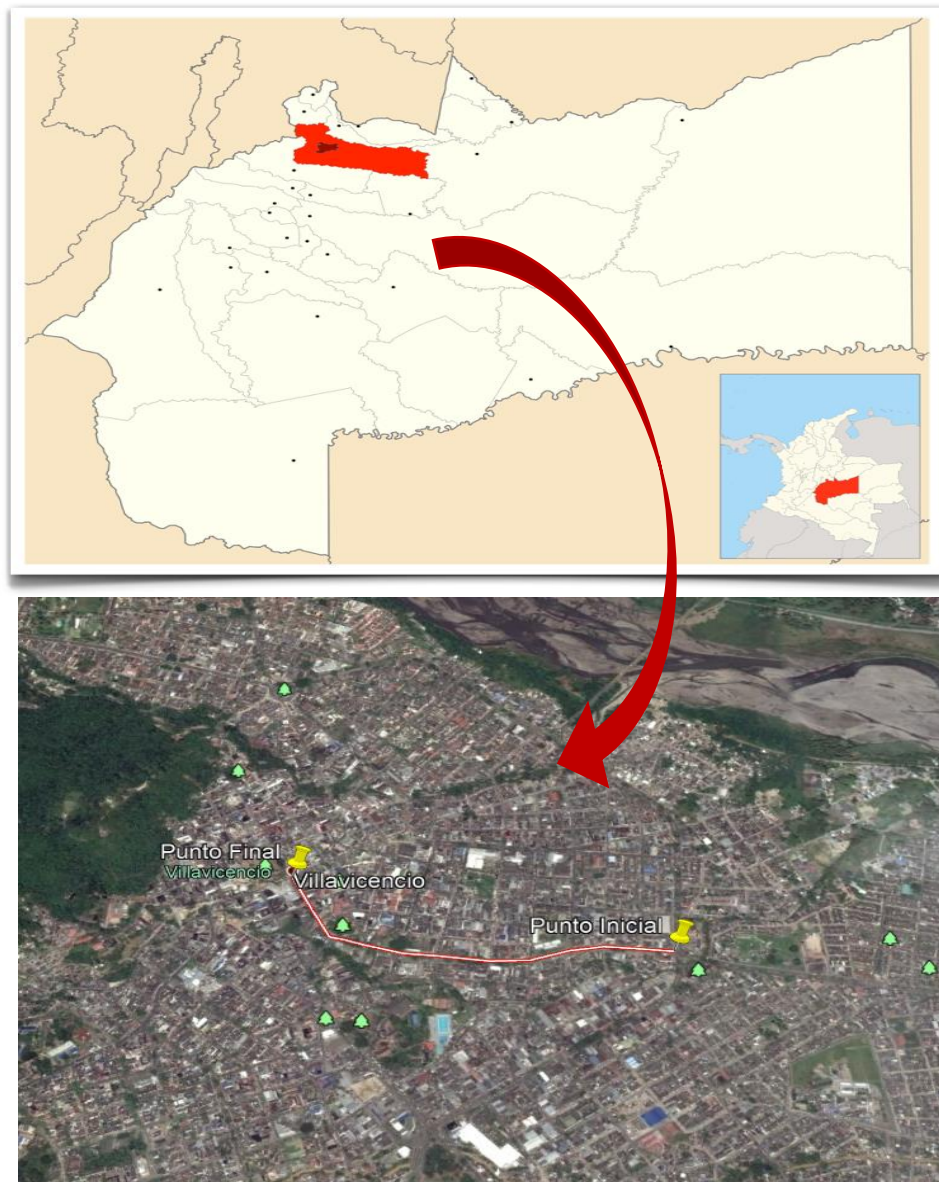
Norma	Descripción
Artículo INV330-07	Base granular
Normas y especificaciones 2012 INVIAS Capítulo 2	Explanaciones, terraplenes, mejora de subrasante con diferentes materiales, estabilización de suelos.
Normas y especificaciones 2012 INVIAS Capítulo 3	Sub-base granular, base granular, base estabilizada con emulsión asfáltica.
Normas y especificaciones 2012 INVIAS Capítulo 4	Pavimentos asfálticos, suministros de emulsión asfáltica, cementos.
Normas y especificaciones 2012 INVIAS Capítulo 5	Pavimentos de concreto.
INV. 400.4.7	Materiales o ligantes asfálticos
INV.E.706-13	Clasificación cemento asfáltico
INV.E 714	Viscosidad mezclas asfálticas
Normas y especificaciones 2007 INVIAS	Manual diseño de pavimentos flexibles
Normas y especificaciones 2012 INVIAS Capítulo 6	Estructuras y drenajes; Anclajes, acero de refuerzo, acero de pres fuerzo, cunetas, bordillos.
Normas y especificaciones 2012 INVIAS Sección 700 y 800	Materiales y mezclas asfálticas; Agua en los materiales asfálticos.

Norma	Descripción
Manual de drenaje para carreteras INVIAS capítulo 4	Drenaje superficial.
Guía metodológica de rehabilitación, INVIAS parte 4	Obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos y rígidos.
Guía metodológica de rehabilitación, INVIAS parte 5	Selección de técnicas de rehabilitación.

Fuente: Propia

6.4. MARCO GEOGRÁFICO

Ilustración 1 Demarcación del tramo vial Calle 35



Fuente: Departamento de estado geográfico de Google Earth

Análisis macro localización: El análisis del tramo vial se desarrollará desde el hotel rosado hasta el banco de la república localizado en la zona centro del municipio de Villavicencio, se cataloga como una vía Arteria, la cual cumple la función de conectar el sector urbano del municipio con el sector comercial del mismo.

Análisis micro localización: El análisis del tramo vial del diagnóstico de las patologías del pavimento de la vía, estará comprendido desde La calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38.

La zona de estudio se caracteriza por estar compuesta por un sector comercial; dentro de estos se identifican sectores ferreteros, insumos, como los de mayor transcendencia e influencia en el tramo vial debido a las cargas que podrían ser impartidas por los vehículos de carga; el institucional donde se identifican 1 mega colegio y 2 instituciones educativas de bachillerato, así mismo se identifica en la zona la institución de bomberos y policía nacional; por último se identifica el sector residencial de la zona.

6.4.1. Tramos de importancia caracterizados en la zona:

- Punto de intersección inicial: Calle 35/Av. Catama
- Punto de intersección 1: Calle 35-carrera 26
- Punto de intersección 2: Calle 35/Av. Alfonso López
- Punto de intersección 3: Calle 35-carrera 32
- Punto de intersección final: Carrera 32-calle 38

7. EQUIPO DE INVESTIGACIÓN Y TRAYECTORIA

7.1. TALENTO HUMANO

Directora de Grado

ING. Jessica María Ramírez Cuello

Ingeniera civil egresada de la universidad de sucre, Magister en ingeniería civil, con énfasis en infraestructura vial; con una experiencia general de 7 años en proyectos de construcción de corredores viales y elaboración de estudios y diseños e interventoría en la parte administrativa, experiencia de 1 año en el área de educación superior como docente de la universidad Santo Tomas.

Autor del proyecto

EST. Gustavo Adolfo Arias Díaz

Oficial del ejército en retiro de grado subteniente, formado en la institución militar como profesional en ciencias militares, especializado en manejo de armas

pesadas, inteligencia militar y cursos de combate; aspirante al título profesional como Ingeniero Civil.

8. METODOLOGÍA

El diagnóstico de las patologías del pavimento de la calle 35 / Av. Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio (Meta), se desarrolló mediante un enfoque cualitativo, el cual permitió determinar las caracterizaciones de los tipos de pavimentos de forma objetiva, complementándose con investigaciones de tipo descriptivo y correlacional, que ampliaron la descripción de variables que se constituyen como problema en la zona de estudio; así mismo se comprendieron las relaciones causa-efecto y mejora-beneficio, esto permitiendo así contribuir con el desarrollo eficaz de la investigación para poder plantear una solución inmediata al problema evidenciado.

8.1. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y TAREAS

El proyecto estará definido en 5 fases:

Grafica 1. Modelo metodológico



Fuente: Propia

Fase 1 **Estado del arte:**
Revisión bibliográfica.
Consulta literatura alcaldía de Villavicencio.
Revisión de la normatividad.

Selección textos guía

- Fase 2 Diagnóstico del pavimento:**
Delimitación y clasificación de los pavimentos en la zona de estudio.
Inventario de daños.
Registro fotográfico de daños de la zona de estudio.
- Fase 3 Revisión de variables de diseño:**
Base.
Propiedades mecánicas.
Carpetas asfálticas.
- Fase 4 Análisis y procesamiento de los datos:**
Análisis de datos registrados.
Resumen específico de daños encontrados.
Cálculo de afectación de pavimentos rígidos.
Cálculo de afectación de zonas de black topping.
Cálculo de afectación de zona de concreto estampado.
- Fase 5 Conclusiones y recomendaciones:**
Reporte de daños.
Recomendación de rehabilitación en losas y carpetas asfálticas de la zona de estudio.
Propuesta de mejoramiento.

8.2. POBLACIÓN, MUESTRAS, VARIABLES E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

8.3. RECURSOS INSTITUCIONALES

Equipos de laboratorio de la Universidad Santo Tomas:

Odómetro
Cinta métrica
Flexómetro

Software Como: Excel – Word – topo3

9. FASE 1 ESTADO DEL ARTE

El desarrollo del estado del arte se encuentra contenido dentro del capítulo 6 del presente documento; en el cual se procedió a realizar la revisión bibliográfica para alimentar el conocimiento acerca de las diferentes metodologías para la ejecución de una patología del pavimento, se realizó la Consulta de literatura existente en alcaldía de Villavicencio, así mismo se procedió a efectuar la Revisión de la normatividad existente y a realizar la Selección de los textos guía para el desarrollo metodológico, para efectos prácticos de este desarrollo metodológico se seleccionó la metodología INVIAS.

10. FASE 2 DIAGNOSTICO DEL PAVIMENTO

10.1. DELIMITACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS EN LA ZONA DE ESTUDIO:

La zona de estudio se caracteriza por estar compuesta por 3 tipos de pavimentos los cuales son:

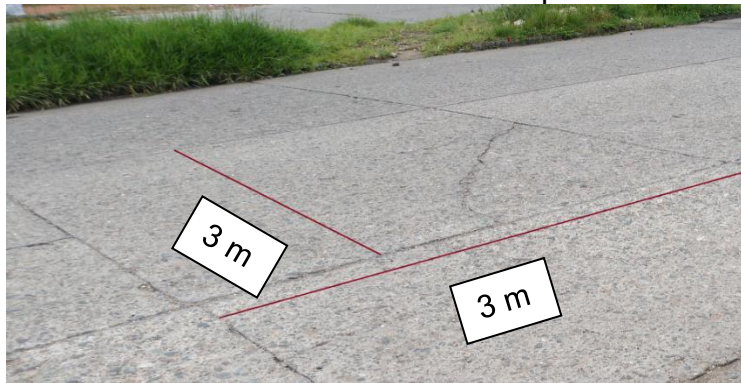
- Pavimentos Rígidos
- Practica black topping
- Practica de concreto estampado

Una vez realizadas las mediciones para delimitar los tipos de pavimentos existentes en la zona de estudio, se evidenció que:

1. El pavimento rígido del tramo vial tiene un área de $4131M^2$, entre la calle 35 - Av Catama hasta la calle 35 - Cra 27, conformado por tres carriles en un sentido, de tres metros cada carril y 459 metros de largo, construido en losas de concreto simple, en las cuales se evidencian fallas que afectan su correcto funcionamiento.

La losa de concreto simple tiene una dimensión de 3m x 3m como se aprecia en la siguiente ilustración.

Ilustración 2 Losa de concreto simple calle 35



Fuente: propia

Distribución de las losas:

El tramo vial desde el punto de intersección de la calle 35 - Av Catama hasta el punto de intersección de la calle 35 - Carrera 27, se encuentra conformado por 459 metros longitudinales y 9 metros de ancho; en la cual se evidencian un total de 459 losas de concreto simple, Esta delimitación contiene 153 secciones conformadas por 3 losas cada una, en las cuales se presentan daños visibles que afectan de forma directa el desplazamiento de los usuarios que transitan por la zona.

2. Se evidencia que a partir de la calle 35 - Cra 27 hasta el sector del parque del hacha la vía presenta un pavimento rígido conformado por losas de concreto simple, al cual se le adiciono una carpeta de rodadura de mezcla asfáltica, este tramo vial se divide en tres (3) sectores.

El sector 1, que inicia en la Cra 27 hasta la Av Alfonso López está construido por losas de concreto simple con una capa de rodadura asfáltica, a esto se le conoce como black topping, cuyas dimensiones son de 390 metros de longitud y 10 metros de ancho.

Ilustración 3 Intersección vial Calle 35-Cra 27 Black Topping



Fuente: Propia

El sector 2, es el tramo de la Av Alfonso López está construido por pavimento rígido en el cual se empleó la técnica de mejoramiento black topping igualmente y su longitud de paso es de 10 metros y 10 metros de ancho.

Ilustración 4 Av Alfonso López. Black Topping



Fuente: Propia

El sector 3, es el tramo final que inicia en la intersección de la Calle 35 – Av Alfonso López hasta la Calle 35 – Cra 32, tiene una longitud de 190 metros y 6

metros de ancho, en el tramo vial se evidencia la implementación de Black Topping a lo largo de los 190 metros de construcción de la zona.

Ilustración 5 Tramo vial: Av Alfonso López hasta la Cra 32



Fuente: Propia

3. A partir del punto de intersección de la Calle 35- Cra 32 hasta la Calle 38- Cra 32, se encuentra construido en concreto estampado en el cual se evidencian daños superficiales a lo largo del tramo. Está conformado por 2 sectores en los cuales se aprecian las diferencias de dimensiones debido a la ubicación. El sector 1, inicia desde la intersección de la Calle 35- Cra 32 hasta la intersección de la Cra 32- Calle 37, este tramo se encuentra construido por adoquines de concreto y adoquines en arcilla, el tramo tiene una longitud de 50 metros y un ancho de 12 metros.

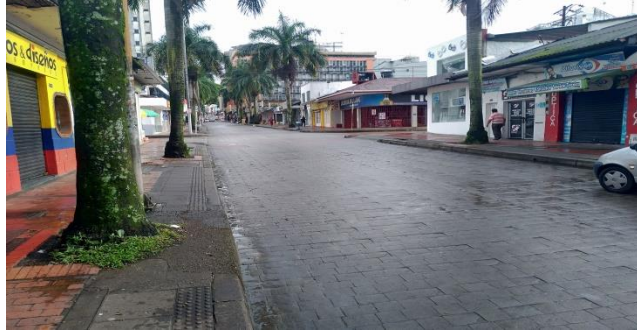
Ilustración 6 Tramo vial Calle 35- Calle 37. Concreto estampado



Fuente: Propia

El sector 2, es el último tramo de la zona de estudio, inicia en la intersección de la Calle 37 y finaliza en la intersección de la Cra 32 – Calle 38, este se encuentra conformado por 200 metros de longitud y 6 metros de ancho, en los cuales se evidencian adoquines de concreto y adoquines en arcilla.

Ilustración 7 Tramo vial Calle 37- Calle 38. Concreto estampado



Fuente: Propia

10.2. INVENTARIOS Y DESCRIPCION DE DAÑOS ENCONTRADOS:

GRIETAS TRANSVERSALES (GT):

Ilustración 8 Grieta Transversal



Fuente: Propia

Descripción:

A partir de la inspección desarrollada, en las imágenes se detallan diversos cortes de forma perpendicular al sentido de la vía, que se encuentran a lo largo del tramo, algunos de estos cortes dividen las losas y otros simplemente tienen una dimensión considerable para el diagnóstico desarrollado.

Posibles Causas:

Este tipo de deterioro se puede presentar a causa de posibles asentamientos de la base o subrasante, como también se puede presentar debido a gradientes térmicos y problemas de drenaje existentes en la vía otro factor considerable se debe a la repetición de cargas excesivas originando fatiga sobre las losas.

Mediciones:

Se realizó la medición de la longitud de las grietas en metros y así mismo la medición del ancho de abertura de la misma en milímetros, reportando la cantidad total de las grietas transversales presentes por cada losa.

GRIETAS LONGITUDINALES (GL):

Ilustración 9 Grieta Longitudinal



Fuente: Propia

Descripción:

De acuerdo al diagnóstico realizado, en las imágenes se observan cortes o grietas a lo largo de la losa en el sentido de la vía, lo cual se evidencia en una cantidad considerable de losas afectadas, estas grietas se transmiten de losa a losa a lo largo del tramo analizado ocasionando una mayor severidad.

Posibles Causas:

Las grietas longitudinales pueden originarse debido al asentamiento de la base o subrasante, también se pueden presentar a la falta de apoyo de la losa que se origina por la erosión de la base y dos de los factores más considerables en estos daños son las contracciones que se desarrollan en el concreto y el mal posicionamiento de las dovelas y/o barras de anclaje.

Mediciones:

Se realizó la medición de la longitud de las grietas en metros y así mismo la medición del ancho de abertura en milímetros de la misma, reportando la cantidad total de las grietas longitudinales presentes por cada losa y determinando así su nivel de severidad.

GRIETAS EN ESQUINA DE LA LOSA (GE):

Ilustración 10 Grieta Esquina



Fuente: Propia

Descripción:

Según los datos registrados en el diagnóstico del tramo analizado, se presentan grietas o cortes ubicados en las esquinas superiores e inferiores que generan formas triangulares en la losa, estas grietas ocasionan una ralentización del tráfico en algunos sectores debido a su severidad, lo cual hace que sea una parte de la estructura que se desprende la misma.

Posibles Causas:

Se pueden originar por el asentamiento de la base o subrasante, así mismo por es probable que se estén originando por la sobre carga en las esquinas de la losa o una deficiente transmisión de cargas de las losas adyacentes.

Mediciones:

Se realizó la medición de estas grietas teniendo en cuenta la dimensión longitudinal en metros y el ancho de la abertura en milímetros.

GRIETAS EN BLOQUE (GB):

Ilustración 11 Grieta en Bloque



Fuente: Propia

Descripción:

En las imágenes se puede observar el agrietamiento en bloque de algunas de las losas presentes en el tramo analizado, estos agrietamientos son considerados con una severidad alta que a su vez generan incomodidad para el usuario al momento de efectuar su desplazamiento por este sector de la vía.

Posibles Causas:

Este tipo de daño de origina debido a la repetición de cargas pesadas en la losas o debido a un inadecuado proceso de diseño y sistema constructivo de la losa, estas fallas son la evolución de las figuraciones o agrietamientos longitudinales – transversales - de esquina que se unen en un determinado sector de la losa.

Medición:

Se realizó la medición del daño de acuerdo al área afectada de cada losa en metros cuadrados.

PARCHE LONGITUDINAL EN CONCRETO (PCHC):

Ilustración 12 Parche longitudinal



Fuente: Propia

Descripción:

De acuerdo al diagnóstico realizado se evidencia a lo largo del trayecto vial un parche longitudinal localizado en el sector derecho de la calzada con dimensiones 2.90m X 0.60m en cada losa que conforman el tramo. Cada parche se referencia en la ficha patológica con niveles de severidades de acuerdo a la categorización de daño.

Posible causa:

En algunas ocasiones se presentan daños en los parches debido a la retracción del fraguado del concreto reemplazado y esto puede ocasionar la separación del concreto existente con el nuevo.

Medición:

Se categoriza de acuerdo al área afectada en metros cuadrados y a los daños que se presenten en el parche.

BACHE (BCH):

Ilustración 13 Bache



Fuente: Propia

Descripción:

El bache en la losa se evidencia como un daño de severidad media con dimensiones de 16cm X 6cm y con una profundidad de 26mm, se presentan en total 43 baches a lo largo del tramo vial y estos son notados por los conductores mediante pequeños sobresaltos y altos de la rueda al entrar en contacto con estos.

Posibles causas:

Generalmente se presentan por irregularidad en el sistema constructivo de la losa, también es común verlos debido a la insuficiencia en el espesor de la estructura de pavimento rígido.

Medición:

Estos son medidos con relación de área afectada por metros cuadrados y profundidad del bache.

DAÑO SUPERFICIAL CABEZAS DURAS (CD):

Ilustración 14 Cabezas Duras



Fuente: Propia

Descripción:

En la ilustración se evidencia la losa C del bloque 4 del 1er tramo, que presenta la falla de cabezas duras, se caracteriza por la pérdida de la capa cementante de la losa, evidenciándose así los agregados pétreos que componen el concreto; este daño se presenta en 409 losas del trayecto.

Posibles causas:

Generalmente estos daños se evidencian como una segregación del concreto y es ocasionado por la falta de vibrado del concreto al momento de la construcción.

Medición:

Se mide el área de afectación de la losa en metros cuadrados y no poseen un nivel de severidad.

FISURACIÓN POR DURABILIDAD (FD):

Ilustración 15. Fisuración por Durabilidad



Fuente: Propia

Descripción:

De acuerdo a la inspección visual se registran fisuras por durabilidad, estas se presentan en de forma longitudinal o transversal con origen ya sea desde la junta longitudinal o transversal, en la ilustración se observa que se extienden a lo largo de los bloques 11-12 y 13.

Posibles causas:

Una de las causas más incidentes en las losas de concreto es la exposición en ambientes alcalinos; otra causas es la exposición de los agregados pétreos a cambios de temperaturas a lo largo de su construcción.

Medición:

Se miden en dimensión de largo y espesor de la fisura, estos daños no poseen severidad.

DAÑO DE SELLO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (DSL-DST):

Ilustración 16 Daño de sellos



Fuente: Propia

Descripción:

El daño de sellos longitudinales y transversales se evidencia en la totalidad del trayecto afectando un total de 400 losas, siendo estos uno de los daños de mayor afectación de los bloques y estos así mismos pueden conllevar daños graves como lo son el fenómeno del bobeo y el Desportillamiento de las losas.

Posibles causas:

Probablemente la causa más diciente de este tipo de daño evidenciado en la vía es el endurecimiento del sello y la pérdida del sellos ocasionado por el envejecimiento del mismo, también es probable que se

Medición:

Se toma la longitud en metros del daño de la junta que se encuentra afectada y su severidad se determina de acuerdo a longitud de afectación.

ESCALONAMIENTO DE JUNTAS (EJ):

Ilustración 17 Escalonamiento de juntas



Fuente: Propia

Descripción:

De acuerdo al diagnóstico realizado en campo se evidencia el escalonamiento de juntas en los bloques 6-7-8-9 ocasionando sobresalto sobre los vehículos que transitan por el sector, así mismo se tipifican con daños de severidad alta debido a que el espaciamiento entre alturas de losas y losa superan los 13mm.

Posibles causas:

Una de las causas más probables que puede afectar la estructura de las losas es la producción e implementación de mortero poco homogéneo, sin embargo debido a que los bloques poseen deficiencias con el sellado se podría atribuir a causa del fenómeno del bombeo lo cual genera estos cambios de forma en las carpetas subyacentes ocasionando estos escalonamientos de juntas.

Medición:

Para la medición se toma la diferencia de la altura medida en milímetros en relación a las placas aledañas.

DESPORTILLAMIENTO (DP):

Ilustración 18 Desportillamiento



Fuente: Propia

Descripción:

Se observa en la ilustración la pérdida de un trozo de la capa estructural de la losa de concreto de la vía, este daño se conoce como desportillamiento, estos desportillamientos es común verlos en los pavimentos rígidos que poseen juntas ya sean transversales o longitudinales.

Posibles causas:

La causa más común es la construcción de las losas con materiales de mala calidad, pero también se presentan por el debilitamiento de la estructura de la losa debido al envejecimiento que presenta.

Medición:

Se tomó la longitud del daño en centímetros y se definió la severidad de acuerdo a la profundidad del desportillamiento.

PULIMIENTO (PU):

Ilustración 19. Pulimiento



Fuente: Propia

Descripción:

El pulimiento es un daño que se presenta como un desgaste superficial de la losa, este se presenta en la totalidad de las losas c del primer tramo, se tipifican con severidad alta, media o baja afectando un total de 85 losas, de acuerdo al diagnóstico realizado se evidencia el área pulimentada de la losa con un acabado de color gris mate.

Posibles causas:

La causa principal suele ser el desgaste superficial del concreto debido a la circulación del tránsito en la zona.

Medición:

Se define el área afectada en medidas longitudinales de ancho y largo del pulimiento por cada losa.

DESINTEGRACION (DI):

Ilustración 20. Desintegración



Fuente: Propia

Descripción:

Se observan pequeños orificios o cavidades en algunas losas del tramo, esto se presenta como la pérdida del material fino del mortero originando así el desprendimiento de pequeñas partes de la estructura de la losa.

Posibles causas:

La desintegración en los pavimentos rígidos suele ocasionarse por malos procesos constructivos, ya sean en la ejecución del mezclado de los agregados pétreos con el material cementante o en la construcción de las losas, estos daños también suelen originarse por problemas a que los agregados expansivos en el concreto son de baja durabilidad.

Medición:

Se mide en magnitud porcentual de acuerdo al área afectada por cada losa, este daño no posee una tipificación de severidad.

SEPARACION DE LA JUNTA (SJ):

Ilustración 21. Separación de la junta



Fuente: Propia

Descripción:

Este daño se presenta generalmente como la separación total de la junta longitudinal o transversal que exista entre losa y losa, produciendo así una abertura considerable la cual permite que se presente el fenómeno del bombeo.

Posibles causas:

Generalmente se produce este daño por los asentamientos diferenciales de las carpetas subyacentes, en este caso se puede evidenciar que a lo largo del trayecto vial se encuentran árboles localizados en la parte del separador de las calzadas, estos árboles pueden producir dicho efecto en la estructura del pavimento construido, otra causa probable puede atribuirse a la ausencia de las bermas en el tramo vial analizado.

Medición:

Para la medición de la separación de juntas se debió tomar la longitud en metros de la junta afectada por cada losa.

HUNDIMIENTO (HU):

Ilustración 22. Hundimiento



Fuente: Propia

Descripción:

De acuerdo a la ilustración se observa una depresión en una parte de la losa de 3cm, generalmente se encuentran acompañadas de grietas o en este caso de desportillamientos los cuales se inician a presentar una vez se presente el hundimiento.

Posible causa:

Este daño suele presentarse por asentamientos de la subrasante o capas subyacentes a la carpeta de rodadura, en la ubicación del daño se observó el sus alrededores la cercanía de árboles ubicados en el separador vial, probablemente esto puede ocasionar la desestabilización de las capas o en su defecto puede producir el asentamiento de la subrasante.

Medición:

Para efectuar la medición y severidad se determinó el área total afectada por losa en metros cuadrados.

GRIETAS EN POZOS DE INSPECCION (GA):

Ilustración 23. Grieta en pozo de inspección



Fuente: Propia

Descripción:

De acuerdo al diagnóstico realizado se determina que este tipo de daño se clasifica dentro de la tipología de las grietas pero aisladas, debidas a que se encuentran con una afectación directa en este caso los pozos de inspección, estas grietas se asocian por que inician desde la periferia del pozo y se extienden a su alrededor, en la ilustración 23 se observa un (GA) de una longitud que supera los 15 cm.

Posibles causas:

Probablemente este daño se ocasiono debido al mal proceso constructivo del pozo de inspección, una vez diseñado este en el momento de construcción es posible que no se haya realizado un reforzamiento estructural en la losa, lo que ocasiona el agrietamiento de esta misma.

Medición:

Se tomaron las medidas del daño de acuerdo al área afectada de cada losa en metros cuadrados.

DESCASCARAMIENTO (DE):

Ilustración 24 Descascaramiento



Fuente: Propia

Descripción:

Se evidencia el desprendimiento de la capa cementante o capa de concreto en algunas partes de la losa, este daño se presenta a lo largo del tramo de pavimento rígido generalmente acompañado de otros daños superficiales como el fenómeno de cabezas duras.

Posibles causas:

Generalmente se presenta como evolución del fisuramiento temprano de las losas, ocasionado por fallas de retracción del concreto que al ser expuesto a las repeticiones de carga inician a sufrir el fisuramiento hasta llegar a la pérdida de parte de la capa de concreto de la losa.

Medición:

Se tomó la medida del área del Descascaramiento por cada losa y definiendo su severidad de acuerdo a la profundidad.

LEVANTAMIENTO LOCALIZADO (LE):

Ilustración 25. Levantamiento localizado



Fuente: Propia

Descripción:

Se identificaron losas que presentan un levantamiento localizado en las partes de las juntas y en algunos bloques centrales a lo largo del tramo rígido, este daño se observa con una separación interna de la losa por pequeños bloques o según correspondan la magnitud del daño.

Posibles causas:

Conforme a la ubicación de estos daños, se puede afirmar que se produce debido a la falta de movimiento en la distribución de las cargas en la losa, esto se presenta usualmente y mayormente en las juntas de construcción.

Medición:

Se define un largo y ancho del daño por cada losa que lo presente.

10.3. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DAÑOS DE LA ZONA DE ESTUDIO (SE ADJUNTA EN CD ANEXO G REGISTROS DE DAÑOS)

11. FASE 3. REVISION DE VARIABLES DE DISEÑOS:

11.1. BASE, SUBBASE Y SUBRASANTE

Para el análisis de la conformación del terreno se definieron 5 tramos de análisis a 3 diferentes profundidades como lo son:

Profundidad: $h < 1m$

1er TRAMO:

Grava areno limoso color gris oxidado

Arena arcillo limosa con algunas gravas de color gris oxidado

2do TRAMO

Limo arenoso carmelito

3er TRAMO

Grava areno limosa con piedras de color carmelito compacidad alta

4to TRAMO

Relleno limoso gravo arenoso gris

Relleno limo arenoso gris

Relleno gravo arenoso gris

5to TRAMO

Relleno gravo arenoso gris

Limo areno arcilloso habano carmelito oxidado con algunas gravas

Profundidad: $h = 1m$

1er TRAMO

Grava areno limosa

2do TRAMO

Arena limosa habana

4to TRAMO

Arcilla limosa con algo de arena

5to TRAMO

Arcilla limosa con arena fina y algunas gravillas

Arcilla limosa arenosa habana carmelita con algunas gravas consistencia firme

Profundidad: $h > 1m$

1er TRAMO

Grava areno limosa de color gris

Arena limosa con algunas gravillas de color habano carmelita

Arena gravilla limosa de color carmelito

Arcilla areno limosa de color carmelita

3er TRAMO

Arena gravillosa color carmelito claro compacidad media a alta

4to TRAMO

Limo arenoso con abundantes gravas
 Gravas en matriz limo arenosa con raíces
 Arcilla arenosa algo limoso con raíces y gravas
 5to TRAMO
 Arcilla arenosa habana carmelita oxidada, con algunas gravas
 Limo arcilloso arenoso color habano carmelito

11.2. PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO

En base a los estudios de suelos encontrados del sector por medio de algunos estudios previos de proyectos publicados por la plataforma secop I Y II se tiene algunos criterios de tipo de suelo y descripciones del material del cual se conforman según clasificación Unificada USCS.

Tabla 5 Clasificación USCS Del Suelo

SECTOR	CLSF. USCS	DESCRIPCION	CLASIFC. TIPO SUELO-TITULO H NSR-10
1	CL ML	Arcilla areno limosa de color gris claro oxidado	SUELO COHESIVO
	SM SC	Arena gravillo arcillosa gris oxidada	30% ó < pasa Tamiz 200 SUELO NO COHESIVO
	GM	Grava areno limosa color gris oxidada	30% ó < pasa Tamiz 200 SUELO NO COHESIVO
	GM	Grava areno limosa	
	GM	Grava areno limosa de color gris	
	SP SM	Arena limosa con algunas gravillas de color habana carmelita	SUELO NO COHESIVO
	SP SM	Arena arcillo limosa con algunas gravas de color gris oxidada	
	SP	Arena gravillo limosa de color carmelito	SUELO NO COHESIVO
	CL ML	Arcilla areno limosa de color carmelita	SUELO COHESIVO
2	ML	Limo arenoso carmelito	SUELO COHESIVO
	SMD	Arena limosa habana	30% ó < pasa Tamiz 200 SUELO NO COHESIVO
3	GM	Grava areno limosa con piedras de color carmelito compacidad alta	30% ó < pasa Tamiz 200 SUELO NO COHESIVO

SECTOR	CLSF. USCS	DESCRIPCION	CLASIFC. TIPO SUELO- TITULO H NSR-10
	SP	Arena gravilosa color carmelito claro compacidad media a alta	SUELO NO COHESIVO
4	R	Relleno limoso gravo arenoso gris	NR
	CL	Arcilla areno limosa	SUELO COHESIVO
	ML	Limo arenoso con abundantes gravas	SUELO COHESIVO
	R	Relleno limo arenoso gris	
	GP GM	Gravas en matriz limo arenosa con raíces	SUELO NO COHESIVO
	OH	Capa vegetal	NR
	R	Relleno gravo arenoso gris	NR
	CL	Arcilla limosa con algo de arena	SUELO COHESIVO
	CL	Arcilla arenosa algo limosa con raíces y gravas	
5	ML	Limo areno arcilloso habano carmelito oxidado con algunas gravas	SUELO COHESIVO
	R	Relleno gravo arenoso gris	NR
	R	Relleno gravo arenoso gris	
	CL ML	Arcilla limosa con arena fina y algunas gravillas	SUELO COHESIVO
	CL	Arcilla arenosa habana carmelita oxidada, con algunas gravas	SUELO COHESIVO
	CL	Arcilla limosa arenosa habana carmelita con algunas gravas consistencia firme	
	ML	Limo arcilloso arenoso color habano carmelito	SUELO COHESIVO

Fuente: Propia

12. FASE 4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS

12.1. ANÁLISIS DE DATOS Y RESUMEN ESPECÍFICO DE DAÑOS ENCONTRADOS.

De acuerdo al diagnóstico del pavimento realizado en la calle 35/Av Catama hasta el punto de intersección de la Carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio, se caracterizaron los tipos de daños encontrados según la tipificación instruida por el manual de inspección visual del Instituto Nacional De Vías (INVIAS).

A continuación se relacionan los daños encontrados de acuerdo a severidades y cantidades de bloques afectados

B: Severidad baja

M: Severidad media

A: Severidad alta

Grietas transversales (GT)

Tabla 6. Afectación GT

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
51	55	50	32,69%	35,26%	32,05%

Fuente: Propia

Grietas longitudinales (GL)

Tabla 7. Afectación GL

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
61	29	30	50,83%	24,17%	25,00%

Fuente: Propia

Grietas en esquina (GE)

Tabla 8. Afectación GE

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
22	24	37	26,51%	28,92%	44,58%

Fuente: Propia

Grietas en bloque (GB)

Tabla 9. Afectación GB

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
A	A
162	100,00%

Fuente: Propia

Parche longitudinal en concreto (PCHC)

Tabla 10. Afectación PCHC

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
35	84	41	21,88%	52,50%	25,63%

Fuente: Propia

Bache (BCH)

Tabla 11. Afectación BCH

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
1	6	36	2,33%	13,95%	83,72%

Fuente: Propia

Daño superficial cabezas duras (CD)

Tabla 12. Afectación CD

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
SS	SS
409	100,00%

Fuente: Propia

Fisuración por durabilidad (FD)

Tabla 13. Afectación FD

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
SS	SS
37	100,00%

Fuente: Propia

Daño de sellos (DSL-DST)

Tabla 14. Afectación DSL

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
A	A
400	100,00%

Fuente: Propia

Tabla 15. Afectación DST

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
A	A
330	100,00%

Fuente: Propia

Escalonamiento de juntas (EJ)

Tabla 16. Afectación EJ

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
2	5	31	5,26%	13,16%	81,58%

Fuente: Propia

Desportillamiento (DP)

Tabla 17. Afectación DP

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
1	8	3	8,33%	66,67%	25,00%

Fuente: Propia

Pulimiento (PU)

Tabla 18. Afectación PU

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
18	57	10	21,18%	67,06%	11,76%

Fuente: Propia

Desintegración (DI)

Tabla 19. Afectación DI

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
SS	SS
243	100,00%

Fuente: Propia

Separación de la junta (SJ)

Tabla 20. Afectación SJ

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
M	M
1	100,00%

Fuente: Propia

Hundimiento (HU)

Tabla 21. Afectación HU

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
1	7	4	8,33%	58,33%	33,33%

Fuente: Propia

Grietas en pozos de inspección (GA)

Tabla 22. Afectación GA

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
11	0	3	78,57%	0,00%	21,43%

Fuente: Propia

Daño superficial Descascaramiento (DE)

Tabla 23. Afectación DE

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
7	3	1	63,64%	27,27%	9,09%

Fuente: Propia

Levantamiento localizado (LE)

Tabla 24. Afectación LE

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
0	1	1	0,00%	50,00%	50,00%

Fuente: Propia

Ahuellamiento (AHU)

Tabla 25. Afectación AHU

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
SS	SS
1	0,01%

Fuente: Propia

Bombeo (BO)

Tabla 26. Afectación BO

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
0	5	7	0,00%	41,67%	58,33%

Fuente: Propia

Grieta por retracción de la junta (GRT)

Tabla 27. Afectación GRT

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
A	A
2	100,00%

Fuente: Propia

Perdida de agregados (PA)

Tabla 28. Afectación PA

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
1	0	0	100,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Propia

Desgaste superficial (DSU)

Tabla 29. Afectación DSU

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
5	0	0	100,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Propia

Piel de cocodrilo (PC)

Tabla 30. Afectación PC

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
3	1	0	75,00%	25,00%	0,00%

Fuente: Propia

Parche asfaltico (PCHA)

Tabla 31. Afectación PCHA

TOTAL PLACAS AFECTADAS			%ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
4	1	1	66,67%	16,67%	16,67%

Fuente: Propia

Black Topping (BT)

Tabla 32. Afectación BT

TOTAL PLACAS AFECTADAS	%ÁREA DE AFECTACIÓN
SS	SS
32	100%

Fuente: Propia

13. OPCIONES DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO A IMPLEMENTAR EN LA CALLE 35/ AV CATAMA HASTA EL PUNTO DE INTERSECCION DE LA CARRERA 32 CON CALLE 38 DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO.

13.1. Sello de Fisuras y Grietas:

El sello de fisuras y grietas se puede efectuar mediante la conformación, ubicación y clasificación de las fisuras, su limpieza y la aplicación de productos sellantes, ya sean bituminosos o hidráulicos en frío o en caliente, cuyas características y cantidades dependen de la abertura de los daños existentes.

13.2. Técnica de Parcheo y bacheo:

Para la ejecución de esta técnica de rehabilitación es necesario realizar la intervención de las áreas localizadas donde se presentan los daños relacionados con el deterioro estructural de la carpeta de rodadura ya sean baches, Descascaramiento, parches afectados, grietas en bloque, piel de cocodrilo entre otros, dicha intervención puede comprender la capa rígida o asfáltica del tramo vial para lo cual sería la técnica del (Parcheo) o podría comprender la capa granular en los determinados casos donde la severidad del deterioro permita evidenciar la presencia de estas capas granulares esta técnica se conoce como (bacheo).

13.3. Capas de nivelación:

Las capas de nivelación son aquellas que se colocan sobre la estructura de pavimento que se encuentra en uso esto con el fin de rellenar las deformaciones que se encuentren como lo son los escalonamientos de juntas que ocasionan resaltos, las desintegraciones de las capas de rodadura que se encuentren presentes, grietas en bloque siempre y cuando no afecten la estructura de agregados granulares, esto con el fin de acabar las diferencias de niveles que se presentan en el tramo vial.

Esta capa se suele construir con una mezcla del tipo concreto asfáltico. La superficie de esta capa, que debe ser razonablemente lisa, sirve de soporte a la capa de rodadura, sea que ésta se coloque como tratamiento de restauración o como alternativa de refuerzo. [7]

13.4. Reconstrucción de tipo rígido:

Consiste en la colocación de un pavimento de concreto hidráulico sobre la superficie que quede expuesta después de remover el espesor de capas que el ingeniero estime debe ser retirado para garantizar el apoyo uniforme a las losas de concreto. [7]

13.5. Reconstrucción de tipo semirrígido:

Consiste en reemplazar las capas removidas con una o más de las capas inferiores de la rehabilitación están conformadas por estabilizaciones, generalmente con cemento Portland, asfalto emulsionado o asfalto espumado. Es factible, también, el empleo de otros productos no Convencionales ajustados a las especificaciones de construcción de carreteras, los cuales se cubren con una o más capas de concreto asfáltico convencional o modificado con polímeros. [7]

13.6. Rubblizing con rompedor resonante:

Esta técnica se conoce como la trituración y pulverización in situ de la capa de rodadura existente, siendo esta empleada en forma de base que antecede a una carpeta superficial asfáltica, esta técnica permite recuperar las propiedades funcionales y estructurales para lo cual han sido diseñados los tramos viales, una de las ventajas principales de la técnica se evidencia en la reutilización de la capa de rodadura existente pero es decisión del diseñador si opta por emplearla o retirar hacia el sitio de disposición esta capa una vez haya sido triturada y pulverizada. [9]

13.7. Black topping:

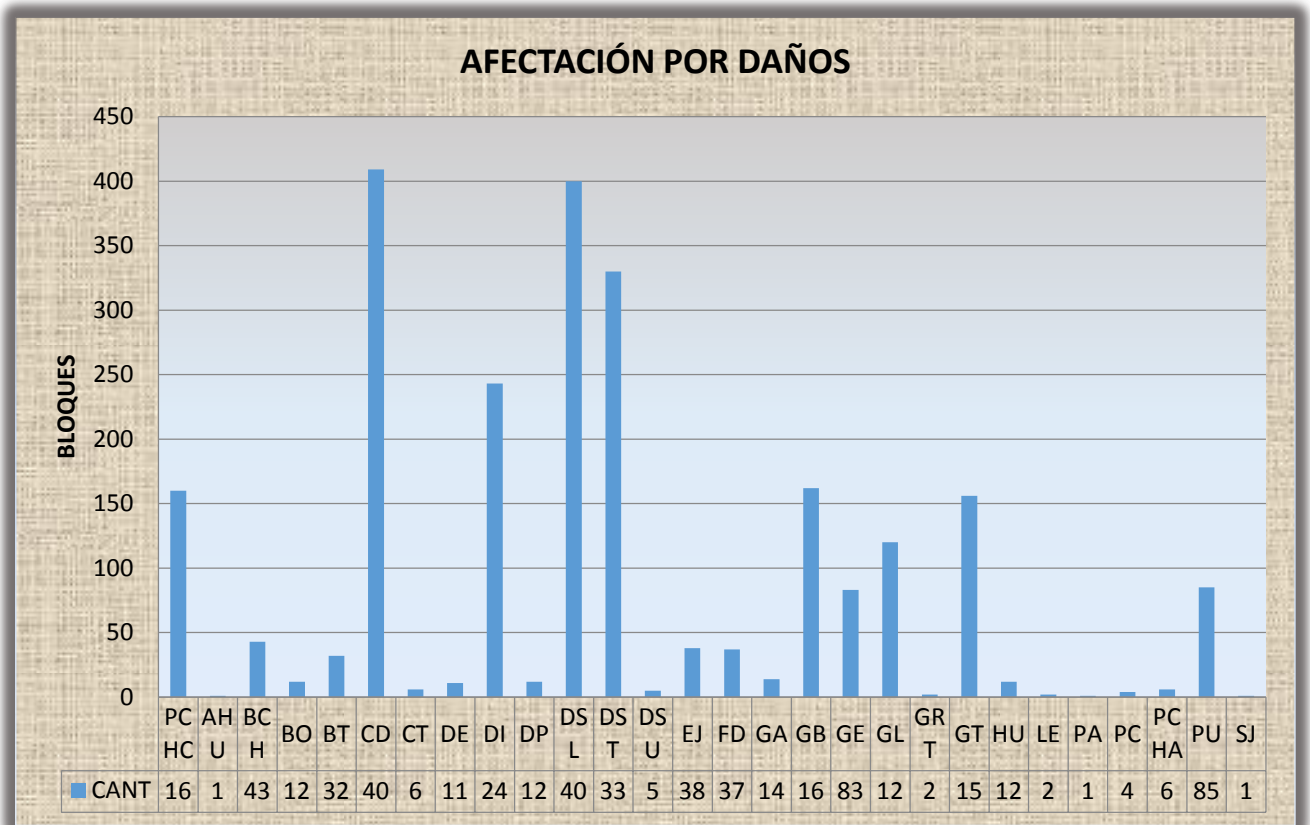
La técnica blacktopping consiste en la implementación de una carpeta de rodadura asfáltica sobre la capa de rodadura rígida existente, esta técnica es empleada principalmente en vías urbanas y aeropuertos con el fin de reducir tiempos de construcción y mejoramiento de vías, así mismo esta capa nueva permite recuperar la funcionalidad del tramo vial restableciendo las condiciones de servicio de forma eficiente y rápida.

14. RESULTADOS E IMPACTOS

En base los registros tomados y análisis de la Patología Del Pavimento De La Calle 35 / Av. Catama Hasta El Punto De Intersección De La Carrera 32 Con Calle 38 Del Municipio De Villavicencio – Meta, se determinan la cantidad de bloques afectados de la vía, evidenciándose unas malas condiciones de la carpeta de rodadura lo cual conlleva con problemas como:

- Un mayor deterioro de la calle 35.
- Evolución de las fallas como los es el caso de las fisuras a grietas longitudinales y transversales para posteriormente convertirse en grietas en bloques.
- Aumento en las severidades de los daños.
- Inadecuada manejabilidad del tránsito en el sector.
- Accidentalidad y tráfico en horas pico.
- Aumento de la inversión económica para el adecuado mantenimiento de la vía.

Grafica 2. Afectación de Bloques



Fuente: Propia

Tabla 33. Impactos del proyecto

Aspecto	Impacto	Plazo
Académico	Servir como referencia a estudios futuros que se vayan a realizar en esta zona, empleándose como una guía para proyectos de investigación sobre esta temática.	Corto
Social	Una vez rehabilitada, los usuarios tendrán una vía apta para la circulación vehicular, donde gozarán de un espacio funcional, cómodo, seguro y respectivamente señalizado para mayor seguridad.	Mediano
Económico	Al mejorar las condiciones de este sector, se acelerará la modernidad de las condiciones de vida y se convierte en un factor fundamental para aumentar el comercio y las comunicaciones sociales.	Mediano

Fuente: Propia

15. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la caracterización del diagnóstico realizado se determinó que los 5 daños principales que afectan el trayecto vial de la calle 35 son: El desgaste superficial fenómeno de cabezas duras (CD) con un total de 409 losas, seguido de los daños de sellos longitudinales y transversales (DSL-DST) con una totalidad de losas de 400 y 330 consecutivamente, posteriormente se encuentra el daño de la desintegración de la capa de rodadura (DI) con un total de 243 losas afectadas y el quinto y último daño registrado son las grietas en bloque (GB) cuyo daño es medido en unidad de área con una afectación de 162 bloques.
- Los daños registrados en su gran mayoría se deben a la edad del pavimento implementado en las zonas, los efectos más presentados por esta causa son los daños en las juntas y sellos de la carpeta de rodadura, así mismo el pulimiento y el desgaste superficial de registrado de las losas de concreto.
- La mayoría de las intervenciones realizadas por parte de las empresas públicas para los servicios de telecomunicaciones y de acueducto y alcantarillado no se implementaron con el uso correcto de la norma, lo cual conlleva al registro de afectaciones con severidades altas en los parches de concreto (PCHC), siendo estas epicentro de fallas como las grietas transversales las cuales se originan desde las caras externas al corte realizado de la losa, así mismo se registraron desportillamientos dentro de los parches de concreto los cuales se originaban en las esquinas de los parches implementados.
- Las obras de mantenimiento que se han realizado en calle 35/ Av Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio, han sido la implementación de la técnica de BLACK TOPPING (BT), las cuales se evidenciaban en forma de reparcheos asfálticos con dimensiones de la losa o en tramos prolongados de máximo 200 metros, estas reparaciones evidenciadas en su gran mayoría presentan transferencia de fallas lo cual permite concluir que los espesores implementados en la intervención no fueron los correctos y necesarios para el correcto mantenimiento de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dane, «Documento tecnico de infraestructura vial,» Taller de ediciones Dane, Bogota, 2014.
- [2] A. M. Fonseca, Ingenieria de pavimentos, Bogota D.C: Universidad catolica de colombia , 2014.
- [3] A. m. fonseca, ingenieria de pavimentos, Bogota: Universidad catolica de colombia, 2010.
- [4] H. a. r. quintana, pavimentos materiales, construccion y diseño, Bogota D.C.: ecoediciones, 2015.
- [5] INVIAS, «Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras,» Bogota D.C., 2013.
- [6] A. d. villavicencio, «Plan de ordenamiento territorial,» de *acuerdo 287* , villavicencio, 2015.
- [7] INVIAS, «Guia metodologica para la rehabilitacion de pavimentos,» Bogota D.C., 2010.
- [8] D. n. d. caminos, Manual de carreteras suelos, geologia, geotecnia y pavimentos, Bogota: Macro, 2015.
- [9] M. G. Guillermo Thenoux, «Estudio, diseño y evaluación económica de la técnica de Ribblizing de pavimentos de hormigon,» Revista Ingeniería de Construcción de chile , vol. 19, nº 3, p. 156, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1. Artículo patología del pavimento de la calle 35.

ANEXO 2. Fichas de recolección de datos.

ANEXO 3. Clasificación de daños.

ANEXO 4. Presentación patología del pavimento de la calle 35.