	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		VERSIÓN	02
			FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): KEVIN SAMUEL APELLIDOS: MONSALVE RUEDA

NOMBRE(S): JORGE LEONARDO APELLIDOS: UREÑA ESTEVEZ

FACULTAD: INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES - TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CARLOS HELI APELLIDOS: FAJARDO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): CARACTERIZACION SUPERFICIAL DE LAS VIAS LOCALIZADAS ENTRE LA AVENIDA 17, 18, 19 Y LAS CALLE 17 HASTA LA CALLE 29, DEL BARRIO AGUAS CALIENTES MUNICIPIO DE CUCUTA.

El presente proyecto tiene como propósito caracterizar y evaluar las vías del Barrio Aguas Calientes teniendo en cuenta el Manual de Invías, con el fin de identificar las fallas que se pueden encontrar en las vías correspondientes. El tipo de investigación es de tipo descriptivo. En el desarrollo de la investigación se evaluarán los dos tipos de pavimentos que conforman esta vía, los cuales, están compuestos por una capa de rodadura en asfalto y losas de concreto, cada uno está conformado por una base y una subbase, apoyadas sobre la subrasante. Los resultados arrojaron puntos más críticos como el de la av. 17 entre calles 20 y 21 donde se ve el 80% de la vía en malas condiciones, con fallas de tipo estructural y tipo descascamiento y pérdida de la capa de rodadura.

PALABRAS CLAVES: Caracterización, Vías, pavimento, fallas.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 69 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: _____ CD ROOM: _____

*Copia No controlada**

CARACTERIZACION SUPERFICIAL DE LAS VIAS LOCALIZADAS ENTRE LA
AVENIDA 17, 18, 19 Y LAS CALLE 17 HASTA LA CALLE 29, DEL BARRIO AGUAS
CALIENTES MUNICIPIO DE CUCUTA

KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA
JORGE LEONARDO UREÑA ESTEVEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIO DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES
PLAN DE ESTUDIO DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES
CÚCUTA
2023

CARACTERIZACION SUPERFICIAL DE LAS VIAS LOCALIZADAS ENTRE LA
AVENIDA 17, 18, 19 Y LAS CALLE 17 HASTA LA CALLE 29, DEL BARRIO AGUAS
CALIENTES MUNICIPIO DE CUCUTA

KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA
JORGE LEONARDO UREÑA ESTEVEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Tecnólogo en Obras Civiles y
Tecnólogo en Construcciones Civiles.

Director
CARLOS HELI FAJARDO
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIO DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES
PLAN DE ESTUDIO DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES
CÚCUTA
2023



**ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO COMO MODALIDAD DE PROYECTO DE
INVESTIGACION TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES**

HORA: 11:00 A.M.

FECHA: 06 de marzo de 2023

LUGAR: FU-309 UFPS

JURADOS: FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA
MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO

TITULO DEL PROYECTO: "CARACTERIZACION SUPERFICIAL DE LAS VIAS LOCALIZADAS
ENTRE LA AVENIDA 17, 18, 19 Y LAS CALLES 17 HASTA LA CALLE 29, DEL BARRIO AGUAS
CALIENTES MUNICIPIO DE CUCUTA"

DIRECTOR: CARLOS HELI FAJARDO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA	1921643	4.2 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS



CODIGO:05242
FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA



CODIGO: 06379
MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO



VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADORA COMITÉ CURRICULAR



**ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO COMO MODALIDAD DE PROYECTO DE
INVESTIGACION TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES**

HORA: 10:00 A.M.

FECHA: 06 de marzo de 2023

LUGAR: FU-309 UFPS

JURADOS: FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA
MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO

TITULO DEL PROYECTO: "CARACTERIZACION SUPERFICIAL DE LAS VIAS LOCALIZADAS
ENTRE LA AVENIDA 17, 18, 19 Y LAS CALLES 17 HASTA LA CALLE 29, DEL BARRIO AGUAS
CALIENTES MUNICIPIO DE CUCUTA"

DIRECTOR: CARLOS HELI FAJARDO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
JORGE LEONARDO UREÑA ESTEVEZ	2420468	4.2 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS



CODIGO:05242
FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA



CODIGO: 06379
MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO



VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADORA COMITÉ CURRICULAR

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito caracterizar y evaluar las vías del Barrio Aguas Calientes teniendo en cuenta el Manual de Invías, con el fin de identificar las fallas que se pueden encontrar en las vías correspondientes. El tipo de investigación es de tipo descriptivo. En el desarrollo de la investigación se evaluarán los dos tipos de pavimentos que conforman esta vía, los cuales, están compuestos por una capa de rodadura en asfalto y losas de concreto, cada uno está conformado por una base y una subbase, apoyadas sobre la subrasante. Los resultados arrojaron puntos más críticos como el de la av. 17 entre calles 20 y 21 donde se ve el 80% de la vía en malas condiciones, con fallas de tipo estructural y tipo descascamiento y pérdida de la capa de rodadura.

Palabras claves: Caracterización, vías, pavimento, fallas.

Abstract

The purpose of this project is to characterise and evaluate the roads in the Aguas Calientes neighbourhood, taking into account the Invías Manual, in order to identify the faults that can be found in the corresponding roads. The type of research is descriptive. In the development of the investigation, the two types of pavements that make up this road, which are composed of an asphalt wearing course and concrete slabs, each consisting of a base and a subbase, supported on the subgrade will be evaluated. The results showed the most critical points, such as Av. 17 between streets 20 and 21, where 80% of the road is in poor condition, with structural failures and flaking and loss of the wearing course.

Keywords: Characterisation, roads, pavement, failures.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	15
Problema.....	16
Título.....	16
Planteamiento del Problema.....	16
Objetivos.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos.....	16
Formulación del Problema.....	17
Justificación.....	18
Alcances y Limitaciones.....	18
Alcances.....	18
Limitaciones.....	18
Delimitaciones.....	19
Delimitación Geográfica.....	19
Delimitación Temporal.....	20
Delimitación Conceptual.....	20
Referentes Teóricos.....	21

Antecedentes	21
A Nivel Nacional	21
A Nivel Regional	22
Marco Teórico	22
Clasificación de Fallas	23
Piel de Cocodrilo	23
Fisura en Bloque	24
Fisuras de Reflexión de Junta	25
Fisura de Borde.....	27
Fisuras Transversales y Longitudinales	28
Marco Conceptual	29
Marco Legal	34
Metodología.....	40
Tipo de Investigación	40
Población y Muestra	40
Población.....	40
Muestra.....	
Técnicas e Instrumentos para Recolección de Información	40

Fuentes Primarias.....	40
Fuentes Secundarias.....	40
Resultados.....	41
Medición de las Vías	41
Registro Fotográfico	41
Análisis y Evaluación de las Vías	43
Clasificación de los Tipos de Pavimento	44
Tipo de Daños Encontrados y Porcentaje de Afectación.....	46
Mantenimiento	59
Mantenimiento Rutinario	60
Mantenimiento Preventivo	61
Mantenimiento Correctivo	62
Tratamientos Sugeridos de Reparación, Reconstrucción o Parcheo, Ante las Fallas Encontradas en las Vías que Comprenden el Barrio Aguas Calientes del Municipio de Cúcuta	62
Rehabilitación Estructural	62
Rehabilitación Superficial	64
Conclusiones.....	
Recomendaciones	67

Referencias Bibliográficas.....68

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Tipo de Estructura de Pavimento	45
Tabla 2 Clasificación del estado del tramo con respecto al porcentaje de afectación	46
Tabla 3 Nomenclatura Utilizadas para Nombrar las Fallas.....	47

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Localización geográfica del proyecto	19
Figura 2 Piel de Cocodrilo	24
Figura 3 Agrietamiento en bloque	25
Figura 4 Fisura de reflexión de junta	27
Figura 5 Grieta de borde.....	28
Figura 6 Fisura transversal y longitudinal	29
Figura 7 Sección típica transversal pavimento rígido.....	30
Figura 8 Sección típica transversal pavimento flexible	31
Figura 9 Sección típica transversal pavimento semi-rígido	31
Figura 10 Sección típica transversal pavimento articulado	32
Figura 11 Medición de las Vías	41
Figura 12 Vía con diferentes Tipos de Fallas	41
Figura 13 Tramo con Fallas Puntuales.....	42
Figura 14 Tramo con Pérdida de Capa Asfáltica	42
Figura 15 Tramo en Pavimento Rígido	43
Figura 16 Formato Análisis y Evaluación de Vías	44

Figura 17 Clasificación del Tipo de Estructura de Pavimento	45
Figura 18 Porcentajes según Estructura	46
Figura 19 Avenida 17 entre Calles 17 y 18	49
Figura 20 Cl 18 entre Av. 17 y 18	50
Figura 21 Av. 17 entre Cll 18 ^a y 20	51
Figura 22 Av. 17 entre Cll 21 y 22	52
Figura 23 Calle 23 entre Av 17 y 16.....	53
Figura 24 Av 17 entre Cll 23 y 24	54
Figura 25 Av. 17 entre Cll 24 y 26	55
Figura 26 Av. 17 entre Cll 26 y 28	56
Figura 27 Av. 17 entre Cll 28 y 29	57
Figura 28 Tipo de Daños Encontrados y Porcentaje de Afectación	58
Figura 29 Porcentaje de Fallas.....	58
Figura 30 Sector del Barrio Aguas Calientes en estado crítico (Av. 17 entre calles 20 y 21)	62

Introducción

La infraestructura vial tiene un vínculo directo con el desarrollo socioeconómico de un país, por lo cual es necesario que las vías se encuentren en buenas condiciones, para así mismo ofrecer a sus usuarios un paso cómodo y seguro, para ello es necesario realizar un seguimiento al estado en el que se encuentran los pavimentos, puesto que es importante determinar en qué momento de su vida útil estos requieren una intervención. Para la elaboración de este trabajo se evalúan los dos tipos de pavimentos, que conforman esta vía, los cuales, están compuestos por una capa de rodadura; en asfalto y losas de concreto, cada uno está conformado por una base y una subbase, apoyadas sobre la subrasante, ya que ayuda a disminuir las transmisiones de carga, y permite que estas puedan ser soportadas por la misma, con la finalidad de que la vía cumpla con su vida útil de diseño, teniendo en cuenta los factores externos como los son los agentes que se encuentran en el medio ambiente.

Problema

Título

Caracterización superficial de las vías localizadas entre la avenida 17, 18, 19 y las calle 17 hasta la calle 29, del Barrio Aguas Calientes municipio de Cúcuta.

Planteamiento del Problema

La infraestructura vial tiene una vinculación directa con el desarrollo social y económico de un país, ya que esta permite la comunicación entre pueblos y ciudades, así como el intercambio de bienes y servicios. Por lo tanto, es indispensable contar con redes viales en óptimas condiciones para ofrecer a los usuarios un paso cómodo y seguro.

Un gran porcentaje de las vías del Municipio de Cúcuta actualmente se encuentran en malas condiciones, por lo que se pretende estudiar una parte de la situación, brindando la evaluación del estado de un tramo de vía del municipio y establecer las posibles causas de los deterioros encontrados a lo largo del tramo vial.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar y Evaluar las vías del Barrio Aguas Calientes teniendo en cuenta el Manual de Invías, con el fin de identificar las fallas que se pueden encontrar en las vías correspondientes.

Objetivos Específicos

Analizar la información preliminar de la vía en estudio.

Identificar las diferentes fallas en el sector en estudio mediante la utilización del manual Invías, dicha identificación se realizará mediante formato llenado en campo y procesado en oficina identificar las causas que conllevan al deterioro de los pavimentos flexibles de las vías objeto de estudio que comprenden el barrio aguas calientes, municipio de Cúcuta.

Realizar observaciones de mejora o realizar recomendaciones de mejora que brinde calidad de las vías y ofrezca un mayor tiempo de vida útil favoreciendo a los usuarios confort.

Formulación del Problema

El municipio de Cúcuta cuenta con una infraestructura vial en malas condiciones, pues estas presentan diferentes tipos de deterioros, que generan inseguridad a sus usuarios. Desde este punto se origina la necesidad de crear alternativas para evaluar la condición funcional del pavimento en las vías y poder generar planes y estrategias de mejoramiento, basadas en el conocimiento del estado actual de la vía seleccionada.

La vía en estudio presenta deterioros notables, por esto se pretende realizar la evaluación del pavimento de la avenida 17 hasta la avenida 19 y las calle 17 hasta la calle 29 del barrio Aguas calientes para determinar su estado actual, facilitando realizar a futuro un plan de mantenimiento de esta vía que mejoraría la seguridad de los conductores y peatones. ¿Qué tan eficiente puede llegar hacer el estudio de pavimentos flexibles y rígidos mediante el Manual de Invías (2006) para llegar a evaluar el estado en que se encuentran estas vías y determinar las causas del deterioro?

Justificación

Este proyecto se justifica porque permite el análisis de defectos superficiales de pavimentos flexibles y rígidos en el territorio del municipio de Cúcuta, en la comunidad de Aguas Calientes, y además, con la ayuda de este estudio se logra reducir la ocurrencia de defectos en la carretera correspondientes a los sectores mencionados, tenga en cuenta que algunos defectos se pueden visualizar, pero otros se revelan mientras el vehículo está en marcha.

Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior, este proyecto contribuirá a la Universidad Francisco de Paula Santander, especialmente en cuanto a proyectos de ingeniería, ya que brindará a los futuros tecnólogos e ingenieros civiles en relación a la patología, pautas de apoyo para futuras investigaciones. En consecuencia, el análisis de la superficie de los pavimentos flexibles se considera de gran ayuda en la ingeniería de infraestructura vial y, por tanto, se convierte en una parte esencial de la protección adecuada del pavimento.

Alcances y limitaciones

Alcances

Con el siguiente proyecto se podrá obtener una evaluación de las vías y un seguimiento detallado a las fallas que se encuentran en las vías del barrio Aguas Calientes en la ciudadela de La Libertad.

Limitaciones

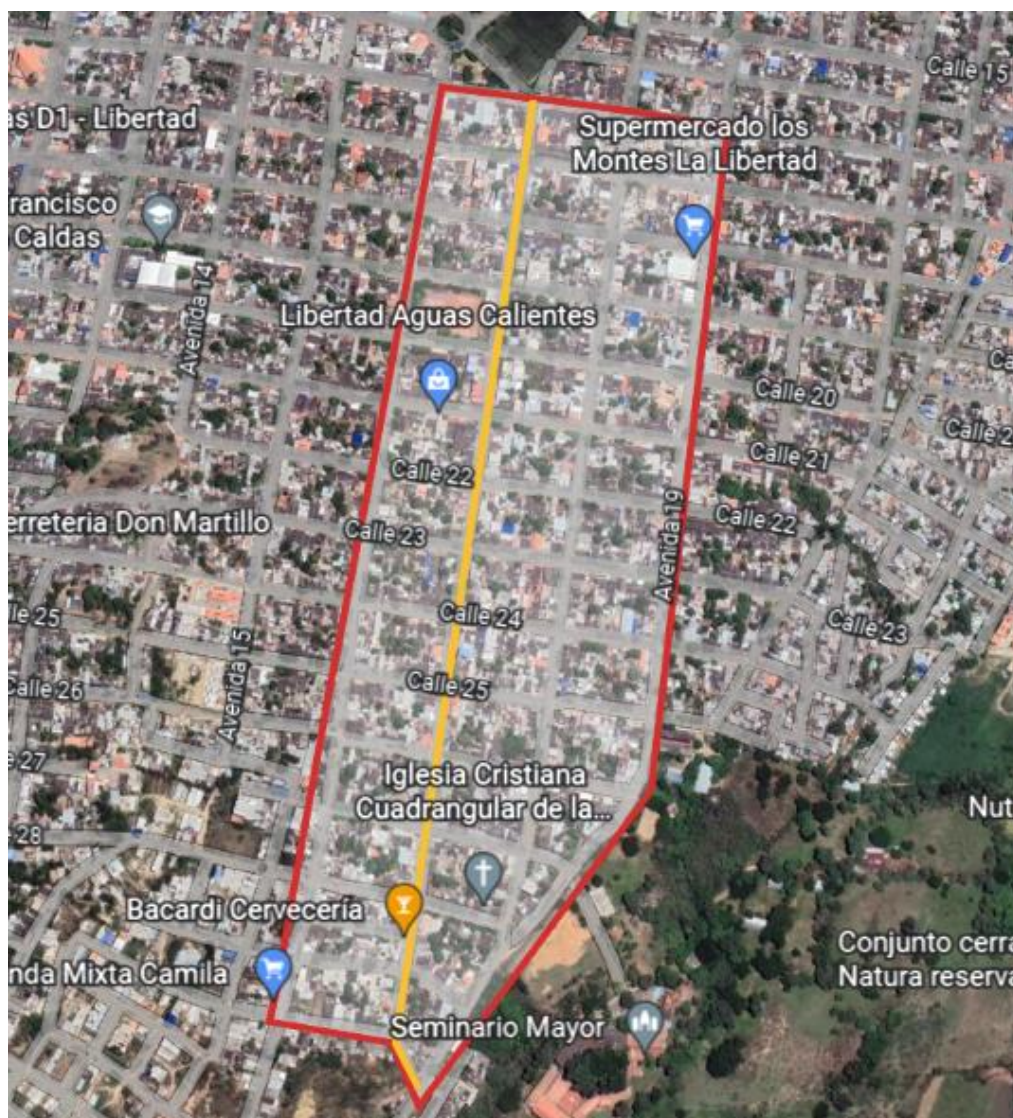
A diferencia de muchos de los proyectos, el recurso económico no es un factor limitante, pues se mantendrá un método investigativo por medio del estudiante. La cual no genera gastos mayores que pueda.

Delimitaciones

Delimitación Geográfica

Figura 1

Localización geográfica del proyecto



Fuente: Google maps.

Delimitación Temporal

Las actividades se desarrollarán en un tiempo estimado de 4 meses las cuales serán especificadas en el correspondiente cronograma.

Delimitación Conceptual

Se tendrán en cuenta conceptos en relación a:

- Pavimento rígido
- Pavimento flexible
- Evaluación superficial

Referentes Teóricos

Antecedentes

A Nivel Nacional

En la ciudad de Bogotá, Colombia, se llevó a cabo un estudio realizado por Ríos y Martínez (2012), el cual se tituló: “*Sistema de administración de pavimentos sobre la ciudad de Bogotá*”, la investigación tuvo como propósito mostrar la forma en que el gobierno local de la ciudad de Bogotá por intermedio de su Sistema de Administración de Pavimentos del IDU, pretende controlar y mantener en óptimas condiciones su Infraestructura Vial espacio público y puentes ya que es una herramienta sistematizada que presta ayuda en la evaluación tanto técnica como económica de los proyectos de mantenimiento, de la infraestructura vial y de espacio público de la ciudad.

García et al. (2014), desarrollaron un estudio en el 2014 en Risaralda titulado “*Diagnóstico visual del estado actual de los pavimentos en la comuna Boston, barrio Providencia comprendido entre la carrera 21 bis a la 19 y las calles 20 hasta la 24 de la ciudad de Pereira, Risaralda*”. Este proyecto de grado consistió en realizar un diagnóstico a partir de la inspección visual de la estructura vial del barrio Providencia, sector perteneciente a la comuna Boston de la ciudad de Pereira (Risaralda), donde se ofrece una información actualizada del estado de las vías e identificar, los deterioros superficiales de los pavimentos mediante un registro visual, diferenciando los tipos de fallas y clasificando sus niveles de severidad y las necesidades de mantenimiento. Para el análisis se dividieron los tramos por calles, carreras y esquinas, teniendo como base el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles del INVIAS, adaptándolo específicamente al barrio Providencia, permitiendo así tener

datos para la elaboración de los presupuestos de valoración y reparación de cada una de las calles, carreras y esquinas.

A Nivel Regional

En la ciudad de Cúcuta se encontró una investigación realizada por Pabón y Salazar (2015) que titularon “*Diagnosticar el estado actual de los tramos críticos de cuatro kilómetros de la infraestructura vial vía panamericana Cúcuta (barrio el cerrito)- corregimiento de San Faustino y definir posibles soluciones para mejoramiento*”. El presente estudio busco diagnosticar la infraestructura vial, correspondiente a 4 kilómetros de la vía Cúcuta San Faustino, el mismo se realizó mediante la recopilación de información como: conteos de tránsito, investigación del subsuelo, toma de muestra, visitas de campo y registros fotográficos entre otros, se buscó establecer condiciones actuales del sector en estudio, además de identificar factores influyentes en la gestión de pavimentos y planteando alternativas de diseño para la estructura de la vía. Así mismo se presentan las alternativas recomendadas, desde el punto de vista técnico, y de esta manera que el diseño propuesto contribuya a un buen nivel de servicio de la vía, y garantizar mejores condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios.

Marco Teórico

Se define como el conjunto de daños que disminuyen la serviciabilidad y funcionalidad del pavimento y son de distinto origen y naturaleza; entre las que cabe destacar las siguientes:

- Incremento de las cargas y su frecuencia con respecto al diseño inicial.
- Deficiencias durante la construcción, referente a la calidad de los materiales, espesores de capas y operaciones de construcción.

- Diseños deficientes, métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad (Incorrecta valoración de las características de los materiales, incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el periodo de diseño del pavimento).
- Factores climáticos regionales desfavorables por ejemplo elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial.
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos y otros.

Clasificación de fallas

Piel de cocodrilo

Grietas interconectadas de diferentes tamaños, de forma poligonales, similares a la piel de un cocodrilo. Pueden deberse a fatiga de la carpeta asfáltica, bajo la acción repetida de las cargas de tránsito. Ocurre en áreas sometidas a cargas de tránsito.

Niveles de severidad.

- **Leve.** Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas y poseen anchos menores a 10 mm.
- **Medio.** Red de grietas ligeramente descascaradas y con anchos entre 10 a 25 mm.
- **Alto.** Grietas severamente descascaradas de más de 25 mm de ancho.

Medida. Metros cuadrados de área afectada. De identificarse dos o tres niveles de severidad coexistiendo en un área y de poder ser diferenciados con facilidad deben medirse por separado, caso contrario calificar con el mayor nivel de severidad presente.

Figura 2

Piel de Cocodrilo



Las opciones de reparación que tenemos para el nivel de severidad leve es dejar la falla sin realizar ninguna técnica de reparación o aplicar un sello superficial o sobre-carpeta. Para los niveles de severidad medio y alto se puede realizar parches, sobre-carpeta y por último la reconstrucción de la zona afectada.

Fisura en bloque

Serie de fisuras interconectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de unos 30 x 30 cm. a 3 x3 metros. Las posibles causas son la contracción del concreto asfáltico y los ciclos diarios de temperatura (Ciclos diarios de esfuerzo/deformación unitaria). Cabe mencionar que este tipo de fallas no está asociado a las cargas de tránsito que afectan las capas de rodadura. También asociado al envejecimiento del asfalto. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento.

Niveles de severidad.

- **Baja:** Definidos por fisuras de baja severidad. Fisuras de ancho menor a 10 mm, espaciadas entre sí, pero interconectadas.

- **Medio:** Definidos por fisuras de mediada severidad. Las grietas interconectadas con anchos entre 10 y 25 mm.
- **Alta:** Definidos por fisuras de alta severidad. Grietas múltiples interconectadas de anchos mayores a 25 mm.

Medida. El agrietamiento en bloque se mide en metros cuadrados de área afectada. Sin en cualquier área de la sección de pavimento se identifican distintos niveles de severidad de este tipo de falla deberán delimitarse para poder medirse por separado.

Figura 3

Agrietamiento en bloque



Para realizar reparaciones de esta falla en nivel de severidad leve se puede sellar grietas o realizar un riego de sello. Por otro lado, para los otros dos niveles se puede aplicar también sellado de grietas, reciclado superficial, escarificado en caliente y sobre-carpeta.

Fisuras de Reflexión de Junta

Son grietas transversales y longitudinales producidas por la reflexión de las juntas del pavimento rígido a la superficie de asfalto. Las fisuras por reflexión de juntas son causadas

principalmente por el movimiento de las losas de concreto por debajo de la superficie asfáltica, ante los cambios térmicos y de humedad, sin relacionarse con las cargas de tránsito a la que son sometidos.

Niveles de severidad

- **Baja:** Fisuras sin sellar, ancho promedio menor a 10mm, sin descascaramiento o fisuras selladas, de cualquier ancho, con sello satisfactorio. No provocan golpeteo cuando se circula en vehículo.
- **Medio:** Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad.
- **Alto:** Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno rodeada de fisuras de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.

Medida. Se mide en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado.

Figura 4

Fisura de reflexión de junta



Las opciones de reparación para el nivel de severidad leve es el sellado, para el nivel moderado es sellado de grietas y parche. Por último, para el nivel severo es realizar parche o reconstrucción de la junta.

Fisura de Borde

Las grietas de borde son paralelas y están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde del pavimento. Se acelera por las cargas de tránsito y se puede originar por debilitamiento de la base o sub-rasante próxima al borde del pavimento (Falta de confinamiento o compactación de las capas inferiores a la de rodadura) y por condiciones climáticas (Drenaje inadecuado).

Niveles de severidad.

- **Baja:** Se da un bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento
- **Medio:** Se da un bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento
- **Alto:** Existe una desintegración considerable a lo largo del borde

Medida. La grieta de borde se mide en metros lineales

Figura 5

Grieta de borde



En nivel de severidad leve no se hace nada o se aplica sellado de grietas. Para el nivel moderado se realiza sellado de grietas y parche. Para el nivel severo se realiza parche.

Fisuras Transversales y Longitudinales

Las fisuras longitudinales son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida. Las transversales, en cambio, son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección de construcción. Las causas son fatiga en huella de llantas y la contracción de la superficie del asfalto debido a los cambios de temperatura, endurecimiento del asfalto o también por una fisura de reflejo que se produce debajo de la superficie de uso.

Niveles de severidad.

- **Baja:** Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (Relleno en buenas condiciones).
- **Medio:** Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75 mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras en forma aleatoria, de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho

rodeada de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria.

- **Alta:** Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado. Estas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. Cada porción de fisura con distinto nivel de severidad debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

Figura 6

Fisura transversal y longitudinal



Las fallas en nivel leve se pueden dejar tal como están o se realiza un sellado. Para los otros dos niveles además del sellado de grietas, se puede realizar parches.

Marco Conceptual

Pavimentos. Los pavimentos son estructuras que consisten en capas superpuestas de materiales procesados por encima del terreno natural con el fin de distribuir las cargas aplicadas por un vehículo a la sub-rasante. Asimismo, es una superficie que debe brindar comodidad y

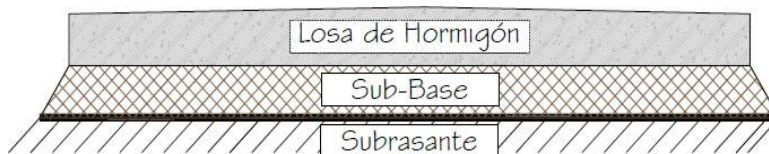
seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad de manejo aceptable, adecuada resistencia al deslizamiento, apropiados niveles de reflejo de luz y un nivel bajo de ruido¹.

Tipos de pavimentos. Se presentan principalmente 4 tipos de pavimentos, los cuales son flexibles, rígidos, semi-rígidos y articulados. Se diferencian por la estructura y las capas que las conforman. Asimismo, como se transmiten los esfuerzos y deflexiones a las capas subsecuentes.

Un pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico con o sin acero. Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre la sub-base y estas sobre la sub-rasante. Tiene costos iniciales de construcción altos en comparación con los pavimentos flexibles y su periodo de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo, primordialmente en las juntas.

Figura 7

Sección típica transversal pavimento rígido

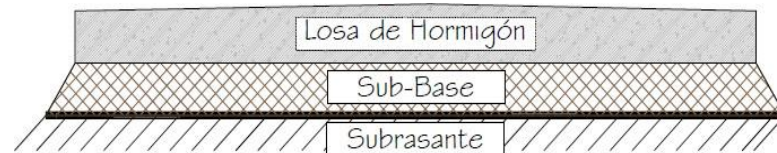


Por otro lado, un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Este pavimento está compuesto de una carpeta asfáltica, base granular y capa de sub-

base. Es más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de 10 a 15 años. Requiere de un mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

Figura 8

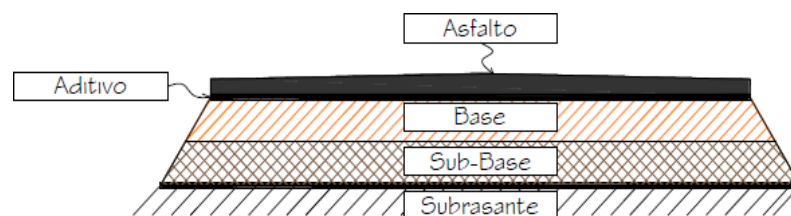
Sección típica transversal pavimento flexible



Los pavimentos semi-rígidos contienen la misma estructura que los flexibles, con la variación que se rigidiza artificialmente una de las capas con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; incrementando la capacidad portante del suelo. Dentro de este tipo están incluidos los pavimentos compuestos, los cuales combinan tipos de pavimentos flexibles y rígidos, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima.

Figura 9

Sección típica transversal pavimento semi-rígido

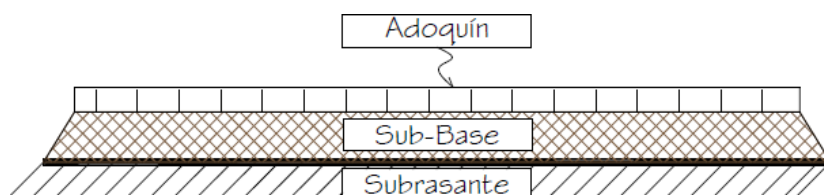


Por último, tenemos a los pavimentos denominados articulados, cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concretos prefabricados, iguales entre sí y de un

espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante.

Figura 10

Sección típica transversal pavimento articulado



A continuación, describiremos las capas que conforman generalmente a los pavimentos flexibles, debido a que el tema gira en torno a este tipo de pavimento.

Sub rasante. Es la capa más profunda de toda la estructura que conforman al pavimento. Estos suelos pertenecientes a la sub rasante serán adecuados y estables con CBR4 igual o mayor a 6%. En el caso que sea menor (sub rasante pobre o inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual se tendrá que analizar alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo de suelo, estabilización química de suelo, estabilización con geosintéticos, entre otros, eligiendo la alternativa más conveniente en cuanto a lo técnico y económico. Se apoya sobre el terreno natural de fundación.

Sub-base. Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($CBR \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento.

Base granular. Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Esta capa será de material granular ($\text{CBR} \geq 80\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento. A su vez esta capa debe ser de mejor calidad y granulometría que la sub-base.

Carpeta asfáltica. Es la capa superior del pavimento flexible y es colocada sobre la base granular con la finalidad de sostener directamente el tránsito. Asimismo, es la capa de mejor CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California): Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para sub-rasante, sub base y base de pavimentos, calidad debido a que debe ofrecer características como fricción, suavidad, control de ruido y drenaje.

Emergencia. Relleno de huecos con mezclas asfálticas en frío o en caliente y eventualmente concreto Portland, materiales granulares, etc. Se ejecutan con poca o ninguna preparación del área afectada.

Superficie. No requiere remoción del pavimento. Consiste en sellar mediante la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica (en frío o en caliente) áreas localizadas que presenten agrietamientos, deformaciones, hundimientos y/o disgregación. El procedimiento consiste en limpiar la superficie, aplicar el riego asfáltico, extender y compactar la mezcla de espesores por lo general entre 2 y 4 cm.

Carpeta. Considera la remoción parcial o total de la capa asfáltica en la zona afectada, limpieza y conformación (de ser necesaria) de la superficie de apoyo, aplicación de un riego de

adherencia, el cual puede suprimirse en algunos casos a juicio del Ingeniero, relleno y compactación de la mezcla asfáltica de reposición.

Marco Legal

Capítulo I. Generalidades

Artículo 1º. El tema objeto del trabajo de grado debe corresponder a las líneas de investigación y/o Programas de Extensión del Plan de Estudio al que pertenezca el estudiante.

Artículo 2º. Para guía del estudiantado en la selección del tema de Trabajo de Grado, el Comité Curricular, semestralmente, hará público el banco de proyectos inherentes a las líneas de investigación y proyectos de extensión que le son pertinentes a los planes de estudio en mención.

Artículo 3º. Para trabajos de grado, el número de estudiantes que puede adelantar un determinado proyecto será decidido por el Comité Curricular, de acuerdo a la modalidad del Proyecto, como también a la complejidad y magnitud del mismo.

Artículo 4º. Todo estudiante deberá presentar ante los Comités Curriculares de los respectivos Planes de Estudio un Anteproyecto del Trabajo de Grado, independientemente de la modalidad en que se realice el mismo, de conformidad con los lineamientos señalados en este Reglamento.

Parágrafo 1º. El Comité Curricular decidirá en forma escrita, en un lapso no mayor quince (15) días hábiles, la aprobación o no del Anteproyecto presentado a su consideración.

Parágrafo 2º. Ningún Trabajo de Grado puede iniciarse sin haber sido autorizado.

Las recomendaciones de ajuste y/o modificación al Anteproyecto del Trabajo de grado, deben ser efectuadas y presentadas nuevamente al comité curricular. Una vez presentadas las correcciones, este tendrá un plazo de quince días hábiles para aprobar o rechazar el anteproyecto.

Artículo 5. Los trabajos de carácter interdisciplinario en los que participen alumnos de otras disciplinas, deberán contar con el aval de los respectivos Comités Curriculares de los programas académicos a los cuales pertenezcan los distintos proponentes.

Artículo 6º. El Director de Trabajo de Grado debe ser profesional universitario en el área del conocimiento teórico y/o práctico de que trata el proyecto a realizar y puede o no estar vinculado a la Universidad.

Parágrafo 1º. En caso de Trabajos de Grado en la modalidad Extensión, el Director deberá tener o no vínculo laboral con la Universidad, sin embargo, debido al alto compromiso, dedicación y seguimiento que demandan los procesos que se desarrollan en esta modalidad, se deberá contar con un asesor que tenga vínculo con la Universidad.

Parágrafo 2º. El director y Asesores del Trabajo de Grado serán de libre elección del estudiante y el Comité Curricular podrá aceptar o no, al director y los asesores de trabajo de grado.

Artículo 7º. El Jurado Evaluador de Trabajos de Grado estará integrado por tres (3) profesionales, dos de los cuales deberá ser del área de formación o campo del conocimiento al que pertenece el tema del proyecto; por lo menos uno de los jurados, deberá estar vinculado con la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente. Sus funciones son las establecidas en el estatuto estudiantil vigente.

Artículo 8º. La fecha de sustentación final del Trabajo de Grado podrá ser fijada, previo aval del director del Proyecto de grado, previa certificación del director del Plan de Estudio, de que el alumno ha culminado exitosamente todos los componentes curriculares del programa académico distintos al Proyecto de Grado.

Parágrafo. La sustentación del informe final de todo Trabajo de Grado es pública y de libre acceso y participación de la comunidad en general. La calificación de la sustentación es exclusiva del Jurado.

Artículo 9º. El jurado calificador deberá levantar un Acta de sustentación del trabajo de Grado, consignar en ella la calificación definitiva para cada autor del proyecto y las observaciones a que dé lugar.

Parágrafo. Si en razón de la calidad de un trabajo de Grado el jurado calificador juzga que el mismo merece calificación meritoria o laureada de acuerdo al reglamento estudiantil, deberá en forma motivada, presentar tal recomendación ante los Comités Curriculares comprometidos quienes previa evaluación de la motivación dada por el jurado sustentará en forma escrita esta calificación ante el Consejo de Facultad y posteriormente ante el Consejo Académico para su correspondiente decisión.

Capítulo II. Del Proyecto de Investigación

Artículo 10º. Es requisito indispensable para iniciar el trabajo de grado en la modalidad de investigación (monografía, trabajo de investigación y sistematización de los conocimientos) haber cursado por lo menos el 60% de los créditos del plan de Estudio.

Artículo 11°. El Comité Curricular nombrará los jurados calificadores una vez el estudiante presente el informe final avalado por el director.

Artículo 12°. El Anteproyecto para trabajos de investigación en cualquiera de sus modalidades debe desarrollar en forma muy clara los siguientes contenidos, siguiendo las normas establecidas por el ICONTEC, para la presentación de trabajos científicos.

Artículo 13°. La calificación final de un Proyecto de investigación es el promedio de las respectivas calificaciones dadas por cada uno de los jurados calificadores a cada estudiante.

Parágrafo 1°. Para otorgar calificación a la sustentación oral de un proyecto de investigación, el jurado evaluador, además de los dispuestos en la mencionada normatividad, tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

- Dominio del tema por parte de cada autor.
- Destreza metodológica para la exposición.
- Utilización de ayudas pedagógicas.
- Dominio del Auditorio.
- Fluidez comunicativa y pertenencia del vocabulario utilizado en la exposición.
- Calidad de las respuestas a interrogantes del jurado y/o Auditorio.

Capítulo III. Del Proyecto de Extensión

Artículo 14°. Para los trabajos dirigidos, pasantías, trabajo social y labores de consultoría contemplados en la modalidad del proyecto de extensión, se exige que el estudiante haya cursado por lo menos el 60% de los créditos del Plan de Estudios.

Parágrafo 1º. Para lo anterior se requiere igualmente haber cursado y aprobado las asignaturas que garanticen el conocimiento científico y las habilidades requeridas para el desempeño óptimo en el área seleccionada a juicio del Comité Curricular.

Parágrafo 2º. La ejecución de estas modalidades del proyecto de extensión por parte del alumno no debe interferir con el desenvolvimiento académico en las asignaturas que todavía esté cursando.

Parágrafo 3º. El estudiante deberá acogerse a la normatividad que tenga la Empresa o Institución de interés.

Artículo 15º. Al momento de ser aprobado el anteproyecto, el Comité Curricular procederá a nombrar los jurados calificadores.

Artículo 16º. Durante el desarrollo de los proyectos de grado modalidad extensión, los autores del mismo deberán presentar, a consideración y aval del director del trabajo y del Jurado calificador, 2 informes de avance, de conformidad con la programación aprobada en el anteproyecto.

Parágrafo 1º. El jurado calificador y director del trabajo deberán verificar que el trabajo de grado cumple de conformidad con lo dispuesto en el anteproyecto aprobado por el Comité Curricular.

Parágrafo 2º. El Jurado calificador deberá conceptuar, en forma escrita sobre la calidad del informe, destacando que este cumpla o no con los objetivos propuestos en el anteproyecto y señalando en casos necesarios, los ajustes o recomendaciones a que haya lugar. Tales

observaciones deben ser dadas al alumno, en los quince (15) días hábiles siguientes a la entrega del informe por parte de aquel. El jurado debe emitir un concepto cualitativo sobre el informe evaluado.

Artículo 18°. Para la calificación definitiva en los Proyectos de extensión los jurados tendrán en cuentas la calidad de cada uno de los respectivos avances y la sustentación del informe final correspondiente.

Parágrafo 1°. Dentro de las calificaciones de las pasantías se considerará además el desempeño profesional y la actitud comportamental del estudiante.

Artículo 19°. Para lo no dispuesto en este acto administrativo y complementar lo escrito, el Comité Curricular se regirá por lo señalado en el Estatuto Estudiantil y en las normas que lo complementan

Metodología

Tipo de Investigación

El tipo de investigación a emplear en la presentación del proyecto es el método descriptivo, el cual permitirá recopilar los datos e informar apropiadamente los resultados obtenidos durante el transcurso del trabajo dirigido.

Población y Muestra

Población

El total de beneficiarios del proyecto son 10000 personas del barrio aguas calientes.

Muestra

Corresponderá a una parte de los habitantes del municipio con recursos económicos adecuados para el beneficio de la vivienda.

Técnicas e Instrumentos para Recolección de Información

Fuentes Primarias

Asesoría técnica obtenida del director y de los profesionales de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Fuentes Secundarias

Manual Invías, Biblioteca Cote Lamus.

Resultados

Medición de las Vías

Figura 11

Medición de las Vías

NOMENCLATURA DEL TRAMO	LONGITUD	ANCHO DEL TRAMO
Avenida 17 entre calles 17 y 18	70,2	9
Calle 18 entre avenida 17 y 18	60,3	8,2
Avenida 17 entre calles 17 y 18	124,4	8,6
Avenida 17 entre calles 21 y 22	193,74	8,4
Calle 23 entre avenida 17 y 16	64,6	8,2
Avenida 17 entre calles 23 y 24	89,2	8,2
Avenida 17 entre calles 24 y 26	170,4	8,1
Avenida 17 entre calles 26 y 28	146,8	8,2
Avenida 17 entre calles 28 y 29	86,4	8,2

Con el fin de determinar los grados de afectación, así como, el tipo de estructura de pavimentos presente en el Barrio Aguas Calientes, se procedió a realizar la recopilación de datos a través de un proceso de inspección visual.

Registro Fotográfico

Figura 12

Vía con diferentes Tipos de Fallas



En la Figura 12 se puede apreciar la vía que presenta diferentes tipos de fallas como escarreamiento, pérdida del agregado se ve en la imagen, producto de deterioro por no hacer mantenimientos preventivos.

Figura 13

Tramo con Fallas Puntuales



En la Figura 13, se puede apreciar el tramo con fallas puntuales como se ven esos baches donde se pierde la capa de rodadura y se ve expuesta la subrasante, se evidencia un desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

Figura 14

Tramo con Pérdida de Capa Asfáltica



En la Figura 14, se puede apreciar el tramo con pérdida de capa asfáltica producto de escorrentía ya que su pendiente es bastante pronunciado, como se nota en la imagen presenta una losa en concreto en su parte inferior.

Figura 15

Tramo en Pavimento Rígido



En la Figura 15, se puede apreciar el tramo en pavimento rígido, presenta fisuras en sus esquinas y desgates de la losa producto de su mane de aguas ya que en la parte superior baja un canal de aguas lluvias la cual esa vía maneja el mayor de flujo de guas de la zona.

Análisis y Evaluación de las Vías

Para este fin, se plantea un formato basado en la metodología aplicada en el manual para la inspección visual de pavimento (Rígidos y Flexibles) de INVIAS, donde se registra la información sobre cada patología de la vía (Puntos de Referencia, localización, tipo, porcentaje de afectación, estado, daño, severidad, longitud, ancho, etc...).

- La longitud total de los trayectos o tramos levantados del casco urbano es de 1 Km, es importante destacar que para obtener dicho valor se hizo un diagnóstico a todas las vías Principales, en la siguiente Tabla 1, se detalla los tipos de pavimentos, longitud en metros y el porcentaje correspondiente:

Tabla 1

Tipo de Estructura de Pavimento

Tipo de Pavimento	Longitud (m)	%
Rígido	124,9	12.4
Flexible	881,14	87.6
Total	1006,04	100

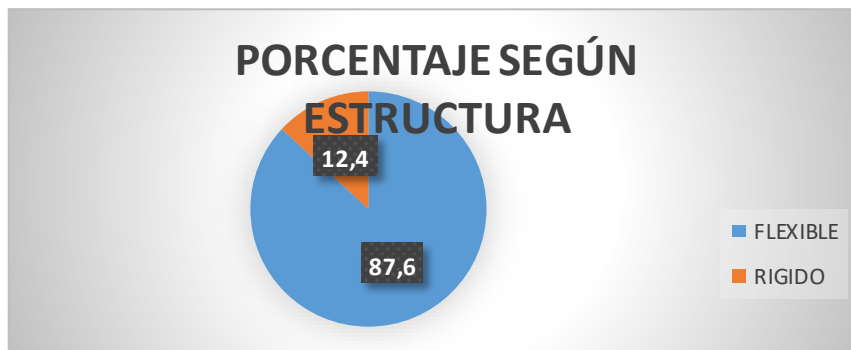
Según la Tabla 2, se puede evidenciar que el pavimento flexible tiene una longitud de 881,14 metros y los Rígidos 124,9 metros.

Figura 17

Clasificación del Tipo de Estructura de Pavimento



Así mismo se puede calcular el porcentaje en que se distribuye cada tipo de pavimento donde se dedujo que el 87,6% es Flexible, el 12,4% Rígido.

Figura 18*Porcentajes según Estructura***Tipo de Daños Encontrados y Porcentaje de Afectación**

Análisis de Datos. Con el fin de analizar los datos obtenidos y tabulados a través de la información levantada en la inspección visual y digitalizada en los formatos, se procede a realizar una hoja de cálculo para cada tramo, para así determinar los tipos de daños, la cantidad de losas afectadas, la severidad y el área de afectación, con el objetivo de calcular el porcentaje de afectación por cada tramo. Además, para darle claridad en donde se presentan estas afectaciones viales evidencia con el registro fotográfico.

Tabla 2*Clasificación del estado del tramo con respecto al porcentaje de afectación*

Estado	Condición	Color
Bueno	Sí el % de afectación es = 0	Verde
Regular	Sí el % de afectación es \leq de 20	Amarillo
Malo	Sí el % de afectación es \geq de 20	Rojo

Tabla 3*Nomenclatura Utilizadas para Nombrar las Fallas*

DSU	Desgaste Superficial
DC	Descascaramiento
PA	Perdida de Agregado
PCH	Parcheo
BCH	Bacheo
OND	Ondulaciones
FL/FT	Fisura longitudinal o fisura transversal
FCL/FCT	Fisura en junta de Construcción
FB	Fisura en Bloque
FDC	Fisura por Desprendimiento de Capas
GE	Grieta esquina
GL	Grieta longitudinal
GB	Grieta en bloque
DE	Descascaramiento
FR	Fisuración por Retracción.

¿Por qué se originan fallas en el pavimento? El pavimento es la columna vertebral de una ciudad, es lo que permite la buena vialidad de sus habitantes en todo tipo de vehículos, sin embargo, su estado afecta directamente al tránsito y un simple bache puede convertir a una avenida en caos. Por esta razón es muy importante monitorear el suelo para prevenir que el desgaste del suelo genere cualquier tipo de imprevistos.

Para poder anticipar cualquier falla es necesario conocer los tipos de pavimento y sus fallas.

Pavimentos flexibles o carpeta asfáltica. Este tipo de pavimento por lo general puede presentar desprendimiento de agregados, una falla que se origina por la falta de cemento asfáltico o poca cohesión entre el material pétreo y el asfalto. Este tipo de desgaste se puede prevenir

aplicando una dosificación de agregados/cemento asfáltico o de ser necesario, algún aditivo que ayude a una mejor adherencia entre sus componentes.

También pueden ocurrir desplazamientos y/o ondulaciones de la carpeta asfáltica gracias a un exceso del cemento asfáltico o la aplicación de un agregado pétreo equivocado, es decir, uno con poca estabilidad o de un espesor muy fino. Para evitarlo, es necesario elaborar un diseño adecuado de mezcla asfáltica que vaya acorde a la calle o avenida a pavimentar.

Otro caso común del desgaste de pavimento son las canalizaciones o roderas y tienden a aparecer cuando se asfalta en una estructura inadecuada, con poca estabilidad y/o con una compactación deficiente de sus elementos o fallas en las capas inferiores de la carpeta asfáltica.

Por último, podemos encontrar la piel de cocodrilo, un defecto que nace de un soporte deficiente de la base o por el envejecimiento del asfalto por el tráfico o simplemente por un espesor inadecuado en la carpeta asfáltica.

A continuación, encontraremos las evaluaciones superficiales de las diferentes vías en pavimento flexible intervenidas:

Figura 19

Avenida 17 entre Calles 17 y 18




LOCALIZACION				FORMATO DE ANALISIS										
AV 17 ENTRE CALLE 17 Y 18														
DIMENSIONES DEL TRAMO				SEVERIDAD SEGUN EL TIPO DE FALLA				DIMENSIONES DE FALLA						
PR- INICIAL	PR-FINAL	Ancho Calzada	Area del Tramo(M2)	Cantidad Fallas en el Tramo	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	Largo (m)	Ancho(m)	Total(m)	Area total Afectada del Tramo(m2)	
0+000	70,2	9	631,8	7	PA	2			2	2	1,5	3	119	
					DSU	2			2	2	2	4		
					DC	2			2	3	2	6		
					DE	1			1	5	0,8	4		
									TOTAL	7				
				% Afectado	18,835074					Estado:				
REGISTRO FOTOGRAFICO														
														
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA							Revisado por: ING CARLOS FAJARDO							

Figura 20*Cl 18 entre Av. 17 y 18*



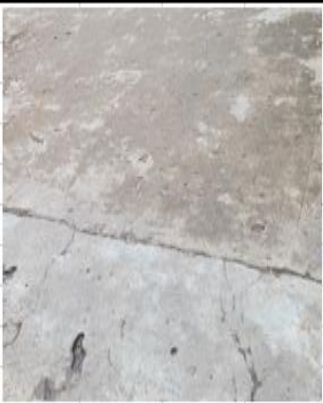


		CARACTERIZACION SUPERFICIAL DE LA VIAS LOCALIZADAS ENTRE LA AVENIDA 17, 18, 19 Y LAS CALLE 17 HASTA LA CALLE 29, DEL BARRIO AGUAS CALIENTES MUNICIPIO DE CUCUTA, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER											
LOCALIZACION				FORMATO DE ANALISIS									
CL 18 ENTRE AV 17 Y 18													
DIMENSIONES DEL TRAMO				Cantidad De Losas afectadas				DIMENSIONES DE FALLA				Area total Afectada del Tramo(m2)	
ANCHO	LONGITUD	AREA TOTAL(m2)	NUMERO DE LOSAS	NUMERO DE LOSAS AFECTADAS	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	AREA AFECTADA * TIPO DE DAÑO (M2)			
8,2	60,3	494,46	54	36	GE		3		3	5	2	30	274,6
					GL	4		2	6	4	3	72	
					GB	3	4		7	4	2,5	70	
					DE	5	1		6	2,3	5	69	
					FR	6		2	8	1,5	2,8	33,6	
TOTAL													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> % Afectado <input type="text" value="55,535331"/> Estado: <input style="background-color: red; color: red;" type="text"/> </div>													
REGISTRO FOTOGRAFICO													
													
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA						Revisado por:				ING. CARLOS FAJARDO			

Figura 21

Av. 17 entre Cll 18ª y 20




LOCALIZACION				FORMATO DE ANALISIS										
AV 17 ENTRE CALLES 18A Y 20														
DIMENSIONES DEL TRAMO				SEVERIDAD SEGUN EL TIPO DE FALLA				DIMENSIONES DE FALLA						
PR- INICIAL	PR-FINAL	Ancho Calzada	Area del Tramo(M2)	Cantidad Fallas en el Tramo	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	Largo (m)	Ancho(m)	Total(m)	Area total Afectada del Tramo(m2)	
0+000	124,4	8,6	1069,84		BCH	2		2	3	3,2	5	16	230,14	
					DC	3	1		4	40	2,3	92		
					DC	5			5	25	3,4	85		
					BCH	1	2		3	3,4	2,1	7,14		
					DCU	3	1		4	10	3	30		
TOTAL														
		% Afectado	21,511628					Estado:	MALO					
REGISTRO FOTOGRAFICO														
														
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA							Revisado por: ING. CARLOS FAJARDO							

Figura 22

Av. 17 entre Cl 21 y 22




LOCALIZACION					FORMATO DE ANALISIS									
AV 17 ENTRE CL 21 Y 22														
DIMENSIONES DEL TRAMO					SEVERIDAD SEGUN EL TIPO DE FALLA				DIMENSIONES DE FALLA					
PR- INICIAL	PR-FINAL	Ancho Calzada	Area del Tramo(M2)	Cantidad Fallas en el Tramo	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	Largo (m)	Ancho(m)	Total(m)	Area total Afectada del Tramo(m2)	
0+000	193,74	8,4	1627,416	18	PA	2	3		5	12	3,3	39,6	335,8	
					SU	2		2	4	20	4	80		
					DSU	1			1	30	4,6	138		
					PCH	3	2	6	11	34	2,3	78,2		
					TOTAL	21								
					% Afectado	20,633937			Estado:	MALO				
REGISTRO FOTOGRAFICO														
														
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA							Revisado por: ING CARLOS FAJARDO							

Figura 23

Calle 23 entre Av. 17 y 16


LOCALIZACION					FORMATO DE ANALISIS									
CL 23 ENTRE AV 17 Y 16														
DIMENSIONES DEL TRAMO					Cantidad De Losas afectadas				DIMENSIONES DE FALLA					
ANCHO	LONGITUD	AREA TOTAL(m2)	NUMERO DE LOSAS	NUMERO DE LOSAS AFECTADAS	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	AREA AFECTADA * TIPO DE DAÑO (M2)			Area total Afectada del Tramo(m2)	
8,2	64,6	529,72	54	36	GE		3		3	5	2	30	243,3	
					GL	4		2	6	4	3	72		
					GB	3	4		7	3	2,5	52,5		
					DE	5	1		6	2,3	4	55,2		
					FR	6		2	8	1,5	2,8	33,6		
TOTAL														
		% Afectado	45,929925				Estado:							
REGISTRO FOTOGRAFICO														
														
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA						Revisado por: ING. CARLOS FAJARDO								

Figura 24

Av. 17 entre Cll 23 y 24




LOCALIZACION				FORMATO DE ANALISIS																																					
AV 17 ENTRE CALLE 23 Y 24																																									
DIMENSIONES DEL TRAMO				SEVERIDAD SEGUN EL TIPO DE FALLA				DIMENSIONES DE FALLA																																	
PR- INICIAL	PR-FINAL	Ancho Calzada	Area del Tramo(M2)	Cantidad Fallas en el Tramo	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	Largo (m)	Ancho(m)	Total(m)	Area total Afectada del Tramo(m2)																												
0+000	89,2	8,2	731,44		FB	2		1	3	3	1,8	10,8	258,8																												
					OND	1		2	3	4	8	32																													
					DC	2			2	20	4,5	180																													
					FL	3			3	12	1	36																													
TOTAL																																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>% Afectado</td> <td style="border: 1px solid black;">35,38226</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Estado:</td> <td style="background-color: red; width: 50px; height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																														% Afectado	35,38226						Estado:				
		% Afectado	35,38226						Estado:																																
REGISTRO FOTOGRAFICO																																									
																																									
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA							Revisado por: ING. CARLOS FAJARDO																																		

Figura 25

Av. 17 entre Cll 24 y 26




LOCALIZACION					FORMATO DE ANALISIS								
AV 17 ENTRE CALLES 24 Y 26													
DIMENSIONES DEL TRAMO					SEVERIDAD SEGUN EL TIPO DE FALLA				DIMENSIONES DE FALLA				
PR- INICIAL	PR-FINAL	Ancho Calzada	Area del Tramo(M2)	Cantidad Fallas en el Tramo	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	Largo (m)	Ancho(m)	Total(m)	Area total Afectada del Tramo(m2)
0+000	170,4	8,1	1380,24	22	BCH	2	3		5	23	4	92	319,2
					DC	4	2		6	20	5,6	112	
					DC	3		2	5	18	3,2	57,6	
					BCH	2		1	3	16	3,6	57,6	
TOTAL									11				
		% Afectado	23,126413				Estado:						
REGISTRO FOTOGRAFICO													
													
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA							Revisado por: ING. CARLOS FAJARDO						

Figura 26

Av. 17 entre Cll 26 y 28




LOCALIZACION					FORMATO DE ANALISIS								
AV 17 ENTRE CALLES 26 Y 28													
DIMENSIONES DEL TRAMO					SEVERIDAD SEGUN EL TIPO DE FALLA				DIMENSIONES DE FALLA				
PR- INICIAL	PR-FINAL	Ancho Calzada	Area del Tramo(M2)	Cantidad Fallas en el Tramo	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	Largo (m)	Ancho(m)	Total(m)	Area total Afectada del Tramo(m2)
0+000	146,8	8,2	1203,76	26	PA	5	2		7	35	4	140	297,5
					DSU	4		1	5	25	4,3	107,5	
					PCH	7	3		10	10	3	30	
					BCH	3		4	7	5	4	20	
TOTAL 29													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> % Afectado 24,714229 Estado: MALO </div>													
REGISTRO FOTOGRAFICO													
													
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA							Revisado por: ING. CARLOS FAJARDO						

Figura 27

Av. 17 entre Cll 28 y 29




LOCALIZACION					FORMATO DE ANALISIS								
AV 17 ENTRE CALLES 28 Y 29													
DIMENSIONES DEL TRAMO					SEVERIDAD SEGUN EL TIPO DE FALLA				DIMENSIONES DE FALLA				
PR- INICIAL	PR-FINAL	Ancho Calzada	Area del Tramo(M2)	Cantidad Fallas en el Tramo	Tipo de Falla	Alta	Media	Baja	Total	Largo (m)	Ancho(m)	Total(m)	Area total Afectada del Tramo(m2)
0+000	86,4	8,2	708,48	22	PA	4	1		5	15	4	60	148
					DSU	3		1	4	20	2	40	
					PCH	7	1		8	10	2,8	28	
					BCH	3		4	7	5	4	20	
TOTAL									24				
		% Afectado	20,889792			Estado:	MALO						
REGISTRO FOTOGRAFICO													
													
Elaborado por: KEVIN SAMUEL MONSALVE RUEDA							Revisado por: ING. CARLOS FAJARDO						

Figura 28

Tipo de Daños Encontrados y Porcentaje de Afectación

TIPO DE FALLA	SIGLA	PORCENTAJE
PERDIDA DE AGREGADO	PA	7,50%
DESGASTE SUPERFICIAL	DSU	10,80%
DESCASCARAMIENTO	DC	12,90%
DESCASCARAMIENTO	DE	7%
GRIETA ESQUINA	GE	3,20%
GRIETA LONGITUDINAL	GL	6,40%
GRIETA EN BLOQUE	GB	7,50%
FISURACION POR RETRACCION	FR	8,60%
BACHEO	BCH	15,10%
PARCHEO	PCH	15,60%
FISURA EN BLOQUE	FB	1,60%
ONDULACIONES	OND	1,60%
FISURA LONGITUDINAL	FL	1,60%

Los tipos de fallas más encontrados en el barrio Aguas Calientes fueron del tipo bacheo, tipo parcheo, tipo descascaramiento, tipo desgaste superficial, tipo fisuración por retracción, tipo grieta en bloque y tipo pérdida de agregado.

Figura 29

Porcentaje de Fallas



La situación o estado actual de los pavimentos flexibles en la red vial del municipio de Cúcuta, cuenta con uno de los principales problemas de todas las obras de infraestructura vial, que son las diferentes fallas o deterioros que se presentan después de su construcción, es decir; a lo largo de la vida útil del proyecto. En la mayoría de los barrios que componen la ciudad, especialmente los de estratos bajos, se observan unas vías en pésimo estado que dificultan no solo el tránsito de transporte público sino también el de vehículos particulares, así como el de los transeúntes.

Las fallas localizadas en los tramos evaluados permiten el realizar un estudio apropiado, motivo por el cual se vuelve indispensable el proponerlo dentro del presente proyecto de grado, ya que a partir de él se da una búsqueda y fomento de nuevas tendencias de tratamientos superficiales y estructurales para plantear una propuesta ante los problemas de deterioro.

Mantenimiento

El deterioro es producto principalmente del paso de vehículos, las cargas y por las condiciones meteorológicas: lluvia, expansión térmica u oxidación en la mayoría de las veces. Se ha demostrado que el desgaste producido corresponde al peso de los ejes.

Zamora y Barrera (2012), actualmente el mantenimiento vial en Centroamérica está enfocado a la reparación de fallas mediante la programación de mantenimiento rutinario, las experiencias en otros países han comprobado que la creación de programas de mantenimiento preventivo a una red vial genera una economía estable. La tecnología aplicada al mantenimiento vial está en constante cambio, los materiales, procedimientos y equipo se han ido mejorando y perfeccionando. Los factores críticos a considerar en el mantenimiento son ocho (8).

Tipo de Pavimento

- Volumen y tipo de tráfico.
- Costo de la reparación.
- Disponibilidad de materiales.
- Selección del contratista.
- Tiempo efectivo de la reparación

Las Técnicas de Mantenimiento y Estrategias pueden Ser

- Los riegos de sello.
- Morteros asfálticos.
- Micro carpetas.
- Calafateos.
- Re encarpetamientos delgados.
- Fresado en frío o caliente.
- Junteo en el concreto hidráulico, entre otros.

Mantenimiento Rutinario

Es una serie de actividades que deben ejecutarse, de manera periódica con el fin de preservar las condiciones del pavimento y asegurar el estado del pavimento lo más cercano posible a su estado original. Este se da permanentemente sobre todos los elementos y estructuras del pavimento. Incluye reparaciones menores y localizadas de la superficie (Montejo, 2002).

Aunque el mantenimiento rutinario se debe realizar durante todo el período de vida del pavimento, constituye prácticamente la única actividad que se ejecuta durante su etapa inicial de servicio. Las actividades que corresponde a este tipo de mantenimiento se dividen en cinco (5) tipos:

Mantenimiento rutinario del entorno de la vía son

- Rocería y limpieza del derecho de la vía.
- Remoción de derrumbes.
- Jardinería y riego de plantas ornamentales.

Mantenimiento rutinario de la calzada pavimentada son

- Sello de fisuras y grietas.

Mantenimiento Preventivo

Es cíclico, planeado y no produce mejoras en la capacidad portante de los pavimentos, pero ayuda a prolongar su vida útil y mantiene o mejora el nivel de servicio, se enfoca principalmente a pavimentos deteriorados en los cuales su capacidad de carga no ha sido alterada. Se realiza en pavimentos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados (García & Melgarejo, 2010).

Entre las actividades a seguir para evitar este deterioro están: sellado de grietas aisladas, bacheo superficial aislado y bacheo profundo aislado.

Mantenimiento Correctivo

Son las actividades que tienen como objetivo corregir las fallas de mediana y alta severidad que presentan las vías y que por lo tanto requieren intervención inmediata o a corto plazo, con fin de devolverles las buenas condiciones de servicio. Actividades como la reparación de las losas falladas que afectan la movilidad, o el reemplazo de las carpetas asfálticas deteriorada (Garber & Lester, 2002).

Tratamientos Sugeridos de Reparación, Reconstrucción o Parcheo, Ante las Fallas Encontradas en las Vías que Comprenden el Barrio Aguas Calientes del Municipio de Cúcuta

Rehabilitación Estructural

Esta se recomienda para calles y avenidas estudiadas del barrio Loma de Bolívar, especialmente entre las calles 6 y 7 con avenidas 12 y 16, que fue donde se encontraron sectores críticos. La rehabilitación para resolver problemas de la estructura del pavimento normalmente se trata como una solución a largo plazo. Al resolver los problemas estructurales, debe recordarse que la estructura del pavimento es la que tiene fallas y no necesariamente los materiales que la constituyen.

Figura 30

Sector del Barrio Aguas Calientes en estado crítico (Av. 17 entre calles 20 y 21)



La densificación (o consolidación) de los materiales granulares es, de hecho, una forma de mejoramiento, debido a que, a mayor densidad de un material, mejores serán sus características de resistencia; sin embargo, la densificación causa problemas en las capas superiores, especialmente en aquellas construidas con materiales ligados

Como regla, el objetivo de la rehabilitación estructural es maximizar el valor de recuperación del pavimento existente. Esto infiere que el material que se ha densificado no debe alterarse. La continua acción de amasado por el tráfico tardó varios años para alcanzar este estado y los beneficios que ofrece tal densificación deben utilizarse donde sea posible.

Entre las operaciones más utilizadas para rehabilitación estructural se encuentran:

Reconstrucción total. Esta es la opción elegida cuando se combina la rehabilitación con una decisión de mejoramiento que demanda un cambio significativo en la carretera. La reconstrucción esencialmente implica todo y comenzar de nuevo. Cuando se tiene altos volúmenes de tráfico es preferible construir una vía alterna, para evitar problemas con el tráfico.

Construcción de capas adicionales (sean de materiales granulares o de mezclas asfálticas) sobre la superficie existente. Con frecuencia la colocación de capas asfálticas gruesas donde los volúmenes de tráfico son altos es la solución más fácil para los problemas estructurales. Sin embargo, como ya se indicó, un incremento en el nivel superficial trae “acarreados problemas de escurrimiento, drenajes y en accesos.

Reciclaje hasta la profundidad en que presentan los problemas, creando una capa gruesa y homogénea, con características de resistencia superiores. En aquellos casos en que el pavimento va a mejorarse significativamente, pueden ponerse capas adicionales sobre las

recicladas. Usualmente se agregan agentes estabilizadores a los materiales reciclados, en especial cuando el material existente en el pavimento es marginal y se requiere su refuerzo, pues el objetivo del reciclaje es recuperar al máximo el pavimento existente. Además de recuperar los materiales de las capas superiores, la estructura del pavimento por debajo del nivel de reciclaje permanece igual.

Rehabilitación Superficial

Dicha rehabilitación es recomendable para el barrio San Miguel, se puede tomar esta medida de rehabilitación superficial, ya que puede resolver problemas que se encuentran confinados a las capas superiores del pavimento, el estado de estas vías acrecienta los inconvenientes que están relacionados con el envejecimiento del asfalto y con el agrietamiento que se origina en la superficie debido a factores térmicos.

Los métodos más comunes para tratar este tipo de problemas incluyen:

Colocación, sobre la superficie existente, de una carpeta delgada (espesores inferiores a los 35 mm) de mezcla asfáltica en caliente o en frío. Esta es la solución más simple a un problema, debido a que el tiempo requerido para completar los trabajos es corto y existe un impacto mínimo sobre los usuarios de la vía. Usualmente se emplean asfaltos modificados con el propósito de mejorar el comportamiento y alargar la vida útil de la nueva carpeta.

Fresado y reemplazo. En este método se retiran las capas afectadas por el agrietamiento y se reemplazan con mezcla asfáltica nueva, a menudo estas están hechas con ligantes modificados. El proceso es relativamente rápido debido a las altas capacidades de producción de las freidoras modernas y a la capacidad de producción y colocación de los equipos afectados a la

mezcla. El problema se soluciona con la nueva capa asfáltica en tanto que los niveles se mantienen.

Fresado y conformación de material granular. Este proceso, muy utilizado en los casos en los que se requiere aumentar la capacidad portante del pavimento, consiste en frezar la carpeta existente y parte del material de base, estos son la adición de algún aglomerante generan una nueva base, sobre la que se colocará la carpeta de rodamiento. El inconveniente de esta metodología es el incremento en la cota de superficie con los problemas ya mencionados, será entonces necesario antes de establecer la utilización de estas metodologías, una reverificación de los niveles, del pavimento, drenajes y accesos.

Reciclar el material del pavimento existente (reciclaje poco profundo o superficial), el cual puede realizarse en planta; llevar el material fresado a un plante de tratamiento, o n el sitio, aplicando procesos en frío o en caliente. El objetivo principal de este tipo de reciclaje es rejuvenecer el ligante asfáltico del pavimento existente. Adicionalmente, las propiedades de la mezcla reciclada pueden modificarse mediante la incorporación de materiales nuevos.

De acuerdo a lo consultado en INVIAS (2008) (Manual de Invías) en Colombia existe incertidumbres en relación con la evolución del deterioro de los pavimentos asfálticos de carreteras y con el incremento del tránsito, son recomendables períodos de análisis entre 20 años y 30 años para la evaluación económica de los proyectos de rehabilitación de pavimentos, considerando el período mayor para aquellas vías con mayores volúmenes de tránsito, aunque no.

Conclusiones

Se encontró uno de los puntos más críticos como el de la av. 17 entre calles 20 y 21 donde se ve el 80% de la vía en malas condiciones, con fallas de tipo estructural y tipo descascamiento y pérdida de la capa de rodadura.

Área Afectada Pavimento Flexible es de 80%.

Área Afectada Pavimento Rígido es de un 20%.

La Vía en Mejor Estado es la Avenida 17 entre Calle 17 y Calle 18

La Vía más Deteriorada es la Av. 17 entre Calle 20 y Calle 22

La Falla más común es Parcheo con un % de 15,6 por ciento.

Recomendaciones

Lo primordial en una vía para su larga durabilidad es que cuente con un sistema de drenaje adecuado ya que el agua es uno de los causantes del deterioro de las carreteras y es recomendable evacuar toda agua que se encuentre en la superficie de la vía. La construcción de las estructuras canalizadoras de aguas lluvias y esorrentía superficial, por ser una vía que no cuenta un manejo adecuado de aguas. Eso bajaría los flujos de agua sobre la vía y daría una mayor durabilidad a la vía.

Existen daños puntuales, como la piel de cocodrilo con severidad alta que están empezando a formar baches, en este caso tiene la alternativa de realizar un parcheo profundo en el cual se sustituya las capas granulares afectadas.

Llevar a cabo trabajos de sellado de fisuras que pueden ser con material bituminoso, y además mejorar las condiciones de drenaje mediante la construcción de cunetas y cárcamos para así evitar mayor flujo de esorrentía por las vías.

Ante cualquier mejora e intervención vial se debería acudir a empresas de servicios público y verificar temas como alcantarillado, acueducto para así evitar daños después de la intervención.

Conocer la vida útil del diseño de la vía ya que existen diferentes diseños con diferentes años de durabilidad para así saber en qué periodo de tiempo es adecuado empezar a realizar diferentes mantenimientos a lo largo de la vía y cuáles son los más óptimos según en el periodo de desgaste en el que se encuentre dicha vía.

Referencias Bibliográficas

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1986). *Guide for design of pavement structures*. Washington D.C.
- Bañón L. & García J. (1996). *Manual De Carreteras* (Tomo II). Editorial Limusa. Chile.
- Cruz, C. M. y Palacios, E. E. (2012). *Implementación de un modelo de gestión vial en algunos tramos de vía para el mantenimiento y recuperación de la malla vial en casco urbano del municipio de la Estrella* (tesis de especialización, Universidad de Medellín). Repositorio Institucional UDEM. <https://acortar.link/qkLKOT>
- Figueroa, A., Flórez, C. y León, M. (2001). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*. Ministerio de Transporte.
- Garber N. J. y Hoel, L. H. (2005). *Ingeniería de tránsito y carreteras* (3ª. ed.). International Thomson Editores.
- García, A. E., Rodríguez, D. M. y Cárdenas, D. (2014). *Diagnóstico visual del estado actual de los pavimentos en la comuna Boston, barrio Providencia comprendido entre la carrera 21 bis a la 19 y las calles 20 hasta la 24 de la ciudad de Pereira, Risaralda. Colombia* (tesis de pregrado, Universidad Libre). Repositorio Institucional Unilibre. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/16960>
- García, N. & Melgarejo, I. (1999). *Manual de identificación, clasificación y manejo de fallas en pavimentos rígidos y flexibles*. Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- Instituto Nacional de Vías. (2008). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos en carreteras*. Ministerio de Transporte.
- Ríos, J. G. y Martínez, I. V. (2012). *Sistema de administración de pavimentos sobre la ciudad de Bogotá*. https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/ART_28.pdf

Pabón, D. M. y Salazar, E. Y. (2015). *Diagnosticar el estado actual de los tramos críticos de 4 kilómetros de la infraestructura vial vía panamericana Cúcuta (barrio El Cerrito) corregimiento de San Faustino y definir posibles soluciones para su mejoramiento* (tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander). Repositorio Institucional UFPS. http://alejandria.ufps.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40843&shelfbrowse_itemnumber=81544#holdings

Zamora, N. y Barrera, O. (2012). Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. Universidad EAN.