

**INSPECCIÓN VISUAL DE LA VÍA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE LA PALMA  
CUNDINAMARCA A LA VEREDA MURCA ENTRE EL Km 3 Y 4**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**INGENIERÍA CIVIL**

**BOGOTÁ D.C**

**2022**

**INSPECCIÓN VISUAL DE LA VIA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE LA PALMA  
CUNDINAMARCA A LA VEREDA MURCA ENTRE EL Km 3 Y 4**

**KAREN JOHANNA MORENO QUIJANO**

**KAREN DAYANA ROJAS LEON**

**DIRECTORA**

**ING. ALEXANDRA MORALES REY**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**BOGOTÁ D.C**

**2022**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**JURADO 1**

---

**JURADO 2**

---

**Bogotá D.C, mayo de 2022**

## Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	10
2	JUSTIFICACIÓN .....	11
3	OBJETIVOS .....	12
	3.1 Objetivo General:.....	12
	3.2 Objetivos Específicos: .....	12
4	MARCO CONCEPTUAL .....	13
	4.1 PAVIMENTOS.....	13
	4.2 CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE PAVIMENTOS .....	14
	4.3 PAVIMENTO FLEXIBLE.....	14
	4.4 PAVIMENTO RIGIDO .....	14
	4.5 PAVIMENTO SEMIRRIGIDOS.....	15
	4.6 PAVIMENTO ARTICULADO .....	15
	4.7 DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	16
	4.7.1 ETAPAS DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	16
	4.7.2 FACTORES PARA EL DISEÑO.....	19
	4.8 DAÑOS EN EL PAVIMENTO .....	19
	4.9 FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.....	20
	4.10 ESFUERZOS Y DEFORMACIONES .....	20
	4.11 CLASIFICACIÓN DE VÍAS .....	21
5	MARCO NORMATIVO .....	23
	5.1 BERMA .....	23
	5.2 CALZADA .....	23
	5.3 CARRIL.....	23
	5.4 CUNETA .....	23
	5.5 MARCAS VIALES .....	23

6	ESTADO DEL CONOCIMIENTO .....	24
6.1	EVALUACIÓN DEL CICLO POR LOS IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES. ....	26
6.2	APLICACIONES DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO RECUPERADO EN INDIA .....	27
6.3	UTILIZACIÓN DE MATERIALES DE DESECHO DE LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE MÁRMOL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO SOSTENIBLE....	27
7	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	29
8	METODOLOGIA .....	30
8.1	MÉTODO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
9	RESULTADOS .....	40
11	BIBLIOGRAFÍA .....	47

### **Tabla de Tablas**

Tabla 1.	Toma de Datos y Caracterización.....	39
Tabla 2.	Análisis de Daños .....	41

### **Tabla de Figuras**

Figura 1.	Factores para el Diseño de Pavimentos .....	19
Figura 2.	Clasificación de Vías .....	22
Figura 3.	Documentos por años.....	24
Figura 4.	Documentos por Autor .....	25
Figura 5.	Documentos por País .....	26
Figura 6.	Parche (PCH) .....	31

Figura 7.	Piel de Cocodrilo (PC).....	31
Figura 8.	Fisura en Medialuna (FML).....	32
Figura 9.	Fisura Longitudinal (FL) .....	32
Figura 10.	Piel de Cocodrilo (PC).....	33
Figura 11.	Parche (PCH) .....	33
Figura 12.	Piel de Cocodrilo (PC).....	34
Figura 13.	Descascaramiento (DC) .....	34
Figura 14.	Bache (BCH).....	35
Figura 15.	Descascaramiento (DC) .....	35
Figura 16.	Piel de Cocodrilo (PC).....	36
Figura 17.	Baches (BCH) .....	36
Figura 18.	Descascaramiento (DC) .....	37
Figura 19.	Descascaramiento (DC) .....	37
Figura 20.	Afloramiento de agua (AFA) .....	38

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Karen Dayana Rojas León**

Dedico este logro primeramente a Dios por darme la sabiduría de poder llegar a esta meta, a mi padre Carlos Rojas y mi madre Amanda León que todos los días se esfuerzan por darme un mejor futuro a mí y mis hermanos, a mi abuela Marlen León, mi abuelo Humberto Rojas y mi tía Alejandra Rojas que en días de desvelo y cuando creía que no podría seguir, siempre estaban ahí dándome ánimo para poder lograr todo hasta el día de hoy, absolutamente a toda mi familia por siempre creer en mí.

### **Karen Johanna Moreno Quijano**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar un logro más al lado de mi madre Marlen Quijano, ya que ella ha sido mi apoyo incondicional y día a día lucha por darnos lo mejor a mi hermana y a mí, a Carlos Moreno mi padre que desde el cielo me ha guiado por el mejor camino para llegar hasta este punto, a mi hermana Giseth Moreno le agradezco por su colaboración sin importar la circunstancia. A mi hija Emma Isabella López Moreno por ser ese motor en mi vida que me impulsa a ser mejor y día a día me enseña cosas nuevas y a mi esposo Camilo López por estar incondicionalmente y ser una voz de aliento en los días no tan buenos.

## RESUMEN

Hoy en día la vía que conecta el municipio de La Palma Cundinamarca con la vereda Murca se encuentra en deterioro, lo cual dificulta que la actividad socioeconómica de la población mejore, debido a esto se realiza una inspección visual de los daños que afecta en ambos carriles dispuestos para el tránsito vehicular entre el kilómetro 3 y 4 el cual es uno de los más deteriorados y poder compartir todo el tratamiento de datos recolectados y sus análisis de los mismos para la alcaldía municipal para que puedan contar con una monografía de referencia , que logren colocar en marcha el mantenimiento adecuado de la vía y lograr el equilibrio en la parte socioeconómica de la población tanto de La Palma Cundinamarca como la de la vereda Murca.

Con el manual para la inspección visual de pavimentos flexibles y el anexo A que se encuentra en la página web del Instituto Nacional De Vías (INVIAS), realizamos la recolección de los datos tanto cualitativos como cuantitativos y el registro fotográfico para lo cual se tomaron dos días ya que las condiciones climáticas no fueron las más adecuadas, en este mismo anexo se tiene un cuadro donde se explican las medidas y características de los daños, con esa información se logró evaluar la severidad de cada daño y posteriormente realizar el análisis de los daños para determinar qué tan deteriorado está el tramo entre el kilómetro 3 y 4.

Palabras claves: INVIAS, vía, carril, tránsito vehicular.

## ABSTRACT

Today the road that connects the municipality of La Palma Cundinamarca with the village of Murca is in deterioration, which makes it difficult for the socioeconomic activity of the population to improve, Due to this, a visual inspection of the damages that affect both lanes arranged for vehicular traffic between kilometer 3 and 4, which is one of the most deteriorated, is carried out in order to share all the data collected and its analysis with the municipal mayor's office so that they can have a reference monograph, which will allow them to start the proper maintenance of the road and achieve a balance in the socioeconomic part of the population of both La Palma Cundinamarca and the Murca village.

With the manual for the visual inspection of flexible pavements and annex A found in the web page of the Instituto Nacional De Vías (INVIAS), we carried out the collection of qualitative and quantitative data and the photographic registry for which we took two days since the climatic conditions were not the most adequate, In this same annex there is a table explaining the measures and characteristics of the damage, with this information we were able to evaluate the severity of each damage and later analyze the damage to determine how deteriorated the section between kilometer 3 and 4 is.

Key words: INVIAS, road, lane, vehicular traffic.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las vías terciarias son las que nos permiten la comunicación entre municipios, veredas o corregimientos (Acosta & Alarcon, 2017), puede que no sean muy concurridas, pero son de gran ayuda para la red vial a nivel nacional. Debemos tener en cuenta que estas vías le permiten a la sociedad estar en constante desarrollo, para ello deben estar en buen estado, ya que son la fuente de comunicación y sustento entre los diferentes tipos de población rural, debido a que la mayoría de vías terciarias tiene una afluencia vehicular considerable y no cuentan con un periodo adecuado de mantenimiento es que están en deterioro y muchas de ellas en el completo olvido, el mal estado de estas vías se debe a que no se les realiza un mantenimiento preventivo y cuando se toma la decisión de realizarlo este ya es correctivo el cual genera un costo mayor que no se tenía contemplado por ende no se puede ejecutar.

La vía que comunica a la vereda Murca con La Palma Cundinamarca es una de las principales vías que permite el ingreso y salida de turistas, mercancía, ambulancias y demás actividades terrestres, es importante para la comunidad que está en deterioro, esta requiere de una rehabilitación con evaluación visual y reporte de daños, relacionados en los formatos del manual para la inspección visual de pavimentos flexibles del INVIAS (INVIAS, 2006).

## 2 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de los municipios, se inspira principalmente en sus vías de comunicación, por medio de ellos se desarrolla las interacciones económicas, culturales, sociales y conecta las veredas a la cabecera del municipio, con esto Las vías rurales primordialmente son un elemento fundamental para así contribuir a una mejora de las condiciones de vida de los residente de esta vereda.

Para evaluar el estado de esta vía se consultará el manual de inspección Visual para pavimentos flexibles del INVIAS (INVIAS U. N., 2006). Con el fin de saber que tan deteriorada se encuentra la vía, cuáles son los daño más frecuentes y sus causas, de igual manera se debe tener en cuenta las condiciones geológicas de la vía y la imprudencia de conductores inexpertos que desconocen el estado de los tramos degradados, lo que genera accidentes vehiculares de manera frecuente, la dificultad para el ingreso y salida de alimentos, Lo que ocasiona que un 82% de los hogares del pueblo de La Palma Cundinamarca son pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 y 2 (DANE, 2017).

Finalmente, se hace evidente la necesidad para ayudar a esta comunidad a mejorar el estado de sus vías, por esto, cabe señalar que con el desarrollo de este proyecto y la investigación sirva de referencia para la alcaldía municipal así se lograría aportar una iniciativa para el beneficio de los residentes de la vereda.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General:**

Realizar la inspección visual del pavimento flexible en la vía terciaria desde el municipio de La Palma Cundinamarca a la vereda Murca entre el kilómetro 3 y 4.

#### **3.2 Objetivos Específicos:**

- Determinar los tipos de deterioros encontrados en la zona de inspección.
- Evaluar y analizar las causas de deterioro que se presentan en el kilómetro 3 y 4.
- Recomendar las alternativas de reparación que se ajusten a los daños encontrados.

## **4 MARCO CONCEPTUAL**

La Palma Cundinamarca cuenta con 56 veredas y 20 barrios en su casco urbano los cuales suman 10.623 residentes según censo municipal, son familias cuya productividad económica principal se concentra en la agricultura y ganadería, la extracción de sus productos agrícolas como plátano, café, yuca, panela, huevos, naranja entre otros, inicialmente la vereda Murca se puede llegar a ver beneficiada en la aplicación de dicha investigación ya que es que permite el ingreso y salida del municipio siendo la vereda más turística. (Palma, 2017)

El desarrollo económico es importante para cualquier sociedad ya sea municipios, departamentos o ciudades, son la base de estabilidad para los miles de residentes que se pueden llegar a ver beneficiados por el análisis y desarrollo de este tipo de investigaciones. (.sf), 2021)

Una vía se puede definir como la adecuación de un carril en la superficie del terreno que llene las condiciones, orientación y pendiente para permitir la adecuada circulación de los vehículos, para cual ha sido preparada. (Sayago, 2021)

Originalmente, las carreteras se construyeron para comunicar o conectar ciudades; hoy, su construcción está prevista para unir los centros de producción y consumo, además, las carreteras son muy importantes para el transporte de pasajeros. (sociedad, 2021)

### **4.1 PAVIMENTOS**

Es un conjunto de capas de material adecuado, ubicadas entre la superficie de la subcapa y la superficie de rodadura, cuya función primordial es proporcionar un terreno uniforme con una textura suave. Apto para soportar los efectos del tráfico, las severidades meteorológicas y otros factores nocivos, para transmitir al suelo en su totalidad las fuerzas provocadas por la carga del tráfico. Es decir, el pavimento que se sobrepone en la estructura vial, que facilita la circulación de vehículos y aporta seguridad, comodidad y economía al proyecto. (vias, 2020)

La estructura y las propiedades de los materiales utilizados para construirlo, ofrecen un amplio abanico de posibilidades para construirse a partir de una sola capa. Materiales seleccionados, modificados o sometidos a proceso o estabilización. (VELÁSQUEZ, 2015)

#### **4.2 CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE PAVIMENTOS**

El pavimento ha venido evolucionando para generar una mejor experiencia, para adaptarse a las necesidades o para restringir los costos, los tipos de pavimentos que señalaremos son tres de los más significativos (Leone).

#### **4.3 PAVIMENTO FLEXIBLE**

Es una estructura vial que se encuentra constituida por una capa bituminosa (capa asfáltica), esta se encuentra afirmada sobre unas capas de menor liquidez (base y subbase) y en la mayoría de vías estas capas se encuentran compuestas por materiales granulares no tratados (agregados naturales), este paquete estructural se soporta sobre el terreno natural (subrasante). (vias, 2020)

Dependiendo de la vía a realizar se debe emplear materiales granulares estabilizados, el consumo y la transferencia de esfuerzos al terreno del soporte que se genera por medio de un elemento de disipación de tensiones (presiones que disminuyen en su magnitud con la profundidad). En pocas palabras cada una de las capas toman las cargas de la capa anterior. Por lo general estos pavimentos se diseñan para un periodo de vida entre los 15 y 20 años. (HERNANDEZ).

#### **4.4 PAVIMENTO RIGIDO**

Los podemos definir como una estructura vial que está constituida por una losa de hormigón, esta capa va soportada por la capa granular no tratada (sub base), esta capa se apoya en el terreno natural (subrasante), en cuanto al traspaso de los esfuerzos al terreno de soporte se genera por el mecanismo de la repartición de tensión, pero la mayor parte de los esfuerzos se encuentran disipados por la losas de concreto, la cual cuenta con un amplio módulo elástico lo que consiente que las energías generadas por la afluencia vehicular, se han mitigados por la tracción y las energías de compresión se distribuyen en un área extensa

y se transfieren al suelo en magnitudes pequeñas, son denominadas dicha manera ya que la estructura de pavimentos se desvía muy poco por la acción de la carga que es generada por la afluencia vehicular (SAENZ, 2015). Este tipo de concreto es diseñado para un tiempo de duración entre los 20 y 25 años.

#### **4.5 PAVIMENTO SEMIRRIGIDOS**

Se caracterizan por tener una estructura con una capa asfáltica la cual se encuentra apoyada sobre una capa estabilizada con materiales como la cal, cemento, asfalto, entre otros, también cuenta con una sub base no tratada y por último encontramos la subrasante. (Macondino R, 2020)

El esfuerzo se transfiere al suelo portante por disipación y distribución, por lo que se cree que este tipo de estructura tiene un carácter mixto en estos pavimentos, la capa de estabilización hace un aporte estructural, aunque tiene una capa de asfalto como pavimento. En resumen, a medida que los compuestos se mueven, tienen esta capa estable que tiene una mayor dureza en comparación a una capa granular sin tratar. (Brioso, Chang, & Rios).

#### **4.6 PAVIMENTO ARTICULADO**

Su estructura está conformada en la superficie por elementos individuales líquidos prefabricados y son denominados adoquines, estos se unen con un material que los sella para inmovilizar los adoquines y el sello se dispone de una cama, donde existan cordones laterales que impidan el desplazamiento de los adoquines por el tránsito como soporte donde la base y subbase se pueda manipular o no y la última parte sea la subrasante (superficie de apoyo). (Sanchez, 2003)

Los esfuerzos se transmiten mediante una disipación de tensiones, el cual es similar al que se ocasiona en un pavimento flexible, pero si se tiene una base tratada entonces su mecanismo de disipación será similar al de una estructura semirrígida. Estos pavimentos son fáciles de mantener o reparar y no requieren de un personal especializado para su elaboración. (Pacheco & Higuera, 2020).

## **4.7 DISEÑO DE PAVIMENTOS**

Cuando se habla de una estructura de pavimentos no solo se enfatiza en la capa asfáltica o losas de concreto sino también en el conjunto de capas que debe llevar la estructura (sub rasante, base, subbase) (Garnica, Gomez, & Sesma, 2002), los componentes se pueden definir teniendo en cuenta el diseño y las características. Por lo general siempre se poseerán dos situaciones, una es donde se tendrá el control (las propiedades, espesores de la estructura, propiedades de los materiales, dimensiones, rigidez, entre otros) y otra donde no (clima, tráfico) que son los que generan daños o fallas en la estructura. (Poveda, bernal, & marin, 2014)

La evolución ha contribuido en la modificación de los pavimentos, tratamientos superficiales (riego, imprimación, reforzado entre otras variedades), según el diseño geométrico que se desee se tiene la posibilidad de analizar las características del terreno, el comportamiento de los materiales, cuando se les aplica cargas. Con respecto a la construcción y supervisión que es la parte que permite establecer las clases de servicios durante un tiempo. Ahora seguimos con la gestión vial la cual tiene como objetivo el mantenimiento vial a lo largo de su vida útil, esto con el fin de contrarrestar las fisuras, fallas en las losas o pavimento flexible (TRANSPORTE).

### **4.7.1 ETAPAS DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS**

- Conocer los detalles, perspectivas y requerimientos que el contratista desea, dichas características permiten saber qué estructura se podría emplear. (Monsalve, Giraldo, & Maya, 2012)
- De la información que exista se realiza una recopilación, esto consiste en tomar la información o estudios que se tengan con respecto al suelo, del diseño que se va hacer, clima, toda la parte técnica. (Monsalve, Giraldo, & Maya, 2012)
- Se realiza un estudio de la subrasante y canteras se puede decir que esta es uno de los pasos más significativos ya que no se puede negociar la subrasante debido a que es un material que ya se tiene, en ocasiones es un material o apto para el diseño (una arcilla expansiva o

un material que absorbe mucha humedad) se contempla la posibilidad de agregar como mínimo dos capas de material granular, si se da el caso donde nivel freático se entra analizar cómo elaborar el diseño y que no se va afectado, en cuanto a la canteras son la que llegan a generar costos alto ya que no es común que se encuentren cerca de la obra y costo del transporte es alto. (Monsalve, Giraldo, & Maya, 2012)

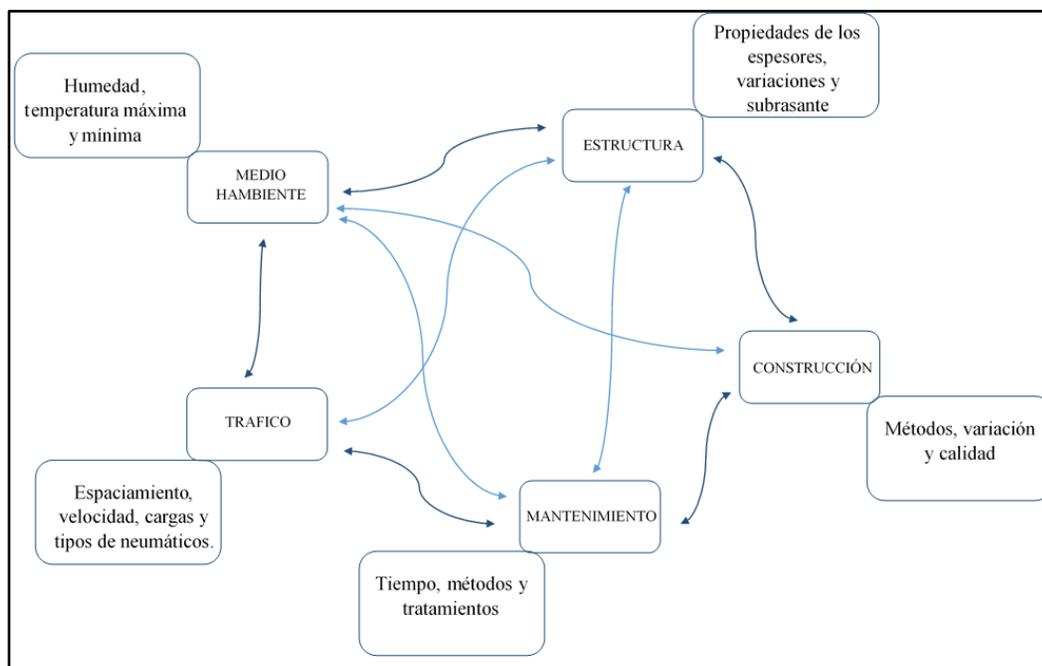
- Componentes estructurales y superficie de rodadura eso nos va a dar una idea de lo que el contratista quiere, como por ejemplo si una parte puede ser pavimento flexible o pavimento rígido. (Parera, 2017)
- Los materiales y su selección esto con el fin de trabajar costos, grosor de los materiales y calidad del material.
- Mantenimiento, cuando no se cuenta con el presupuesto para elaborar una vía de 15 o 20 años, se elabora una vía para 5 o 10 años donde se tiene que realizar periódicamente un mantenimiento para que la vía dure acorde al presupuesto. (Magallanes & Laica, 2011)
- El tráfico se debe realizar un estudio donde ciertos factores aportan significativamente como lo es el tipo de vehículo, velocidad de los vehículos que transita y de esta manera tener una idea del periodo de vida y los mantenimientos que se deben realizar. (Monsalve, Giraldo, & Maya, 2012)
- Las Condiciones climáticas y drenaje, en la mayoría delos pavimento por no decir e todos as temperaturas juegan un papel importante para su comportamiento, se puede tomar como ejemplo un pavimento flexible que se conoce como un material visco elástico y si es expuesto a altas temperaturas se comporta como u material viscoso y ello hace que disminuya su resistencia, en un caso donde sea todo lo contario es decir que las temperatura sea muy baja tiende a cristalizarse, lo que genera que se facture en menos tiempo. Cuando se realizan filtraciones a la base, sub base o hasta la misma subrasante, lo que tiende hacer el agua es erosionar las partículas finas que tengas materia les granulares, lo cual trae como

consecuencia que se den vacíos y esos poros ceden generando la falla de ahuellamiento. (Monsalve, Giraldo, & Maya, 2012)

- Los tramos y su sectorización inician estableciendo un perfil longitudinal de la obra y que no en todo el trayecto o vía se va tener un suelo con las mismas características y comportamiento o en otros casos la misma afluencia vial y teniendo en cuanto a las características mencionadas se puede sectorizar. (Caicedo, Murillo, & Tristancho, 2003)
- Espesores de las capas para el diseño y ello se realiza en función de los materiales, cuando se tenga ese dato podemos estudiar el ciclo de vida en el cual evaluamos las fallas que se irán presentando. (Marin, 2019)
- En este punto la tecnología es de gran ayuda ya que le podemos realizar un análisis al ciclo de vida mediante diferentes softwares los cuales darán como resultado en qué tramos se presentará las fallas y que tipos de fallas son (piel de cocodrilo, medialuna, bache, ahuellamiento, entre otros), con estos resultados podemos determinar el tipo de pavimento y los espesores que se den usar para garantizar un periodo de utilidad, claro está que teniendo en cuenta el presupuesto. (Monsalve, Giraldo, & Maya, 2012)

## 4.7.2 FACTORES PARA EL DISEÑO

**Figura 1.** Factores para el Diseño de Pavimentos



*Fuente: Elaboración Propia*

## 4.8 DAÑOS EN EL PAVIMENTO

Muchas calzadas o carriles no soportan los esfuerzos a los que se someten, lo cual trae como consecuencia que la vida útil sea menor a la planeada y los tipos de daños que pueden sufrir están divididos en 5 grupos como lo son:

**Fisuras:** Las cuales no superan los 3 milímetros de ancho y se caracterizan por ser longitudinales, transversales, medialuna, piel de cocodrilo. Por deslizamiento, en bloques, entre otras.

**Deformaciones:** Las cuales se presentan como ondulación, abultamiento, hundimiento y ahuellamiento.

**Pérdida de las capas de la estructura:** Que están divididas por descascaramiento, baches o parches.

Daños superficiales: este grupo caracteriza los daños por deterioro visible, pérdida de agregados, pulimiento de agregado, exudación y surcos. (Zuluaga, 2019)

Otros daños: Los cuales pueden llegar a ser segregación de la berma, afloramiento de finos y afloramiento de agua, Corrimiento vertical de la berma. (INVIAS, 2006)

#### **4.9 FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

Siempre que se vaya a elaborar la estructura de un pavimento se deben tener muy en cuenta tres razones (Poveda C. , 2020) , las cuales son:

- Usuario: la estructura a elaborar le genere, seguridad y comodidad en los trayectos para llegar a tiempo.  
Que se pueda transitar en cualquier situación climática (cunetas, drenajes, bombeo, etc.)
- Parte estructural: Resisten a los esfuerzos que se le aplicaran, ya que el diseño de pavimento no se trabaja en función de los esfuerzos si no de la deformación, en conclusión, no se debe realizar el diseño para que soporte la estructura todas las cargas la vida de uso, por lo contrario, se realiza el diseño del pavimento para que las deformaciones no afecten el confort que se le brindará al usuario. (Bonilla, .Carriom, Hernandez, & Montes, 2017)
- Medio ambiente: Menos emisiones, amortizar la estética y lograr limitar el ruido, pero siempre en la comodidad de los usuarios.

#### **4.10 ESFUERZOS Y DEFORMACIONES**

Se les aplican cargas dinámicas, son cargas que cuando el vehículo va avanzando el esfuerzo va aumentando progresivamente hasta que llega al punto máximos, esto iría en función del tipo de vehículo debido a que van los ejes, presión, carga, distancia de eje a eje, por estos factores varía considerablemente el predecir el esfuerzo. (Angua & Rodriguez, 2015)

En el pavimento flexible se sabe que se tiene la subrasante, sub base, base y carpeta de rodadura, cuando el vehículo va transitando se genera una tensión alta entre la carpeta de rodadura y la base y es donde se genera el mayor esfuerzo de tensión en el pavimento, este esfuerzo es el que genera las fisuras en la carpeta de rodadura y la deformación de ahuellamiento tiende a ser por la compresión cuando se aplica la carga del vehículo y afecta a la sub base y subrasante, por ello es de suma importante tener en cuenta el comportamiento que genera la subrasante y realizar el estudio del modo reciente ya permite conocer el comportamiento de cada capa a lo que se les aplica las cargas dinámicas. (VISE, 2019)

Cuando se habla de pavimento rígido se sabe que no se genera ninguna deformación por ahuellamiento, pero si se darán fallas como la de fisura por tensión o por alabeo que es por la temperatura, ya que el concreto como tal es un material que resiste los esfuerzos de compresión. (Ospina J. , 2018)

Siempre se debe velar por cumplir con los siguientes requisitos:

Controlar las deformaciones, pero no con respecto a la carga si no con las deformaciones que se puedan generar para garantizar la conformidad del usuario, pasamos con los materiales se deben mantener alejados del agua, como un buen drenaje y por último una superficie de pavimento resistente al deslizamiento. (MINAYA & A).

#### **4.11 CLASIFICACIÓN DE VÍAS**

Las vías permiten la circulación de vehículos con un flujo continuo claro está que requiere seguridad, comodidad y rapidez, pueden estar compuestas de varias calzadas las cuales pueden estar conformadas por uno o más carriles. (Ospina G. , 2016)

**Figura 2.** Clasificación de Vías

<b>Utilización</b>	<b>competencia</b>	<b>Características</b>	<b>Tipo de terreno</b>
La vía primaria cuenta con un tránsito rápido no registra ninguna intersección y cuenta con acceso a vías internas, las vías secundarias tienen con función conectar a los municipios, en las vías preferenciales los vehículos tienen la prioridad, las vías que son de muy poca circulación se conocen por que cuentan con muy poca circulación, las vías troncales cuenta con dirección dominante de sur a norte	En Colombia las carreteras nacionales son administradas por el instituto nacional de vías, la departamentales son administradas por los departamentos, las carreteras municipales son las vías urbanas y sub urbanas y son administradas al municipio que pertenecen	Las autopistas son vías de dos o más calzadas donde son unidireccionales y a su vez está compuesta por dos o más carriles, al igual que las autopistas las carreteras multicarriles se caracteriza por tener la vía dividida en unidireccional y está dividida en dos o más carriles, las carreteras de dos carriles se caracterizan por ser una vía de dos carriles doble sentido de circulación	La vía de terreno plano cuenta con una pendiente longitudinal bajas y son menores al 3%, las carreteras de terreno ondulado cuentan con una pendiente longitudinal entre 3% y 6%, las de terreno montañoso cuenta con una pendiente entre 7% y 12%, las vías con terreno escarpado tienen su pendiente superior al 12% y no son adecuadas para vehículos pesados.

*Fuente: Elaboración propia.*

## **5 MARCO NORMATIVO**

### **5.1 BERMA**

Según la ley 769 del 2002, artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Se encuentra en las partes laterales de una vía y están demarcadas por una línea amarilla, que se emplea para el desplazo de peatones, vehículos de emergencia y estacionamiento provisional de vehículos (Transporte, 2021)

### **5.2 CALZADA**

Se define como: zona de la vía predestinada para el tránsito de vehículos (automóviles, ambulancias, camiones, tracto mulas, etc.) y se encuentra bajo el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002. (Transporte, 2021)

### **5.3 CARRIL**

Basándonos en el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002, es la sección longitudinal que divide la calzada y se designa para el tránsito de una sola fila de vehículos y varias acciones están delimitadas con líneas. (Transporte, 2021)

### **5.4 CUNETETA**

En el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002, lo definen como un conducto que se puede encontrar en ambos costados o solo uno, con el fin de direccionar las aguas procedentes, para que no genere daños. (Transporte, 2021)

### **5.5 MARCAS VIALES**

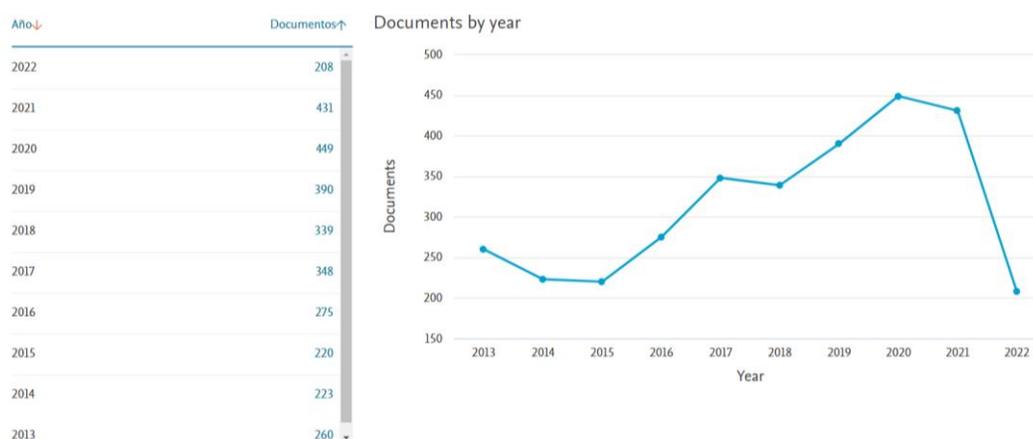
Es el conjunto de demarcaciones o indicaciones que se encuentran plasmadas en la vía, carril o carretera para que el usuario sepa por donde tiene que seguir circulando, así lo da conocer el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002. (Transporte, 2021)

## 6 ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Este caso de estudio está directamente relacionado con la investigación de los artículos científicos en la base de datos (Elsevier, 2022) Para lograr obtener los últimos adelantos que hay sobre esta investigación, además se logró filtrar los artículos encontrados por su título con el propósito de escoger los más relacionados con nuestro tema de estudio y que aporte diferentes perspectivas para realizar el proyecto.

En la figura 3 se analiza el promedio de las publicaciones hechas durante los últimos diez años, se evidencia que en el 2020 fue un año que contó con un alto índice de publicaciones.

**Figura 3.** Documentos por años.



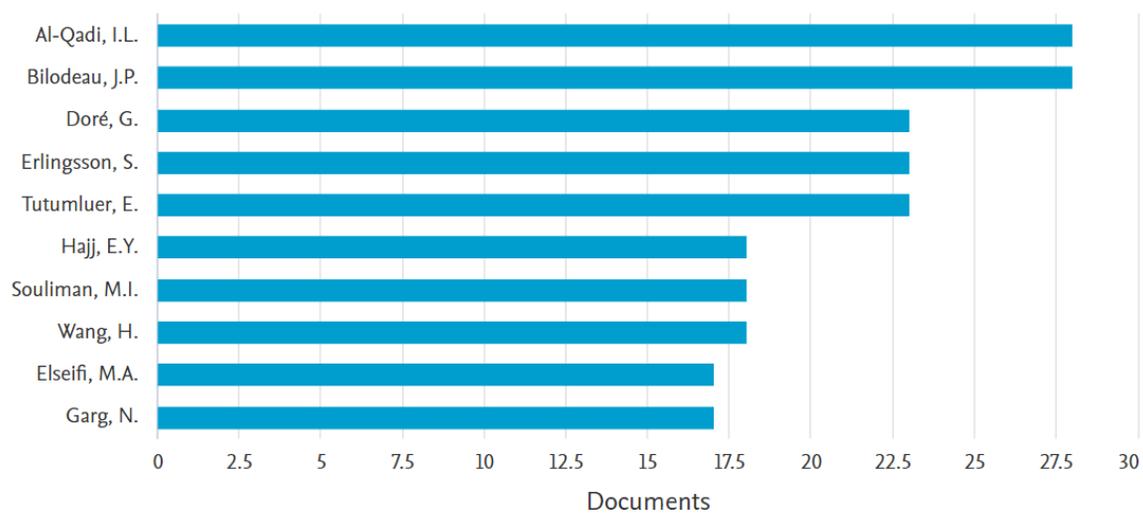
**Fuente:** (Elsevier, 2022)

En la figura 4 se muestra los autores que más resaltan en los estudios del tema escogido.

**Figura 4.** Documentos por Autor

#### Documents by author

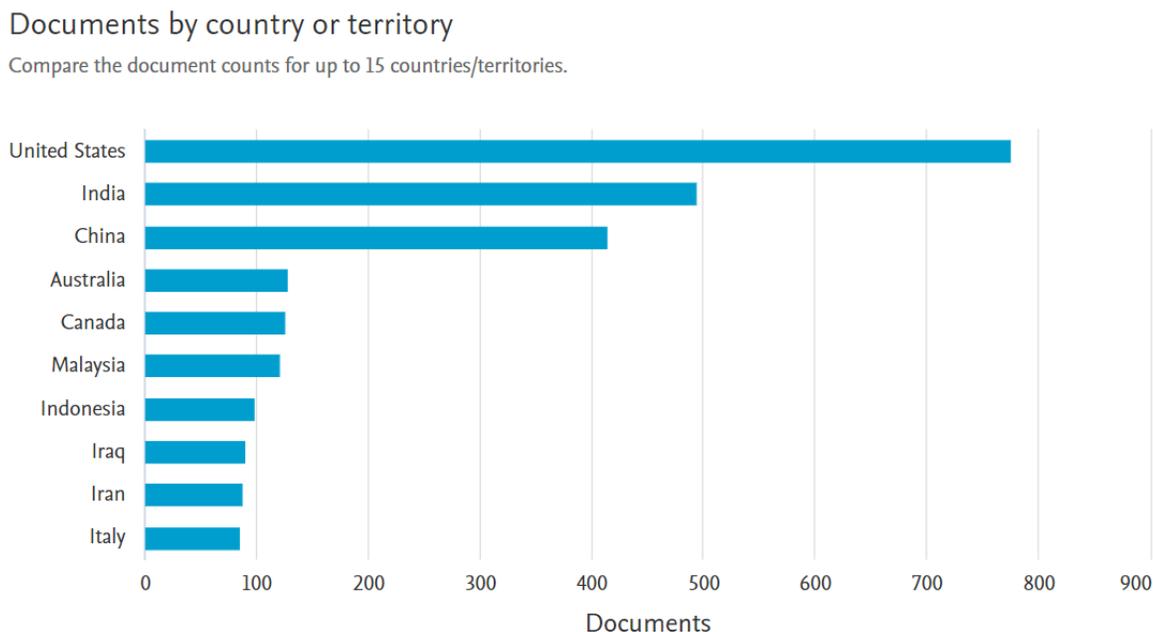
Compare the document counts for up to 15 authors.



**Fuente:** (Elsevier, 2022)

En la figura 5 se logra evidenciar los países que más contribuyen en cuanto al desarrollo del estudio.

**Figura 5.** Documentos por País



*Fuente:* (Elsevier, 2022)

## 6.1 EVALUACIÓN DEL CICLO POR LOS IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Este artículo habla que las emisiones de los usuarios, influenciadas por componentes como la acrimonia de las carreteras y el calentamiento global, además son medidas relevantes de la sostenibilidad del pavimento. La finalidad de este archivo es terminar una evaluación del periodo de vida de un pavimento flexible típico con base en el pronóstico del calentamiento global usando el deterioro de la carretera y las emisiones de los usuarios analizadas con el paquete Highway Development and Management 4 (HDM-4). Los resultados mostraron que las emisiones de los usuarios dominan los impactos del medio ambiente del periodo de vida, y que el calentamiento y secado gradual de la atmósfera atribuido al calentamiento global es benéfico como para el deterioro del pavimento como para las emisiones. (Sheldon, James, & Georges, 2022)

## **6.2 APLICACIONES DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO RECUPERADO EN INDIA**

A medida que ingresamos al siglo XXI, los materiales utilizados para construir aceras son cada vez más diversos y mejorados con el tiempo. Debido al aumento del costo de los materiales, la debilitación de los recursos naturales y el enfoque en la sustentabilidad ambiental, el uso de asfalto reciclado ha tenido gran influencia a nivel mundial. Sin embargo, en India parece haber una falta de empleo y una brecha en la comprensión de los métodos de reciclaje y sus beneficios económicos y ambientales a nivel comercial. La mayor parte de la investigación se ha centrado en la capa inferior y la capa inferior, mientras que se ha hecho muy poco en la capa superficial. Además, India es una potencia en desarrollo en el sur de Asia y la industria de pisos es una industria clave. Por lo tanto, la reutilización y el reciclaje de asfalto recuperado en India es un área nueva, pero su uso es bajo en comparación con EE. UU., Europa y Japón. Por tanto, el objeto de esta revisión es aportar información sobre la idoneidad y aplicación del betún regenerado en diferentes zonas del pavimento, que en definitiva contribuirá a la creación de un sistema equilibrado a la hora de solucionar el problema de carencias materiales y medioambientales, económicos beneficios y, por tanto, transformaciones. Construcción. Industria sostenible y respetuosa con el medio ambiente. (Samir, Feipeng, & Dharamveer, 2022)

## **6.3 UTILIZACIÓN DE MATERIALES DE DESECHO DE LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE MÁRMOL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO SOSTENIBLE**

El mármol es considerablemente utilizado para la construcción. Durante la extracción de este material se genera una gran cantidad de residuos. Esto provoca problemas ambientales en las inmediaciones de la cantera debido al sistema de tratamiento de residuos desorganizado. Los desechos de mármol en forma de polvo, lodo y bloques/pedazos de mármol vertidos al azar contaminan el suelo y el agua en las inmediaciones de estas canteras. El objetivo del proyecto es utilizar residuos de mármol en forma de fragmentos de piedra para reemplazar el agregado natural en la capa de pavimento. Se identificaron bolas de 10 mm de espesor y se reemplazaron con agregado grueso de tamaño adecuado en la capa de pavimento flexible DBM II. Los parámetros de estabilidad de Marshall han sido probados y están dentro del rango

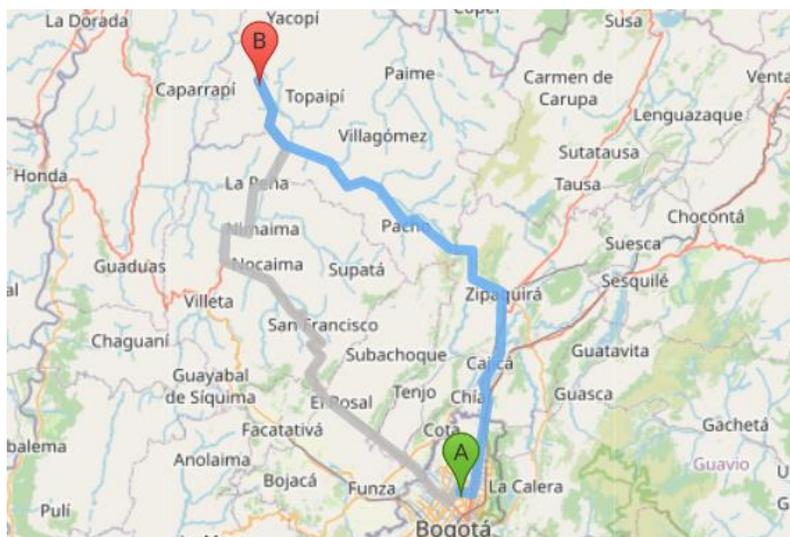
para indicar que los residuos de mármol como agregado pueden usarse con éxito en el diseño de pavimentos  
(Prachi, Singh, & B.L, 2022)

## 7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La investigación trata sobre el análisis visual de la vía entre el kilómetro 3 al 4 de la vereda Murca ubicada en el municipio de la Palma Cundinamarca, con la finalidad de contribuir con una solución y hacer entrega a la alcaldía municipal para de esta manera contribuir en el desarrollo del municipio, se debe tener en cuenta que para llegar al municipio de La Palma Cundinamarca se cuenta con dos vías alternas las cuales se logran evidencias en la figura 6, pero la que se encuentra en mejor estado es la que pasa por la vereda Murca.

Dando un vistazo a los años pasados se logra notar el desgaste en la vía lo cual ha impedido que el municipio evolucione en cuanto al turismo aun cuando está en la capacidad para serlo, lo que hoy en día son cinco horas de viaje podrían llegar a ser tres horas si la vía estuviera en óptimas condiciones, con la monografía se puede ampliar el estudio para toda la vía conectando el municipio de la palma Cundinamarca con Pacho Cundinamarca y obtener como finalidad un menor tiempo de viaje, también se debe contemplar el trayecto de los vehículos para la atención de emergencias ya que en las condiciones en que se encuentra la vía genera retrasos para que se le dé una atención oportuna a la urgencia. (Cundi, 2022)

**Figura 6.** Vías Alternas para Llegar a La Palma Cundinamarca



**Fuente:** (Cundi, 2022)

## **8 METODOLOGIA**

Basándonos en el manual para inspección visual de pavimentos flexibles de INVIAS y en las fallas que nos explica, tomamos el anexo A (formato para el registro de los daños en campo) básicamente pide registrar los datos de carácter cualitativo los cuales serían el tipo de daño, ubicados según el sentido del carril, ahora pasamos al cuantitativo en este grupo encontramos las medidas del daño (largo y ancho), ancho de los carriles, ancho de la berma, con cuantas calzadas cuenta la vía y los números de carril por calzada. De igual manera se hace un registro fotográfico de los daños. De esta manera se toma registro de datos y evidencia en campo. (INVIAS, 2006)

### **8.1 MÉTODO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Iniciamos con un recorrido de aproximadamente 12 o 15 kilómetros en la vía que dirige del municipio de Palma Cundinamarca a la vereda Murca, dicho recorrido se realizó con el fin de identificar el kilómetro más deteriorado o crítico, posteriormente realizamos una evaluación de carácter cualitativo en cuanto a los daños hallados y se tomó la decisión de que el más afectado es el kilómetro 3 al 4.

Para llevar de manera controlada la recopilación de datos se llevó impreso el formato para la inspección de los daños en campo del INVIAS, a medida que se encontraba algún daño hacíamos uso de una cinta métrica para tomar las medidas que el formato nos pedía.

**Figura 7.** Parche (PCH)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 8.** Piel de Cocodrilo (PC)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 9.** Fisura en Medialuna (FML)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 10.** Fisura Longitudinal (FL)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 11.** Piel de Cocodrilo (PC)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 12.** Parche (PCH)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 13.** Piel de Cocodrilo (PC)



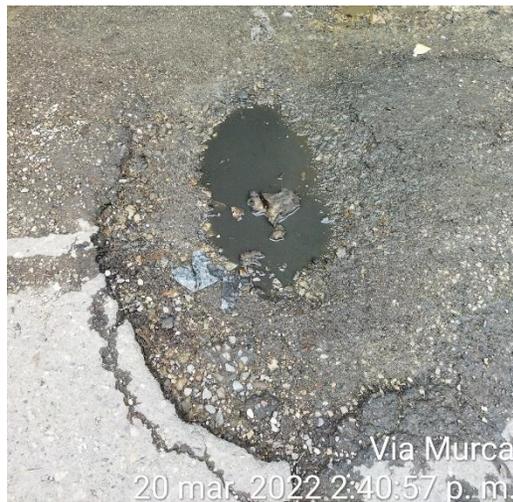
**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 14.** Descascaramiento (DC)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 15.** Bache (BCH)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 16.** Descascaramiento (DC)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo*

**Figura 17.** Piel de Cocodrilo (PC)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo.*

**Figura 18.** Baches (BCH)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo.*

**Figura 19.** Descascaramiento (DC)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo.*

**Figura 20.** Descascaramiento (DC)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo.*

**Figura 21.** Afloramiento de agua (AFA)



**Fuente:** *Fotografía Tomada por Integrantes del Grupo.*



## 9 RESULTADOS

Para el estudio de los daños encontrados en la vía, se realiza la tabla 2 donde se tuvieron en cuenta los tipos de daños encontrados y esta tabla está compuesta por los siguientes ítems. (INVIAS, 2006):

- Tramo: nombre de cada tramo desde T1 – T10. (INVIAS, 2006)
- Abscisa: inicial y final de cada tramo. (INVIAS, 2006)
- Área total de cada tramo: Ancho de la calzada y la longitud del tramo. (INVIAS, 2006)
- Daños encontrados por severidad en cada tramo: Área total de cada daño indicando su nivel de severidad en cada uno. (INVIAS, 2006)
- Áreas totales: Área afectada de todos los daños correspondientes a cada tramo. (INVIAS, 2006)
- Porcentajes de afectación de cada tramo: Se tiene en cuenta el total respecto al área de tramo. (INVIAS, 2006)
- Área total de cada daño y por severidad: Suma las áreas de cada tramo según severidad. (INVIAS, 2006)
- Peso de cada tipo de daño y severidad dentro del área total afectada: Se debe tener en cuenta el área total afectada por gravedad, daño y el área total verificada. (INVIAS, 2006)
- Área total afectada en la vía: suma las severidades de cada tipo de deterioro. (INVIAS, 2006)
- Porcentaje de afectación de la vía: Suma del porcentaje de afectación por tramo. (INVIAS, 2006)

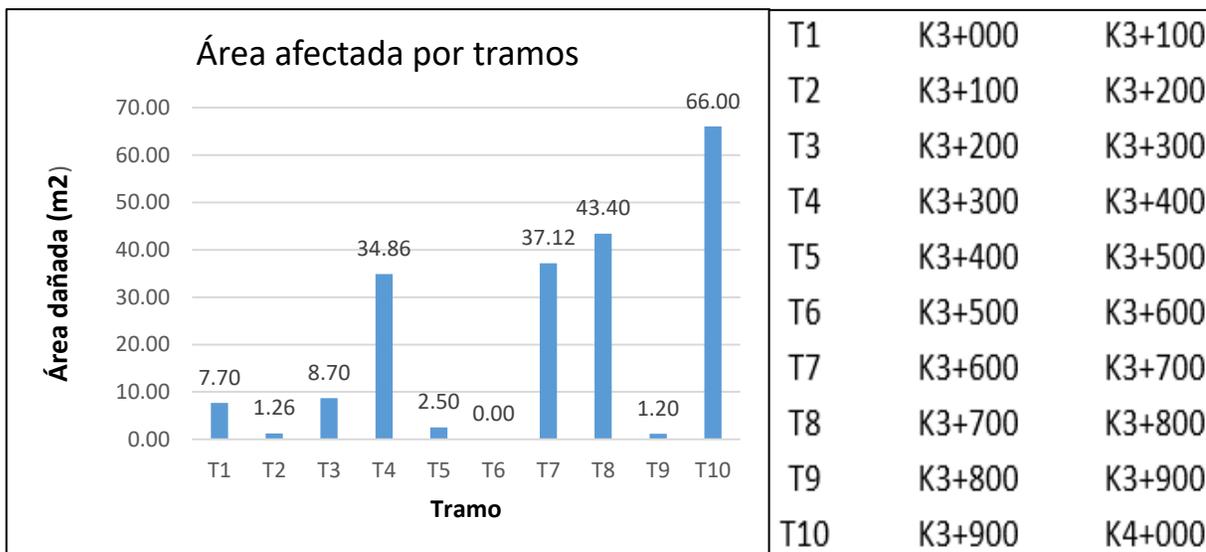
**Tabla 2.** Análisis de Daños

TRAMO	ABSCISA		AREA TRAMO (m2)	DAÑOS EN EL PAVIMENTO																		TOTAL	% AFECTACION POR TRAMO
				PCH			PC			FML			FL			DC			BCH				
	DESDE	HASTA		A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B		
T1	K3+000	K3+100	600			7,70																7,70	1,28%
T2	K3+100	K3+200	600				1,26															1,26	0,21%
T3	K3+200	K3+300	600							2,70			6,00									8,70	1,45%
T4	K3+300	K3+400	600		6,96				27,90													34,86	5,81%
T5	K3+400	K3+500	600					2,50														2,50	0,42%
T6	K3+500	K3+600	600																			0,00	0,00%
T7	K3+600	K3+700	600														36,21		0,91			37,12	6,19%
T8	K3+700	K3+800	600				37,80										5,60					43,40	7,23%
T9	K3+800	K3+900	600														0,70		0,50			1,20	0,20%
T10	K3+900	K4+000	600														66					66,00	11,00%
AREA TOTAL INSPECCIONADA(m2)			6000	Area total afectada y porcentaje de afectacion																		202,74	33,79%
Area total afectada por severidad y por daño (m2)				0	6,96	7,7	39,06	30,40	0	0	2,7	0	6	0	0	0	72,30	36,21	0	1,41	0		
Area total afectada por daño (m2)				14,66			69,46			2,7			6			108,51			1,41				
Peso del daño dentro del area inspeccionada según severidad (%)				0,000%	0,116%	0,128%	0,651%	0,507%	0,000%	0,000%	0,045%	0,000%	0,100%	0,000%	0,000%	0,000%	1,205%	0,604%	0,000%	0,024%	0,000%		
Peso total del daño dentro del area inspeccionada(%)				0,24%			1,16%			0,045%			0,10%			1,81%			0,024%				

*Fuente: Elaboración por integrantes del grupo*

En la figura 22 se observa el tramo y el área afectada correspondiente, según la inspección visual que se hizo en campo.

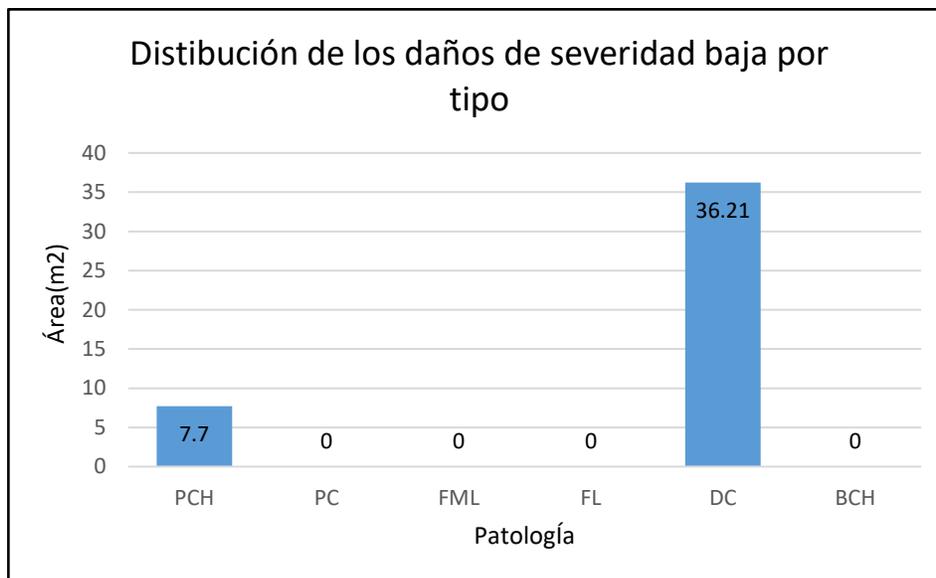
**Figura 22.** Detalle del Área Afectada por Tramos



*Fuente:* Elaboración por integrantes del grupo

En la siguiente figura 23 corresponde a la distribución de daño de nivel de severidad bajo y se observa que el descascaramiento (DC) y los parches (PCH) son el tipo de daño que más se evidencia en el tramo.

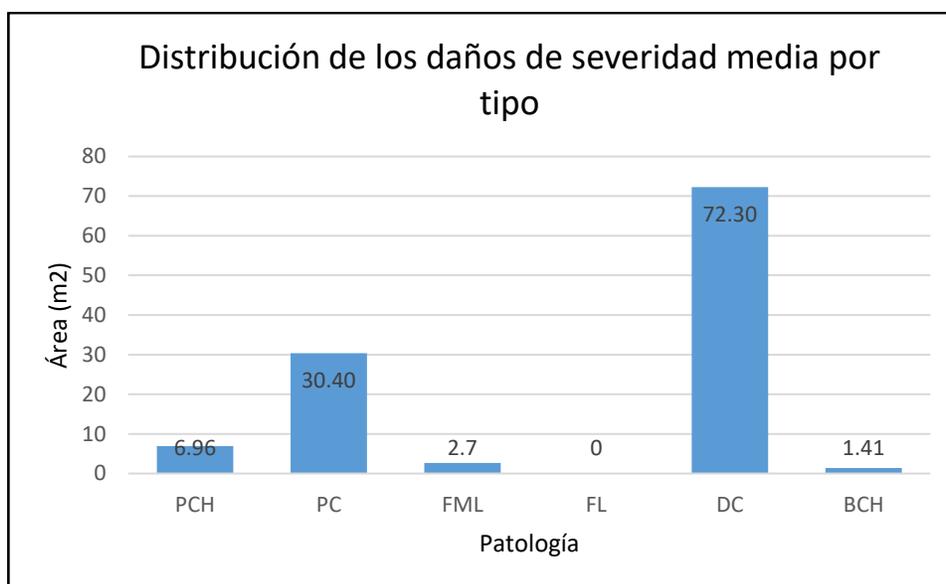
**Figura 23.** Descripción por Severidad Baja



*Fuente:* Elaboración por integrantes del grupo

En la figura 24 corresponde a la distribución de daño de nivel de severidad media, se puede observar que el descascaramiento (DC) y piel de cocodrilo (PC) tiene un grado considerable en el deterioro de la vía.

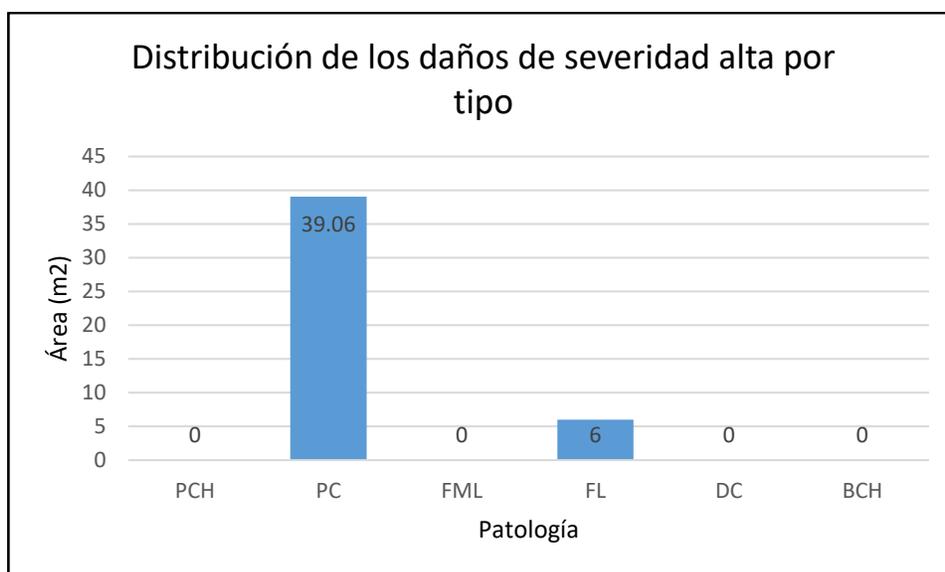
**Figura 24.** Descripción por Severidad Media



*Fuente:* Elaboración por integrantes del grupo

En la figura 25 corresponde a la distribución de daño de nivel de severidad alta, como se puede observar la piel de cocodrilo (PC) tiene un alto grado de severidad siendo este el que más afecta la estructura vial.

**Figura 25.** Descripción por Severidad Alta



*Fuente:* Elaboración por integrantes del grupo

Uno de los daños que se evidencia en el pavimento del tramo escogido es el afloramiento de agua, esto se da ya que se encuentra un sistema inapropiado de drenajes y subdrenajes causando una filtración de agua.

(Simo, 1990)

## 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los tipos de deterioros que se encuentran entre el kilómetro 3 y 4 fueron descascaramiento, parche, piel de cocodrilo, fisuras en media luna, fisuras longitudinales, bache y afloramiento de agua.
- Se evidencia que el porcentaje de los daños encontrados en la vía corresponden a parche con un 0.24%, baches con 0.024%, fisuras en media luna con 0.045% y fisuras longitudinales con 0.10% siendo los daños más bajos, piel de cocodrilo con 1.16% siendo el daño medio en la vía y el descascaramiento con 1.81% siendo en el que predomina en los daños encontrados en esta vía
- Al no contar con una buena rehabilitación en esta vía esto genera que el tránsito vehicular sea lento y peligroso para los usuarios.
- Se evidencia que al encontrarse esta vía en tan mal estado carece de una señalización preventiva.
- De acuerdo con el estudio realizado y teniendo como guía el manual de inspección de pavimento flexible del INVIAS, lo más factibles para tratar los deterioros encontrados en la vía sería realizar un mantenimiento correctivo cada vez que se ve a necesario para así no esperar un deterioro y pérdida de la capa asfáltica, lo cual conlleva a un sobre costo en su mantenimiento, de igual manera se debe contemplar que los manteamientos se realizar en temporada de verano y anualmente si la vía cuenta con demasiada afluencia vehicular.
- La alcaldía municipal de la Palma Cundinamarca tendrá un estudio más al detalle de los daños que se encuentran en este tramo de vía así podrán tomar las respectivas decisiones para poder realizarle un mantenimiento correctivo a esta ya que se encuentra en total abandono presentando unos deterioros significativos, al realizar un correcto mantenimiento a estas vías se podrá evidenciar el bajo costo con respecto a la reconstrucción total de la vía por falta de los mantenimientos.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

- (sf), L. P. (8 de Abril de 2021). *Municipio.com*. Obtenido de <https://www.municipio.com.co/municipio-la-palma.html>
- Acosta, M., & Alarcon, P. (2017). *Repository.ucatolica*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15205/3/Artic%20V3%20COL%20OPORT%20ING%20VIAL%20x%20Acosta%20y%20Alarcon%2029%2011%202017.pdf>
- Angua, P., & Rodriguez, A. (2015). *Espectos\_decarga*. Obtenido de [http://94.23.80.242/~aec/ivia/Espectros\\_de\\_Carga\\_y\\_Da%C3%B1o\\_para\\_Dise%C3%B1o\\_de\\_Pavimentos\\_\(Paul\\_Garnica\).pdf](http://94.23.80.242/~aec/ivia/Espectros_de_Carga_y_Da%C3%B1o_para_Dise%C3%B1o_de_Pavimentos_(Paul_Garnica).pdf)
- Bonilla, V., Carriom, F., Hernandez, J., & Montes, M. (2017). *imt.mx*. Obtenido de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt509.pdf>
- Brioso, A., Chang, J., & Rios, R. (s.f.). *UDOCZ*. Obtenido de <https://www.udocz.com/apuntes/160952/pavimento-semirrigido>
- Caicedo, B., Murillo, C., & Trisancho, J. (2003). Medida Perfil Longitudinal de un Pavimento Mediante Navegacion Inercial. *Unidades.edu.co*, 1-8.
- Cundi, A. M. (25 de abril de 2022). *Lapalma-cundinamarca*. Obtenido de <http://www.lapalma-cundinamarca.gov.co/tema/planeacion-presupuesto-participativo>
- DANE. (2017). *BOLETIN CENSO GENERAL*. La palma cundinamarca.
- Elsevier. (2022). *scopus.com*. Obtenido de <https://www.scopus.com/term/analyzer.uri?sid=ffaa94204fc922ff57bf066ffc94a538&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement%29&sort=plf-f&sdt=b&sot=b&sl=32&count=5794&analyzeResults=Analyze+results&txGid=a32f3e100c0bcd c16b28657f44711c22>

Garnica, P., Gomez, J., & Sesma, J. (2002). *Imt.mx*. Obtenido de

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt197.pdf>

HERNANDEZ, A. G.-L. (s.f.). *CARTILLA-GUIA ILUSTRATIVA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA BAJOS VOLUMENES DE TRANSITO*. Obtenido de

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5711/CARTILLA.pdf?sequence=2>

<https://pdpmagdalenacentro.org/>. (s.f.). *programa desarrollo para la paz magdalea centrp*. Obtenido de

<https://pdpmagdalenacentro.org/>

INVIAS. (OCTUBRE de 2006). <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras>. Obtenido de INVIAS.

INVIAS, U. N. (OCTUBRE de 2006). *INVIAS*. Obtenido de INVIAS.

Leone, I. C.-I. (s.f.). *PAVIMENTO*. ROSARIO.

Macondino R, J. J. (2 de Abril de 2020). *INGENIERIA Y CONSTRUCCION*. Obtenido de

<https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>

Magallanes, C., & Laica, J. (2011). *dspace.espo.edu.ec*. Obtenido de

[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19164/1/tomala-laica\\_resumen\\_.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19164/1/tomala-laica_resumen_.pdf)

Marin, S. (2019). *Respository.usta.co*. Obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15524/2019sergiomarin.pdf?sequence=8>

MINAYA, S., & A, O. (s.f.). *Esfuerzos y Deformaciones en el Pavimento*. Obtenido de

<https://hugoalcantara.files.wordpress.com/2014/02/acapitulo-5-esfuerzos-y-deformaciones.pdf>

Monsalve, I., Giraldo, L., & Maya, j. (2012). *Slidesshare*. Obtenido de

<https://es.slideshare.net/rosabeatrizvillaloboshuaman/diseo-de-pavimento-flexible-y-rgido>

Ospina, G. (2016). El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia.

*Revista de Ingeniería*, 1-9.

Ospina, J. (2018). *repository.ucc.edu.co*. Obtenido de

[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7482/1/2019\\_dise%C3%B1o\\_estructural\\_pavimento\\_r%C3%ADgido.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7482/1/2019_dise%C3%B1o_estructural_pavimento_r%C3%ADgido.pdf)

Pacheco, C., & Higuera, Ó. (08 de 2010 de 2020). *PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS ARTICULADOS*.

Obtenido de [https://docs.google.com/document/d/1uqN4d-](https://docs.google.com/document/d/1uqN4d-QdOW_Ah2imJuSZobYtAFOqNpno0tFCUJA8jk/edit#)

[QdOW\\_Ah2imJuSZobYtAFOqNpno0tFCUJA8jk/edit#](https://docs.google.com/document/d/1uqN4d-QdOW_Ah2imJuSZobYtAFOqNpno0tFCUJA8jk/edit#)

Palma, S. d.-L. (&as\_qdr=y15 de 2017). *Programa Desarrollo para la Paz del Magdalena Centro*.

Obtenido de <https://pdpmagdalenacentro.org/pagina2017/sistema-de-informacion-irmac-la-palma/>

Parera, A. (18 de julio de 2017). *unifort.es*. Obtenido de [https://www.unifort.es/pavimentos-](https://www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos/)

[industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos/](https://www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos/)

Poveda, C. (2020). *repository.unimilitar.edu.co*. Obtenido de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/37284/PovedaSierraCamiloAndr%C3%A9s2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Poveda, m., bernal, f., & marin, a. (2014). *Repositorio*. Obtenido de

[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2574/1/Dise%C3%B1o-de-un-pavimento-en-el-Kil%C3%B3metro-19\\_Chipaque-Une.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2574/1/Dise%C3%B1o-de-un-pavimento-en-el-Kil%C3%B3metro-19_Chipaque-Une.pdf)

Prachi, K., Singh, C., & B.L, S. (12 de abril de 2022). *ScienceDirect*. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532202017X>

SAENZ, I. A. (2015). *DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA URBANIZACION CABALLERO Y*

*GONGORA*. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2687/1/dise%C3%B1o%20de%20pavimento%20origido%20para%20la%20urbanizaci%C3%B3n%20Caballero%20Gongora,%20Municipio%20de%20Honda-Tolima.pdf>

Samir, M., Feipeng, X., & Dharamveer, S. (10 de Febrero de 2022). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621043869>

Sanchez, X. (2003). *repositori.unidades.edu.co*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20919/u245809.pdf>

Sayago, E. C. (3 de enero de 2021). *Construaprende.com*. Obtenido de <https://www.construaprende.com/docs/tesis/297-trazo-construccion-carretera?coi=1494&npp=1&p=700&pp=0&ep=1&du=cutt.us&start=28>

Sheldon, B., James, M., & Georges, M. (marzo de 2022). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920922000335>

Simo, L. (1990). *mopc.gov.do*. Obtenido de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>

sociedad, A. d. (3 de septiembre de 2021). *Caminos, canales y pasatiempos*. Obtenido de <https://caminando.blogs.upv.es/vias-de-comunicacion-y-transportes/>

TRANSPORTE, I. -M. (s.f.). *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTO*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>

Transporte, M. d. (8 de mayo de 2021). *Mintransporte*. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/glosario/genPag=2>

VELÁSQUEZ, N. C. (2015). *FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS*. Juliaca.

vias, I. (29 de Abril de 2020). *CONSTRUYORED*. Obtenido de <https://construyored.com/noticias/2299-que-es-un-pavimento>

VISE. (2019). *BLOG.VISE*. Obtenido de <https://blog.vise.com.mx/qu%C3%A9-es-un-pavimento-flexible-y-cu%C3%A1ndo-conviene-usarlo>

Zuluaga, S. (2019). *repositori.eia.edu.co*. Obtenido de [https://repositori.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2344/AlzateSair\\_2019\\_SistemaClasificaci%C3%B3nDa%C3%B1os.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20da%C3%B1os%20repor%20tados%20en%20los,y%20por%20%C3%BAltimo%20otros%20da%C3%B1os](https://repositori.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2344/AlzateSair_2019_SistemaClasificaci%C3%B3nDa%C3%B1os.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20da%C3%B1os%20repor%20tados%20en%20los,y%20por%20%C3%BAltimo%20otros%20da%C3%B1os).