	FORMATO: TRABAJO DE GRADO	Código:	FO-MI-058
		Versión:	1
		Fecha:	20-11-2021

1. PRESENTACIÓN			
FACULTAD:	Ingenierías y Arquitectura		
PROGRAMA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO:	Caracterización de daños superficiales en los pavimentos construidos en algunas vías urbanas del municipio de Chigorodó Antioquia.		
AUTOR 1:	Yarling Yulieth Abadía Palomeque	CC:	1.038.819.402
TUTOR:	Laura Hernández Álzate		

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
<p>En los pavimentos construidos en las vías del casco urbano del municipio de Chigorodó, se hace notable el deterioro de estos, que en muchos casos dichos daños empiezan a presentarse al poco tiempo de haber sido construidos. Aún sin ahondar en detalles, se cree que los deterioros más comunes son las fisuras y hundimientos en las vías, siendo estos últimos provocadores de estancamiento de agua, que a su vez se convierten en un peligro para quienes habitan cerca a dichos estancamientos y para los usuarios de las vías.</p> <p>A su vez, en el municipio, se hace necesaria una política de mantenimiento preventivo, ya que, al no contar con esta se hace necesario ejecutar un mantenimiento correctivo, lo cual conlleva necesariamente a que se aplique la reconstrucción o rehabilitación total de los pavimentos. Esto se produce al no accionar en el tiempo adecuado para dar solución a los problemas ocasionados en las infraestructuras por el uso, lo que origina que las vías pierdan sus características de diseño hasta el punto de poner en riesgo la calidad del servicio y seguridad que un pavimento debe brindar a los usuarios.</p> <p>Por otra parte, cabe mencionar también que el mal estado en el que se encuentran algunas vías pavimentadas del municipio trae consigo a medida que transcurre el tiempo, el deterioro de los vehículos de los usuarios que por allí transitan constantemente.</p>	
3. JUSTIFICACIÓN	
<p>Esta investigación se fundamenta principalmente en la necesidad de identificar cuáles son los daños y/o deterioros que encontramos en las vías urbanas que han sido pavimentadas en el municipio de Chigorodó, de manera que se permita evidenciar y advertir cuán significativo es la utilización de materiales de calidad durante el proceso constructivo de un pavimento independientemente de que sea rígido o flexible. Del mismo modo, permitir que haya una total atención en la importancia de desarrollar posibles soluciones para mitigar los daños, partiendo de que dichos daños no hacen posible el tránsito adecuado de usuarios, transitar por tales vías resulta incómodo y a su vez arriesgado. En los casos donde se presentan hundimientos, lo más probable es que haya constantes estancamientos de agua luego de que se presenten lluvias; lo cual es un peligro para la comunidad expuesta ante este daño, tal que, se puede presentar reproducción de insectos transmisores de enfermedades.</p> <p>En el municipio también se han presentado casos de accidentalidad que han sido producto de algunos de los daños generados en los pavimentos, daños que generalmente no se encuentran señalizados, motivo que imposibilita que conductores alcancen a actuar a tiempo, y, a su vez dicha condición de los pavimentos no permite que estos cumplan con su principal objetivo, siendo este garantizar en términos de calidad, durabilidad y seguridad, el confort de los usuarios.</p> <p>Con esta investigación se espera beneficiar a toda la comunidad del municipio en general, dado que, los hallazgos podrán ser socializados, y se obtendría la justificación técnica para determinar y ejecutar posibles</p>	

tratamientos para los daños encontrados, resultado de esto se obtendría una movilidad más satisfactoria dentro del municipio, debido a que estas son unas vías de constante flujo vehicular. Y, a su vez, se reflejará una reducción en la accidentalidad debida a los daños y deterioros de los pavimentos.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Caracterizar los daños superficiales que causan mayor disfuncionalidad en el nivel de servicio de los pavimentos construidos en algunas de las vías urbanas más importantes en el municipio de Chigorodó Antioquia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de los pavimentos construidos en algunas de las vías urbanas más importantes en el municipio de Chigorodó Antioquia.
- Analizar los daños superficiales que causan mayor disfuncionalidad en el nivel de servicio de los pavimentos construidos en algunas de las vías urbanas más importantes en el municipio de Chigorodó Antioquia.
- Desarrollar una cartilla informativa y explicativa de los resultados obtenidos en la investigación.

5. MARCO TEÓRICO

Un pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados, capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente y de transmitir al suelo de apoyo esfuerzos y deformaciones tolerables por éste (Cabanillas Hualpa & Rodríguez Chalán, 2021). Desde el punto de vista estructural, un pavimento transmite en forma adecuada las cargas hacia el terreno de fundación, es decir, sin rotura de los materiales o deformaciones exageradas para la estructura (Buitrago, 2019).

En Colombia, existen los manuales de inspección visual desarrollados por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2006), los cuales describen los pasos para calificar por medio de observación el estado actual de una vía. INVIAS inició labores el primero de enero de 1994 mediante el decreto 2171 del 30 de diciembre de 1992, que creó un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrito al Ministerio de Transporte, tiene como objetivo la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima (INVIAS, 2006).

Es importante conocer los tipos de pavimentos que se pueden encontrar en los sectores a estudiar, siendo estos principalmente:

- Pavimentos Flexibles: son aquéllos construidos con materiales asfálticos y materiales granulares (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2006). Están formados por capas de diversos materiales cuya resistencia va disminuyendo conforme se incrementa la profundidad a la que están colocadas (Pardo Rodríguez, Ortiz Muñoz, & Rodríguez Camargo, 2020).

A continuación, se da una clasificación de daños sobre los pavimentos flexibles. Se presentan generalmente cuatro grupos: deformaciones, fisuras y grietas, desintegraciones y afloramientos (Sicha Flores, 2018).

Según el MANUAL PARA LA INSPECCIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES desarrollado y propuesto por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en convenio con la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá (INVIAS, 2006) dentro del grupo de las fisuras y grietas se encuentran:

- ❖ **Fisuras Longitudinales y Transversales (FL, FT):** corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicios de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado. Las fisuras longitudinales generalmente se generan por fatiga de la estructura, usualmente se presenta en las

huellas del tránsito, mientras que las longitudinales se presentan mayormente por riego de liga insuficiente, ausencia total de este o espesor insuficiente de la capa de rodadura.

SEVERIDAD:

- **Baja:** abertura de la fisura menor que 1 mm, cerrada o con sello en buen estado.
- **Media:** abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden existir algunas fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos y pueden presentar desportillamientos leves; existe una alta probabilidad de infiltración de agua a través de ellas.
- **Alta:** abertura de la fisura mayor que 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos, puede causar movimientos bruscos a los vehículos.

- ❖ **Piel de Cocodrilo (PC):** corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como una o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de un cocodrilo. La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica debido principalmente a espesor de estructura insuficiente y deformaciones de la subrasante.

SEVERIDAD:

- **Baja:** serie de fisuras longitudinales paralelas (pueden llegar a tener aberturas de 3 mm), principalmente en la huella, que no presentan desportillamiento, con pocas o ninguna conexión entre ellas y no existe evidencia de bombeo.
- **Media:** las fisuras han formado un patrón de polígonos pequeños y angulosos, que pueden tener un ligero desgaste en los bordes y aberturas entre 1 mm y 3 mm, sin evidencia de bombeo.
- **Alta:** las fisuras han evolucionado (abertura mayor que 3 mm), se presenta desgaste o desportillamientos en los bordes y los bloques se encuentran sueltos o se mueven ante el tránsito, incluso llegando a presentar descascamiento y bombeo.

Por su parte, dentro del grupo de deformaciones se encuentran:

- ❖ **Abultamiento (AB):** este deterioro se asigna a los abombamientos o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento. Pueden presentarse bruscamente ocupando pequeñas áreas o gradualmente en áreas grandes, acompañados en algunos casos por fisuras. Se generan principalmente por la expansión de la subrasante.

SEVERIDAD:

- **Baja:** profundidad máxima menor que 10 mm, causa poca vibración al vehículo, lo cual no genera incomodidad al conductor.
- **Media:** profundidad máxima entre 10 mm y 20 mm, causa una mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- **Alta:** profundidad máxima mayor que 20 mm, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

- ❖ **Hundimiento (HUN):** corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua pues se puede producir hidroneo. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, o pueden tener forma de medialuna.

SEVERIDAD:

- **Baja:** profundidad menor que 20 mm, causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor.
- **Media:** profundidad entre 20 mm y 40 mm, causa mayor vibración al vehículo, generando incomodidad al conductor.
- **Alta:** profundidad mayor que 40 mm, causa vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

En el grupo de desintegraciones se encuentran:

- ❖ **Baches (BCH):** desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y la falla del pavimento. Este deterioro ocurre siempre como evolución de otros daños, especialmente de piel de cocodrilo.

SEVERIDAD:

- **Baja:** profundidad de afectación menor o igual que 25 mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.
 - **Media:** profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm, deja expuesta la base.
 - **Alta:** profundidad de afectación mayor que 50 mm, que llega a afectar la base granular.
- ❖ **Parches (PCH):** corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios públicos.

SEVERIDAD:

- **Baja:** el parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.
 - **Media:** el parche presenta daños de severidad baja o media y deficiencias en los bordes.
 - **Alta:** el parche está gravemente deteriorado, presentan daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.
- ❖ **Pérdida de Agregado:** corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Las causas más comunes de estos daños son aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales, problemas de adherencia entre agregado y asfalto, uso de agregados contaminados con finos o agregados muy absorbentes.

SEVERIDAD:

- **Baja:** los agregados gruesos han comenzado a desprenderse y se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0,15 m.
 - **Media:** existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0,05 m y 0,15 m.
 - **Alta:** existe desprendimiento extensivo de agregados finos y gruesos con separaciones menores a 0,05 m, haciendo la superficie muy rugosa y se observan agregados gruesos.
- Pavimentos Rígidos: Es el conformado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la subrasante (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2006). Transmite directamente los esfuerzos al suelo

en una forma minimizada, es auto resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2017).

Al igual que en los pavimentos flexibles, en los pavimentos rígidos también existe una clasificación de daños presentados a continuación: grietas, escalonamiento y desintegración (Guerra-Rojas, 2020).

Para un correcto inventario de análisis de fallas y deterioro de los pavimentos, se hace necesario tener un inventario y una identificación clara de las ocurrencias sobre la superficie del pavimento (Fontalvo, Martínez, & Polo, 2018).

Según el MANUAL PARA LA INSPECCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS desarrollado y propuesto por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en convenio con la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá (INVIAS, 2006) dentro del grupo de grietas se encuentran:

- ❖ **Grietas Longitudinales (GL):** grietas predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia (L) mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa.

SEVERIDAD:

- **Baja:** grietas selladas o con abertura menor a 3 mm. Escalonamiento imperceptible.
- **Media:** abertura entre 3 mm y 10 mm.
- **Alta:** aberturas mayores a 10 mm. Se presenta escalonamiento mucho mayor a 15 mm.

- ❖ **Grietas Transversales (GT):** grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de la vía.

SEVERIDAD:

- **Baja:** grietas selladas o con abertura menor a 3 mm. Escalonamiento imperceptible.
- **Media:** abertura entre 3 mm y 10 mm.
- **Alta:** aberturas mayores a 10 mm. Se presenta escalonamiento mucho mayor a 6 mm.

- ❖ **Grietas en Bloque o Fisuración Múltiple (GB):** aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa

SEVERIDAD: siempre se considera un deterioro de severidad alta

- ❖ **Grietas en Pozos y Sumideros (GA):** se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia del pozo o del sumidero.

SEVERIDAD:

- **Baja:** grietas selladas o con abertura menor a 3 mm. Escalonamiento imperceptible.
- **Media:** abertura entre 3 mm y 10 mm.
- **Alta:** aberturas mayores a 10 mm. Se presenta escalonamiento mucho mayor a 6 mm.

En la clasificación de daños de escalonamiento se encuentran:

- ❖ **Separación de Juntas:** corresponde a una abertura en la junta de las losas del pavimento.

SEVERIDAD:

- **Baja:** abertura menor a 3 mm. Levantamiento imperceptible, desportillamiento mínimo.
- **Media:** abertura entre 3 mm y 25 mm.

- **Alta:** aberturas mayores a 25 mm. Se presenta diferencia de nivel entre losas adyacentes o altura sobre el nivel medio de la vía mucho mayor a 10 mm.

Dentro del grupo de desintegración se encuentran:

- ❖ **Descascaramiento (DE):** rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 mm a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto.

SEVERIDAD:

- **Baja:** pérdida de material superficial a una profundidad menos de 5 mm.
- **Media:** pérdida de material superficial a una profundidad entre 5 mm y 15 mm.
- **Alta:** pérdida de material superficial a una profundidad mayor a 15 mm.

- ❖ **Baches (BCH):** desintegración de la losa de concreto y la remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que incluso puede dejar expuesto el material de base.

SEVERIDAD:

- **Baja:** profundidad de afectación menor o igual que 25 mm.
- **Media:** profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm.
- **Alta:** profundidad de afectación mayor que 50 mm.

- ❖ **Parche (PCHA – PCHC):** área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parcheo por reparación de servicios públicos es una intervención que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo.

SEVERIDAD

- **Baja:** el parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.
- **Media:** el parche presenta daños de severidad baja o media y deficiencias en los bordes.
- **Alta:** el parche está gravemente deteriorado, presenta daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.

- ❖ **Hundimientos o Asentamientos (HU):** depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada; puede estar acompañado de agrietamiento significativo, debido al asentamiento de las losas.

SEVERIDAD:

- **Baja:** profundidad menor que 20 mm, causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor.
- **Media:** profundidad entre 20 mm y 40 mm, causa mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- **Alta:** profundidad mayor que 40 mm, causa vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

Los daños en los pavimentos informan sobre su condición y las posibles causas de la misma. El inventario de los daños de un pavimento representa una información fundamental en el proceso de evaluación del estado del pavimento. (Menéndez, 2009).

Uno de los factores que debe satisfacer una vía es la comodidad del usuario y garantizar la seguridad del mismo;

en ocasiones esta comodidad puede reflejarse en las velocidades a las que se puede transitar; dentro de este aspecto es necesario considerar las diferentes fallas que se pueden presentar en la estructura como lo son las deformaciones longitudinales las cuales generan una deficiencia estructural y disminución en los niveles de servicio de la vía.

En efecto, una vía la cual su pavimento se encuentre en mal estado puede ser causante de situaciones percances viales. Al presentarse hundimientos, parches, baches, u otro tipo de deterioro en la vía, el nivel de servicio del pavimento disminuirá, de manera tal que aumenta el riesgo de ocurrencia de siniestros y, a su vez, aumenta la tasa de accidentalidad.

6. METODOLOGÍA

La metodología a emplear será de tipo descriptivo y cualitativo, mediante la observación y registro de los daños más significativos en los pavimentos de algunas vías del municipio de Chigorodó.

- Sectorización de vías, tomando como muestra:
 - Tramo 1: calle 92 entre carreras 100 – 102 (Longitud 400 m)
 - Tramo 2: calle 96 entre carreras 100 – 105 (Longitud 500 m)
 - Tramo 3: calle 97 entre carreras 101b – 105 (Longitud 300 m)
 - Tramo 4: calle 97 entre carreras 105 – 108 (Longitud 300 m)
- Salida de campo a las diferentes vías con el fin de realizar un diagnóstico visual de las condiciones actuales en las que se encuentran estas.
- Registro de daños encontrados en los pavimentos, basado en los Manuales de Inspección Visual del INVIAS.
- Categorización de daños, según su severidad.
- Categorización de vías, según los daños encontrados en cada una.
- Solicitud de reunión con Secretaría de Obras Públicas, con el fin de informar los resultados obtenidos y determinar qué posibles tratamientos se podrían aplicar a los daños encontrados.

7. CRONOGRAMA

Actividad	Meses			
	1	2	3	4
Sectorización de vías.	X			
Recorrido por las vías seleccionadas.	X			
Registro de daños.		X		
Categorización de daños.		X		
Categorización de vías.			X	X
Solicitud de reunión con Sec. De Obras Públicas.				X
Escritura trabajo de grado				X

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de haber llevado a cabo la revisión bibliográfica, estudio del manual de daños del INVIAS y realizar la inspección de daños, se procede a analizar los daños superficiales encontrados en los pavimentos construidos en las vías de estudio.

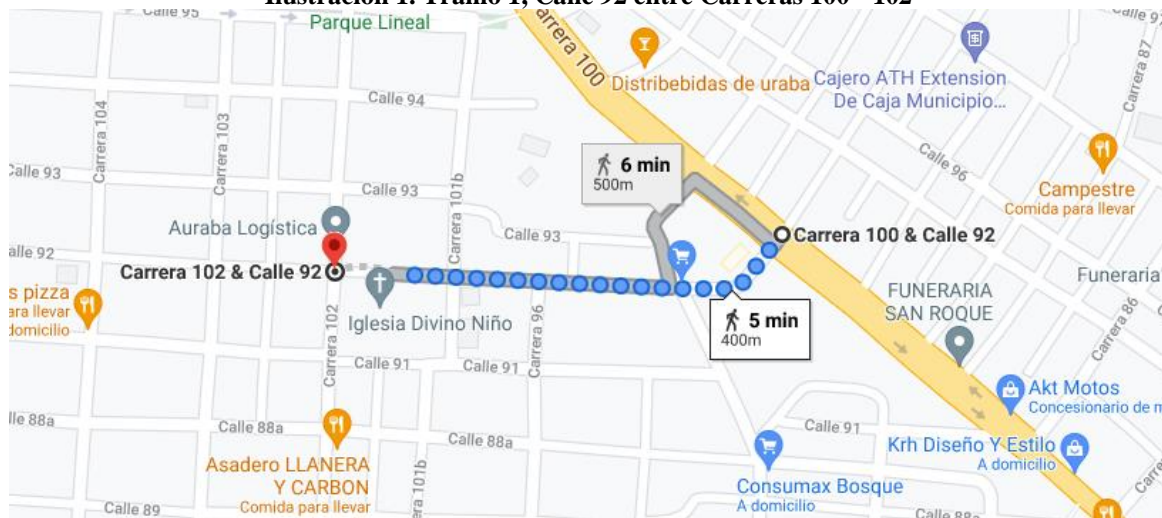
Durante los meses de agosto y septiembre de 2021, se realizaron recorridos por los 4 tramos en estudio, donde se llevó a cabo una identificación y conteo de los daños localizados, lo cual se encuentra evidenciado en: Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, y Tabla 4; recurrencia de daños. Las fotografías de los conteos se encuentran en el anexo digital *Evidencia de Recorridos*. Las imágenes presentadas en el documento son las más representativas por cada tipo de daño.

INSPECCIÓN VISUAL POR TRAMOS.

TRAMO 1

Corresponde a la calle 92 entre carreras 100 – 102 (400 m). El pavimento construido en esta vía es de tipo rígido, cuenta con una calzada vehicular de dos carriles, (no delimitados por marcas viales longitudinales) y dos sentidos de circulación, además, cuenta con andenes o aceras en ambos costados y en general su estructura de pavimentos presenta distintos deterioros.

Ilustración 1. Tramo 1, Calle 92 entre Carreras 100 - 102



Fuente: Ilustración de Google Maps

En este tramo se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

Tabla 1. Deterioros, Tramo 1

DETERIORO	# FOTO	UBICACIÓN
Bache	Ilustración 2	Tramo 1
Descascaramiento	Ilustración 3	Tramo 1
Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	Ilustración 4	Tramo 1
Grietas en Pozos y Sumideros	Ilustración 5	Tramo 1
Grietas Longitudinales	Ilustración 6	Tramo 1
Grietas Transversales	Ilustración 7	Tramo 1
Parche	Ilustración 8	Tramo 1
Separación de Juntas	Ilustración 9	Tramo 1

Fuente: elaboración propia

Ilustración 2. Bache



Fuente: fotografía propia

Ilustración 3. Descascaramiento



Fuente: fotografía propia

Ilustración 4. Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple



Fuente: fotografía propia

Ilustración 5. Grietas en Pozos y Sumideros



Fuente: fotografía propia

Ilustración 6. Grietas Longitudinales



Fuente: fotografía propia

Ilustración 7. Grietas Transversales



Fuente: fotografía propia

Ilustración 8. Parche



Fuente: fotografía propia

Ilustración 9. Separación de Juntas



Fuente: fotografía propia

A continuación, se presenta la Tabla 2 con la recurrencia de daños:

Tabla 2. Recurrencia de Daños, Tramo 1

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Bache	1	1
Descascaramiento	47	43
Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	6	5
Grietas en Pozos y Sumideros	3	3
Grietas Longitudinales	22	20
Grietas Transversales	9	8
Parche	4	4
Separación de Juntas	18	16
TOTAL	110	100

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados registrados en la tabla anterior, se puede determinar que el daño que más se presenta a lo largo de los 400 m es el descascaramiento, con un porcentaje de recurrencia del 43%. Seguido, los daños más recurrentes son las grietas longitudinales con un porcentaje de 20% y la separación de juntas con un porcentaje de 16%. A su vez, es posible notar que los daños con menos presencia en el pavimento del tramo 1 son: bache, grietas en pozos y sumideros, parche, fracturación múltiple y grietas transversales con porcentajes de ocurrencia del 1%, 3%, 4%, 5% y 8% respectivamente.

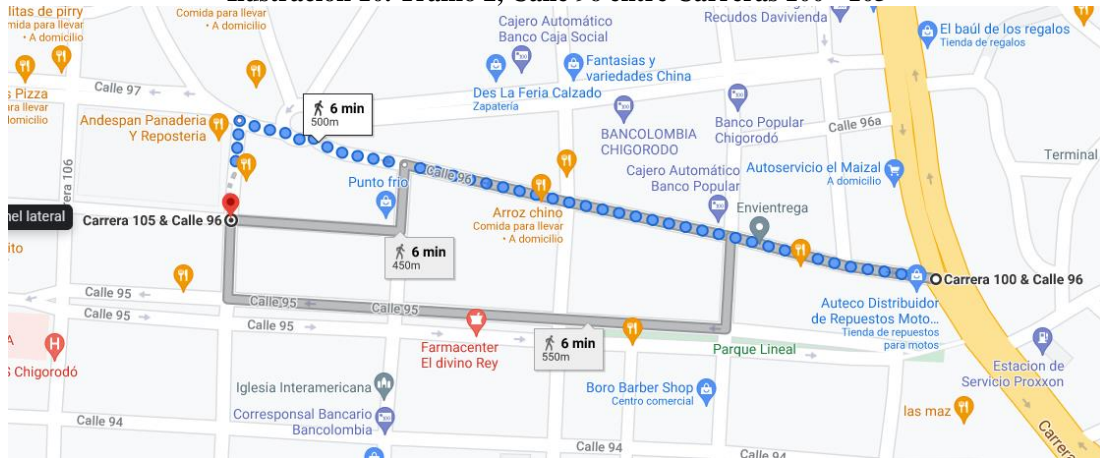
CATEGORIZACIÓN DE DAÑOS, TRAMO 1:

- El bache presente en este tramo, se categoriza con severidad media, ya que, se ha perdido material con una profundidad de afectación de 35 mm.
- De los 47 descascaramientos registrados en la tabla de recurrencia de daños, el 100% de estos se categorizan con severidad media, debido a que, en promedio, la pérdida de material superficial de estos se encuentra a una profundidad entre 8 mm y 10 mm.
- Los 6 daños tipo grietas en bloque o fracturación múltiple se categorizan con una severidad alta, pues, según el manual, los deterioros de este tipo siempre se consideran de severidad alta.
- Grietas en pozos y sumideros, se categorizan con severidad media, pues las aberturas de estas se encuentran entre 5 mm y 7 mm.
- Daños tipo grietas longitudinales, categorizados con severidad media, ya que las aberturas de estas se encuentran entre 7 mm y 8 mm en promedio.
- Los 9 daños registrados como grietas transversales se categorizan con severidad alta, debido a que la abertura de estas supera los 10 mm.
- Deterioros tipo parche, categorizados con severidad media, pues presentan deficiencias en los bordes.
- Separación de juntas, categorizada con severidad media, debido a que la abertura es de 25 mm.

TRAMO 2

Corresponde a la calle 96 entre carreras 100 – 105 (500 m). El pavimento construido en esta vía es de tipo rígido, cuenta con una calzada vehicular de dos carriles, (no delimitados por marcas viales longitudinales) un solo sentido de circulación.

Ilustración 10. Tramo 2, Calle 96 entre Carreras 100 - 105



Fuente: Ilustración de Google Maps

En este tramo se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

Tabla 3. Deterioros, Tramo 2

DETERIORO	# FOTO	UBICACIÓN
Bache	Ilustración 11	Tramo 2
Descascaramiento		Tramo 2
	Ilustración 12	
Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	Ilustración 13	Tramo 2
Grietas en Pozos y Sumideros	Ilustración 14	Tramo 2
Grietas Longitudinales	Ilustración 15	Tramo 2
Grietas Transversales	Ilustración 16	Tramo 2
Hundimiento	Ilustración 17	Tramo 2
Parche	Ilustración 18	Tramo 2
Separación de Juntas	Ilustración 19	Tramo 2

Fuente: elaboración propia

Ilustración 11. Bache



Fuente: fotografía propia

Ilustración 12. Descascaramiento



Fuente: fotografía propia

Ilustración 13. Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple



Fuente: fotografía propia

Ilustración 14. Grietas en Pozos y Sumideros



Fuente: fotografía propia

Ilustración 15. Grietas Longitudinales



Fuente: fotografía propia

Ilustración 16. Grietas Transversales



Fuente: fotografía propia

Ilustración 17. Hundimiento



Fuente: fotografía propia

Ilustración 18. Parche



Fuente: fotografía propia

Ilustración 19. Separación de Juntas



Fuente: fotografía propia

A continuación, se presenta la Tabla 4 con la recurrencia de daños:

Tabla 4. Recurrencia de Daños, Tramo 2

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Bache	4	3
Descascaramiento	52	38
Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	8	6
Grietas en Pozos y Sumideros	4	3
Grietas Longitudinales	15	11
Grietas Transversales	21	15
Hundimientos	1	1
Parche	15	11
Separación de Juntas	17	12
TOTAL DAÑOS	137	100

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior es posible observar que al igual que en el tramo 1, el deterioro con mayor recurrencia es el descascamiento, con un porcentaje de 38%. Las grietas transversales ocupan entonces el 15% de recurrencia, por su parte la separación de juntas tiene una recurrencia del 12% y seguido a estas se encuentran los parches y las grietas longitudinales, ambos daños con un porcentaje de recurrencia del 11%. Los daños con menor porcentaje de recurrencia son: hundimiento, grietas en pozos y sumideros, bache y fracturación múltiple con porcentajes de 1%, 3%, 3% y 6% respectivamente.

CATEGORIZACIÓN DE DAÑOS, TRAMO 2:

- Los daños tipo baches presentes en este tramo, se categorizan con severidad media, ya que, se ha perdido material con una profundidad de afectación de 35 mm.
- Del total de daños tipo descascamiento registrados en la tabla de recurrencia de daños, el 100% de estos se categorizan con severidad media, debido a que, en promedio, la pérdida de material superficial de estos se encuentra a una profundidad entre 8 mm y 10 mm.
- Los daños tipo grietas en bloque o fracturación múltiple se categorizan con una severidad alta, pues, según el manual, los deterioros de este tipo siempre se consideran de severidad alta.
- Daños tipo grietas en pozos y sumideros se categorizan con severidad alta, pues, las aberturas de estas grietas superan los 10 mm.
- Daños tipo grietas longitudinales, categorizados con severidad media, pues, las aberturas de estas se encuentran entre 7 mm y 8 mm en promedio.
- Los daños registrados como grietas transversales se categorizan con severidad media, debido a que la abertura de estas se encuentra entre 8 mm y 10 mm.
- Se encontró un solo daño de tipo hundimiento, el cual es categorizado con severidad alta, ya que, su profundidad supera los 40 mm, genera un alto grado de incomodidad y se hace necesario reducir la velocidad por seguridad.
- Deterioros tipo parches, categorizados con severidad alta, en general, están gravemente deteriorados.
- Separación de juntas, categorizada con severidad alta, pues la abertura supera los 25 mm.

TRAMO 3

Corresponde a la calle 97 entre carreras 101b – 105 (Longitud 300 m). El pavimento construido en esta vía es de tipo flexible, con capa de rodadura asfáltica, cuenta con doble calzada vehicular, delimitadas por separador de

calle y dos sentidos de circulación, además, cuenta con andenes o aceras en ambos costados, en general la estructura vial presenta distintos deterioros.



Fuente: Ilustración de Google Maps

En este tramo se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

Tabla 5. Deterioros, Tramo 3

DETERIORO	# FOTO	UBICACIÓN
Bache	Ilustración 21	Tramo 3
Fisuras Longitudinales	Ilustración 22	Tramo 3
Fisuras Transversales	Ilustración 23	Tramo 3
Hundimiento	Ilustración 24	Tramo 3
Parche	Ilustración 25	Tramo 3
Pérdida de Agregado	Ilustración 26	Tramo 3
Piel de Cocodrilo	Ilustración 27	Tramo 3

Fuente: elaboración propia

Ilustración 21. Bache



Fuente: fotografía propia

Ilustración 22. Fisuras Longitudinales



Fuente: fotografía propia

Ilustración 23. Fisuras Transversales



Fuente: fotografía propia

Ilustración 24. Hundimiento



Fuente: fotografía propia

Ilustración 25. Parche



Fuente: fotografía propia

Ilustración 26. Pérdida de Agregado



Fuente: fotografía propia

Ilustración 27. Piel de Cocodrilo



Fuente: fotografía propia

A continuación, se presenta la Tabla 6 con la recurrencia de daños:

Tabla 6. Recurrencia de Daños, Tramo 3

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Bache	19	16

Fisuras Longitudinales	2	2
Fisuras Transversales	2	2
Hundimiento	33	27
Parche	20	16
Pérdida de Agregado	41	34
Piel de Cocodrilo	5	4
TOTAL	122	100

Fuente: elaboración propia

Tomando como base los resultados registrados en la Tabla 6, se evidencia que el daño más predominante dentro del tramo corresponde a pérdida de agregado, teniendo un porcentaje de recurrencia del 34%. Ocupando el segundo lugar, por cantidad de repetición del daño en el pavimento, se encuentran los hundimientos, teniendo un porcentaje de recurrencia del 27%. Se nota también que hay daños que se presentan en igual cantidad porcentaje, ocupando estos el tercer lugar de recurrencia, tales daños son parches y baches con un 16%. Los daños que menos aparecen en el pavimento del tramo 3 son: piel de cocodrilo, fisuras transversales y longitudinales, teniendo porcentajes de recurrencia de 4%, 2% y 2% respectivamente.

CATEGORIZACIÓN DE DAÑOS, TRAMO 3:

- Los daños tipo baches presentes en este tramo, de manera general se categorizan con severidad alta, ya que, la profundidad de afectación es mayor que 50 mm, y se ve afectada la base granular.
- Las fisuras longitudinales y transversales se categorizan con severidad media, la abertura de estas está entre 2 mm y 3 mm, existe una alta probabilidad de infiltración de agua a través de ellas.
- Los hundimientos presentes en este tramo se categorizan con severidad media, pues, las profundidades están entre 20 mm y 40 mm, causan mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Deterioros tipo parches, categorizados con severidad alta, en general, están gravemente deteriorados.
- Pérdida de agregados, categorizados con severidad alta, existe desprendimiento extensivo de agregados finos y gruesos con separaciones menores a 0.05 m, haciendo la superficie muy rugosa y se observan agregados sueltos.
- Deterioros tipo piel de cocodrilo, categorizado con severidad media, las fisuras han formado un patrón de polígonos pequeños y angulosos, que pueden tener un ligero desgaste en los bordes y aberturas entre 1 mm y 3 mm.

TRAMO 4

Corresponde a la calle 97 entre carreras 105 – 108 (Longitud 300 m). Esta vía está constituida por un pavimento de tipo flexible, con capa de rodadura asfáltica, doble calzada vehicular, delimitadas por separador de calle y dos sentidos de circulación, a su vez, cuenta con andenes en ambos costados, en general su estructura vial presenta distintas fallas.

Ilustración 28. Tramo 4, Calle 97 entre Carreras 105 - 108



Fuente: Ilustración de Google Maps

En este tramo se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

Tabla 7. Deterioros, Tramo 4

DETERIORO	# FOTO	UBICACIÓN
Abultamiento	Ilustración 29	Tramo 4
Bache	Ilustración 30	Tramo 4
Fisuras Transversales	Ilustración 31	Tramo 4
Hundimiento	Ilustración 32	Tramo 4
Parche	Ilustración 33	Tramo 4
Piel de Cocodrilo	Ilustración 34	Tramo 4

Fuente: elaboración propia

Ilustración 29. Abultamiento



Fuente: fotografía propia

Ilustración 30. Bache



Fuente: fotografía propia

Ilustración 31. Fisuras Transversales



Fuente: fotografía propia

Ilustración 32. Hundimiento



Fuente: fotografía propia

Ilustración 33. Parche



Fuente: fotografía propia

Ilustración 34. Piel de Cocodrilo



Fuente: fotografía propia

A continuación, se presenta la Tabla 8 con la recurrencia de daños:

Tabla 8. Recurrencia de Daños, Tramo 4

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Abultamiento	2	5
Bache	8	22
Fisuras Transversales	1	3
Hundimiento	7	19
Parche	13	35
Piel de Cocodrilo	6	16
TOTAL	37	100

Fuente: elaboración propia

La tabla anterior registra los daños encontrados durante el recorrido por el tramo 4, la cual, si es comparada con la Tabla 6, la Tabla 4 y la Tabla 2, permite identificar que esta vía corresponde al tramo donde hubo menor cantidad de daños encontrados. Los daños con mayor recurrencia son: parche y bache, con porcentajes de recurrencia de 35% y 22% respectivamente. Seguidamente se encuentran los hundimientos con un 19% y piel de cocodrilo con un 16% de recurrencia. Los daños con menor recurrencia son abultamiento y fisuras transversales, teniendo porcentajes de recurrencia de 5% y 3% respectivamente.

CATEGORIZACIÓN DE DAÑOS, TRAMO 4:

- Los dos daños tipo abultamiento presentes en este tramo se categorizan con severidad media, pues cuentan con profundidades de 11 mm y 15 mm, causan mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Los daños tipo baches presentes en este tramo, de manera general se categorizan con severidad alta, ya que, la profundidad de afectación es mayor que 50 mm, y se ve afectada la base granular.
- La fisura transversal encontrada en este tramo se categoriza con severidad media, debido a que la abertura es de 3 mm, existe una alta probabilidad de infiltración de agua a través de ella.
- Los hundimientos presentes en este tramo se categorizan con severidad media, pues, las profundidades están entre 20 mm y 40 mm, causan mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Deterioros tipo parches, categorizados con severidad alta, en general, están gravemente deteriorados.
- De manera general, los daños tipo piel de cocodrilo presentes en este tramo se categorizan con severidad alta, ya que las fisuras han evolucionado (abertura mayor que 3 mm), se presenta desgaste o desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos o se mueven ante el tránsito, incluso llegando a presentar descascaramientos y bombeo.

EVALUACIÓN FUNCIONAL DE PAVIMENTOS.

Debido a que se realizó una inspección visual a partir de la metodología del manual del INVIAS, se realiza entonces una evaluación funcional de tipo subjetiva mediante la clase IV en los tramos analizados; los estudios de esta clase emplean **evaluaciones subjetivas** de la superficie al circular sobre ella o **por inspección visual**. Dicha evaluación de Regularidad Superficial está correlacionada de manera aproximada con el IRI (Índice de Rugosidad Internacional) mediante el uso de los hallazgos encontrados en las vías, teniendo el IRI como objetivo determinar el estado superficial del pavimento y establecer cuál es el que mejor percibe y valora el usuario.

Gracias al IRI se podrá entonces: evaluar las condiciones de comodidad y de seguridad de los usuarios de las vías, sectorizar las vías que será sometidas a rehabilitación, determinar el índice de Serviciabilidad Presente (ISP), y a su vez, a partir de los valores del IRI es posible calificar el sector evaluado.

A continuación, se presenta la escala de valores de IRI establecida por el Banco Mundial:

Ilustración 35. Escala de valores de (IRI) establecida por el Banco Mundial



Fuente: Jornadas sobre la calidad en el proyecto y la construcción de carreteras. (Banco Mundial, 1980)

Calificación para vías Interurbanas:

Tabla 9. Calificación para vías Interurbanas

RANGO DE RUGISIDAD (m/km)	CALIFICACIÒN
0 – 2,0	Excelente
2,0 – 3,5	Bueno
3,5 – 5,0	Regular
> 5,0	Malo

Fuente: Banco Mundial, 1980

Existe el Índice de Serviabilidad Presente (ISP), que es un parámetro evaluador del comportamiento de un pavimento, desde el punto de vista del usuario y puede ser calculado a partir del IRI utilizando las siguientes correlaciones:

Ecuación 1. Cálculo de índice de Serviabilidad Presente

- $ISP = 5 * e^{-0.18 * IRI}$ (Paterson)
- $ISP = 5 - 0.633 * IRI$ (Gillespie, para $IRI < 4.7$ m/km)

IRI	ISP	
	Paterson	Gillespie
0	5,0	5,0
1	4,2	4,4
2	3,5	3,7
3	2,9	3,1
4	2,4	2,5
5	2,0	NA

Fuente: Paterson, 1986

Las irregularidades en el perfil longitudinal constituyen el factor dominante en el cálculo del ISP.

Tabla 10. Calificación de Índice de Serviabilidad Presente

ISP	CALIFICACIÒN
4 a 5	Excelente
3 a 4	Bueno
2 a 3	Regular
1 a 2	Pobre
0 a 1	Muy Pobre

Fuente: AASHO Road Test (Highway Research Board, 1972)

Según la ley 769 de 2002 (Código Nacional de Tránsito Terrestre) en el capítulo XI, artículo 106, en vías urbanas las velocidades máximas serán de sesenta (60) kilómetros por hora excepto cuando las autoridades

competentes por medio de señales indiquen velocidades distintas.

Expresado lo anterior, se define entonces que la velocidad máxima establecida para transitar por los tramos 1, 2, 3 y 4 es de 60 km/h.

Con una velocidad entre 50 km/h y 60 km/h se considera que el pavimento presenta deformaciones frecuentes, algunas profundas; por lo tanto, se hace una clasificación determinando un IRI de 11 m/km, observando que el rango de rugosidad de los tramos analizados es >5.0 , se califican las vías como malas

Cálculo ISP:

$$ISP = 5 * e^{-0.18 * IRI}$$

$$ISP = 5 * e^{-0.18 * 11} = 0.69$$

Según el resultado obtenido luego de calcular el ISP, los tramos analizados se pueden calificar como vías que ofrecen un Índice de Serviciabilidad muy pobre. Basándose en lo anterior que fue el resultado obtenido luego de la evaluación funcional mediante una metodología subjetiva, se concluye que es un resultado acorde a los hallazgos encontrados mediante la inspección visual realizada en campo.

El estado del pavimento de las vías analizadas podría encontrarse en mejores condiciones y ofreciendo un índice de serviciabilidad favorable para los usuarios si desde la administración municipal del ente territorial se tomara como hábito cultural implementar obras de mantenimiento preventivo en los pavimentos del municipio. Con lo anterior se espera beneficiar a toda la comunidad del municipio en general, dado que, llegado a determinarse y ejecutarse posibles tratamientos para los daños encontrados, se hará más satisfactoria la movilidad dentro del municipio, debido a que estas son unas vías de constante flujo vehicular. Y, a su vez, se verá reducción de accidentalidad provocadas por daños viales.

NOTA: solo se realiza el cálculo de ISP por el método Paterson, debido a que el método Gillespie es empleado para $IRI < 4.7$ m/km y este no es el caso.

9. CONCLUSIONES

- Esta investigación se fundamenta principalmente en la necesidad de identificar los daños y/o deterioros que se encuentran en algunas de las vías urbanas que han sido pavimentadas en el municipio de Chigorodó, de manera tal que se permita evidenciar y advertir cuán significativa es la utilización de materiales de calidad durante el proceso constructivo de un pavimento, independientemente de que sea rígido o flexible.
- La investigación realiza el llamado de atención en la importancia de desarrollar posibles soluciones para mitigar los daños y deterioros evidenciados en el proceso.
- Se encuentra que en los casos donde hay hundimientos lo más probable es que se presenten constantes estancamientos de agua cuando se presentan lluvias; lo cual incrementa el riesgo de accidentalidad para la comunidad expuesta ante este daño.
- Se espera que, con esta investigación, se pueda beneficiar a toda la comunidad del municipio en general, dado que, llegado a determinarse y ejecutarse posibles tratamientos para los daños encontrados, se hará más satisfactoria la movilidad dentro del municipio, debido a que las vías seleccionadas presentan constante flujo vehicular. Y, a su vez, se obtendría una reducción de accidentalidad debido a los daños y deterioros.

10. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- Buitrago, K. L. (2019). *Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector del municipio de neiva en el proyecto de la ampliación y rehabilitación de la calle 6 (Huila)*. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Cabanillas Hualpa, G. Y., & Rodríguez Chalán, N. D. (2021). *Tipos de restauración para fallas en pavimentos: una revisión sistemática*. Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado el 2021, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27286>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2017). *Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación - DNP. Recuperado el 2021, de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/pavimento/PTpavimento.pdf>
- Fontalvo, J., Martínez, F., & Polo, H. (2018). *Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito del distrito de Santa Marta*. Santa Marta: Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado el 2021, de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/5974>
- Guerra-Rojas, R. A. (2020). Análisis del comportamiento de tensiones máximas inducidas en pavimentos rígidos debido al reemplazo parcial de losas. *ITECKNE*, 17(2), 98-18. doi:<https://doi.org/10.15332/iteckne.v17i2.2470>
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2006). *Manual para la inspección de pavimentos rígidos*. Bogotá: Convenio Interadministrativo 0587-03. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. Bogotá: Convenio Interadministrativo 587-03. Recuperado el 2021, de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>
- Menéndez, J. R. (2010). *Ingeniería de Pavimentos - Materiales, Diseño y Conservación*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Pardo Rodríguez, A. C., Ortiz Muñoz, L. J., & Rodríguez Camargo, M. A. (2020). *Inventario del estado patológico de una muestra aleatoria de vías urbanas del municipio de Villavicencio, Meta*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado el 2021, de <http://hdl.handle.net/20.500.12494/17919>
- Sicha Flores, G. G. (2018). *Diseño con Geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en Pavimentos Flexibles*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú - PUCP. Recuperado el 2021, de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/11730>

Yorling Abadía

FIRMA DEL AUTOR 1

VoBo Coordinador de Comité de Trabajo de Grado

AUTORIZACIÓN DE TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES

La Universidad Católica Luis Amigó solicita su autorización para la recopilación, almacenamiento y tratamiento de sus datos personales y le informa que estos datos se utilizarán únicamente para las siguientes finalidades: PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO y demás finalidades descritas en la Política de Tratamiento y Protección de Datos Personales de la institución académica.

Sus datos personales son tratados y protegidos de acuerdo a lo que reglamenta dicha política con apego a lo dispuesto por la normativa colombiana sobre Tratamiento de Datos Personales, Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013. Consulte nuestras Políticas para el Tratamiento y Protección de Datos en www.ucatolicaluisamigo.edu.co

ANEXOS.

Anexo 1. Registro fotográfico, Tramo 1

Bache



Descascaramiento

















Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple



Grietas en Pozos y Sumideros



Grietas Longitudinales









Grietas Transversales



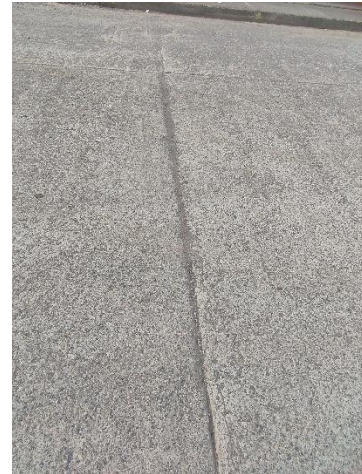
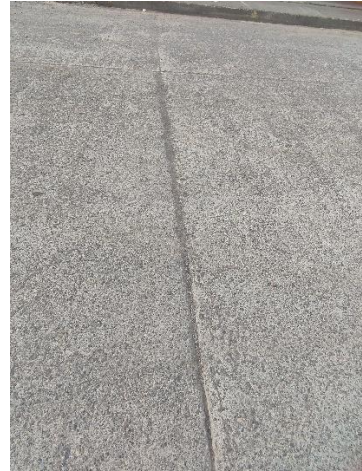
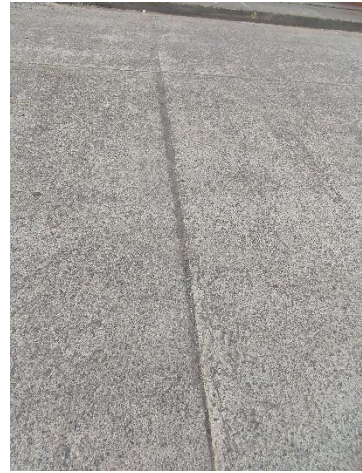


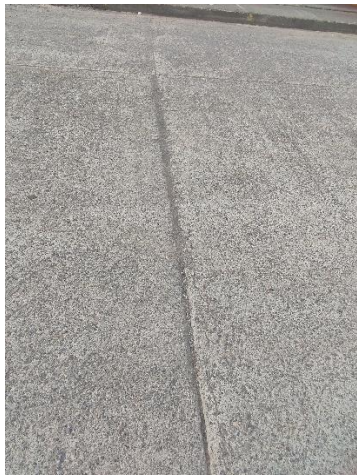


Parche



Separación de Juntas Longitudinales





Anexo 2. Registro fotográfico, Tramo 2

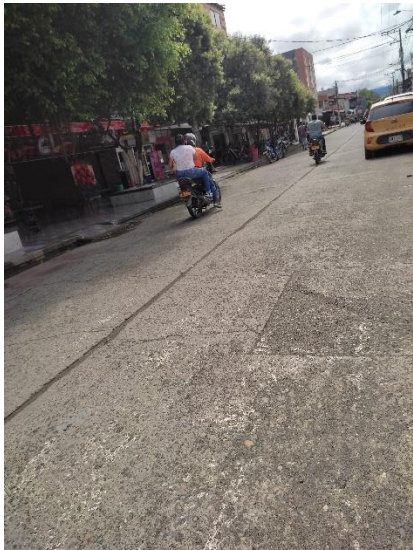
Bache



Descascamiento

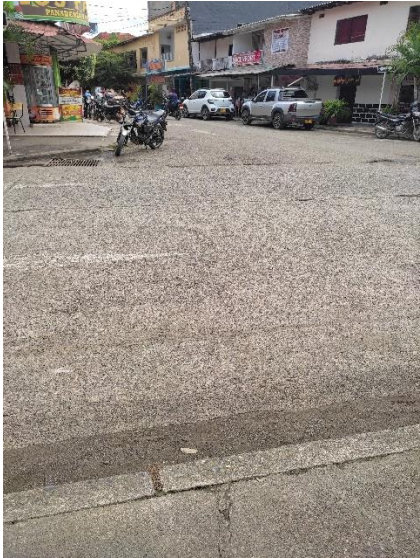


















Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple





Grietas en Pozos y Sumideros



Grietas Longitudinales

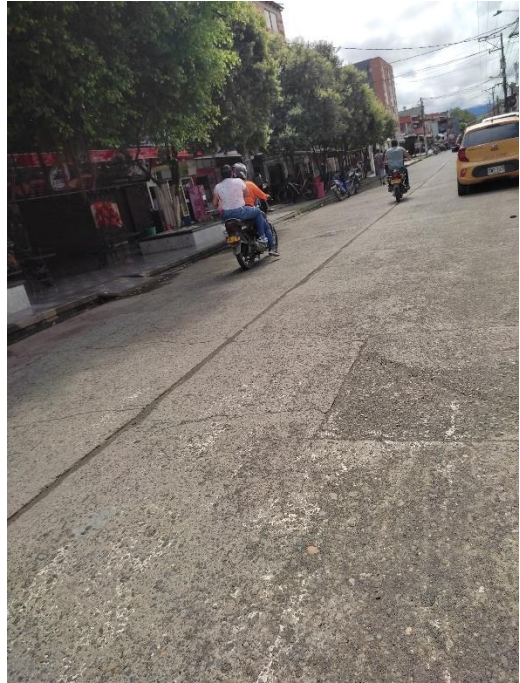


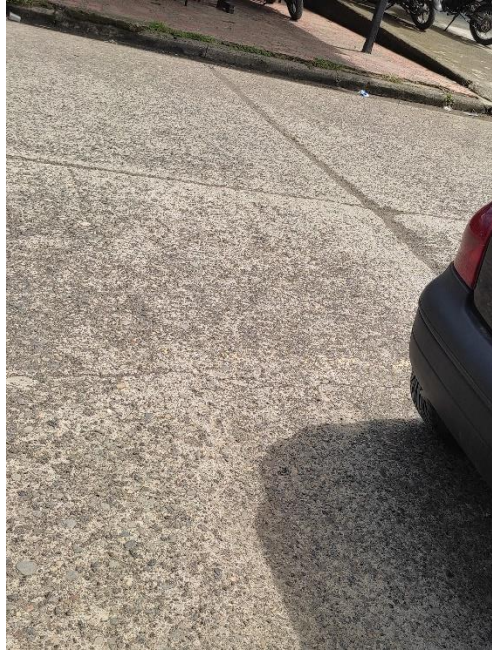




Grietas Transversales











Hundimiento



Parche









Separación de Juntas

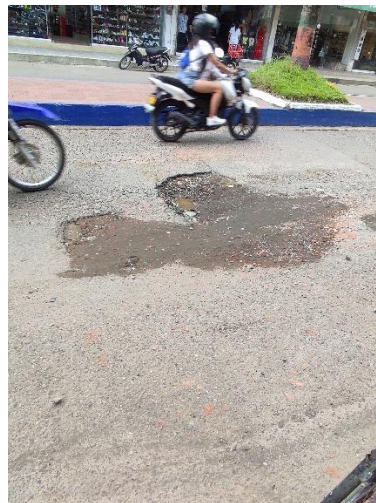


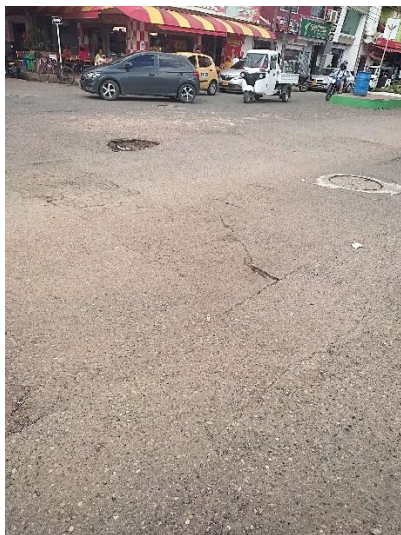




Anexo 3. Registro fotográfico, Tramo 3

Bache









Fisuras Longitudinales



Fisuras Transversales



Hundimiento













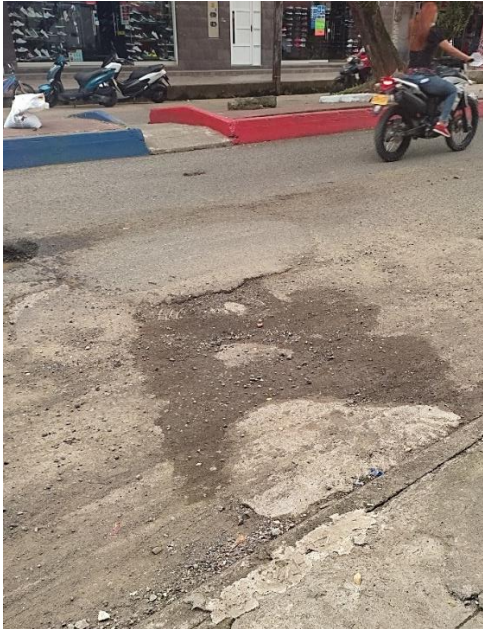


Parche







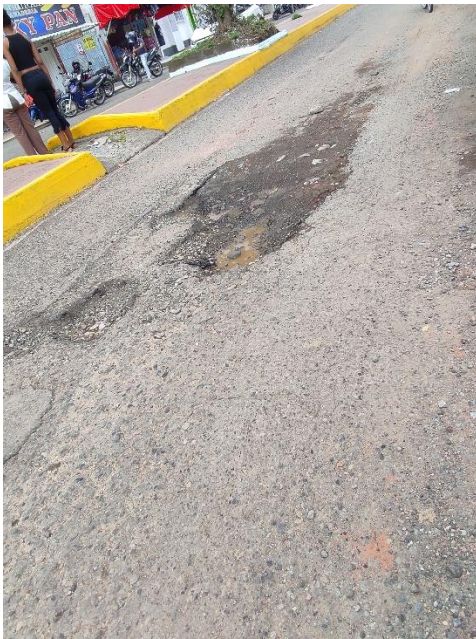


Pérdida de Agregado

















Piel de Cocodrilo



Anexo 4. Registro fotográfico, Tramo 4

Abultamiento



Bache





Fisuras Transversales



Hundimiento





Parche







Piel de Cocodrilo







CARTILLA INFORMATIVA.

CARACTERIZACIÓN DE DAÑOS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS CONSTRUIDOS EN ALGUNAS VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHIGORODÓ ANTIOQUIA.

Yarling Yulieth Abadía Palomeque



PRESENTACIÓN.

Apreciado lector,

“CARACTERIZACIÓN DE DAÑOS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS CONSTRUIDOS EN ALGUNAS VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHIGORODÓ ANTIOQUIA” es una cartilla explicativa e informativa desarrollada con el fin de presentar una herramienta ilustrativa ante la administración municipal y la comunidad en general los daños presentes en los pavimentos construidos en algunas vías, y a su vez, el nivel de servicio que las mismas prestan a los usuarios; de manera tal que, estos amplíen y mejoren el conocimiento frente a los pavimentos que constantemente transitan.

Por tal motivo, a continuación, se encontrará con las generalidades de pavimentos rígidos y flexibles. Podrá apreciar una serie de ilustraciones que dan lugar a los daños encontrados en cada uno de los tramos analizados y la recurrencia de cada deterioro en las diferentes vías.

GENERALIDADES DEL PAVIMENTO.

Un pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados, capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente y de transmitir al suelo de apoyo esfuerzos y deformaciones tolerables por éste. Desde el punto de vista estructural, un pavimento transmite en forma adecuada las cargas hacia el terreno de fundación, es decir, sin rotura de los materiales o deformaciones exageradas para la estructura.



GENERALIDADES DEL PAVIMENTO.

Es importante conocer los tipos de pavimentos que se pueden encontrar en los sectores a estudiar, siendo estos principalmente:



- **PAVIMENTOS FLEXIBLES:** son aquéllos construidos con materiales asfálticos y materiales granulares.



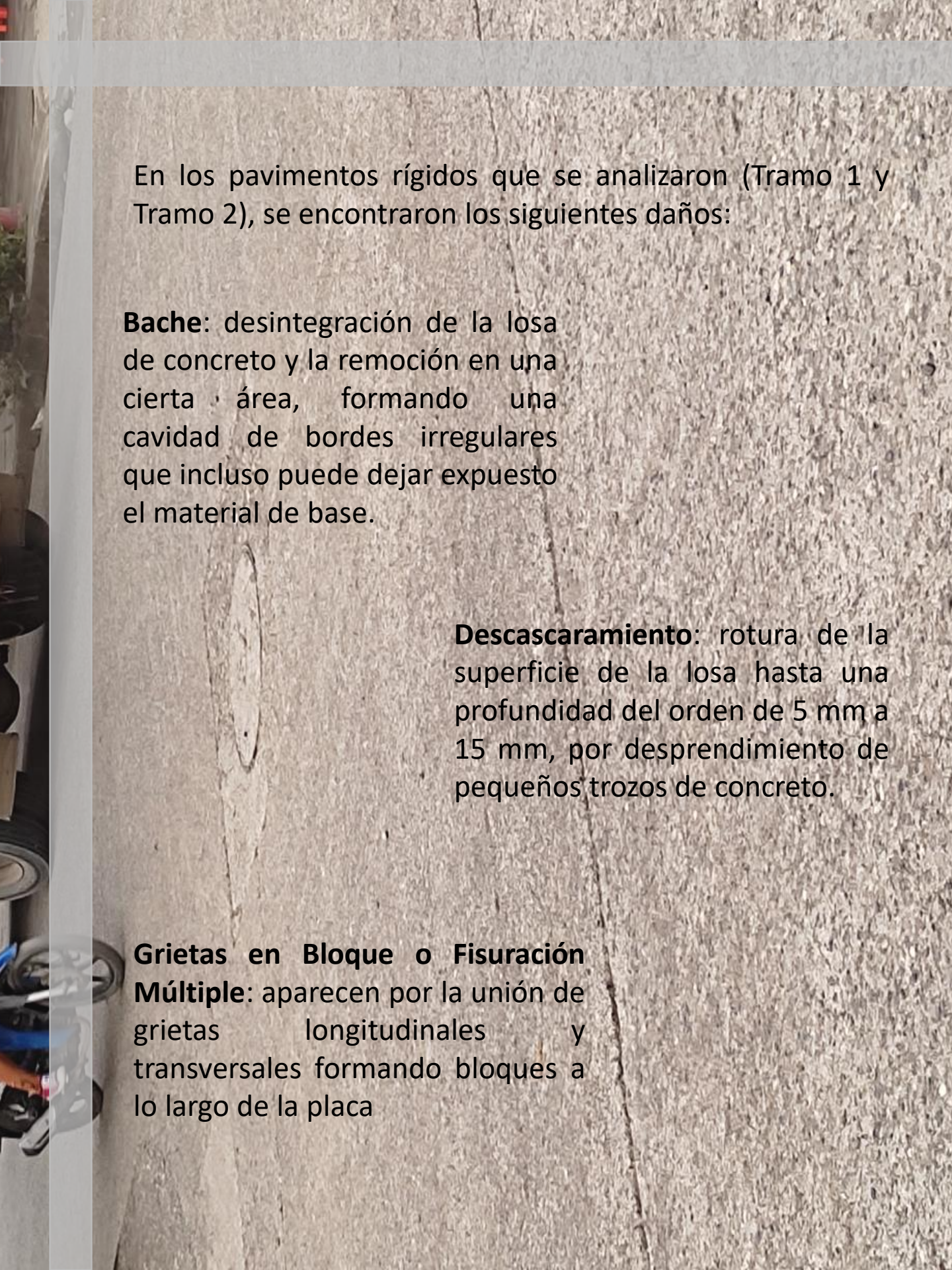
Dentro de la clasificación de daños en este tipo de pavimentos se presentan generalmente cuatro grupos: deformaciones, fisuras y grietas, desintegraciones y afloramientos.

- **PAVIMENTOS RÍGIDOS:** Es el conformado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la subrasante.



Al igual que en los pavimentos flexibles, en los pavimentos rígidos también existe una clasificación de daños, entre los que se encuentran: grietas, escalonamiento y desintegración



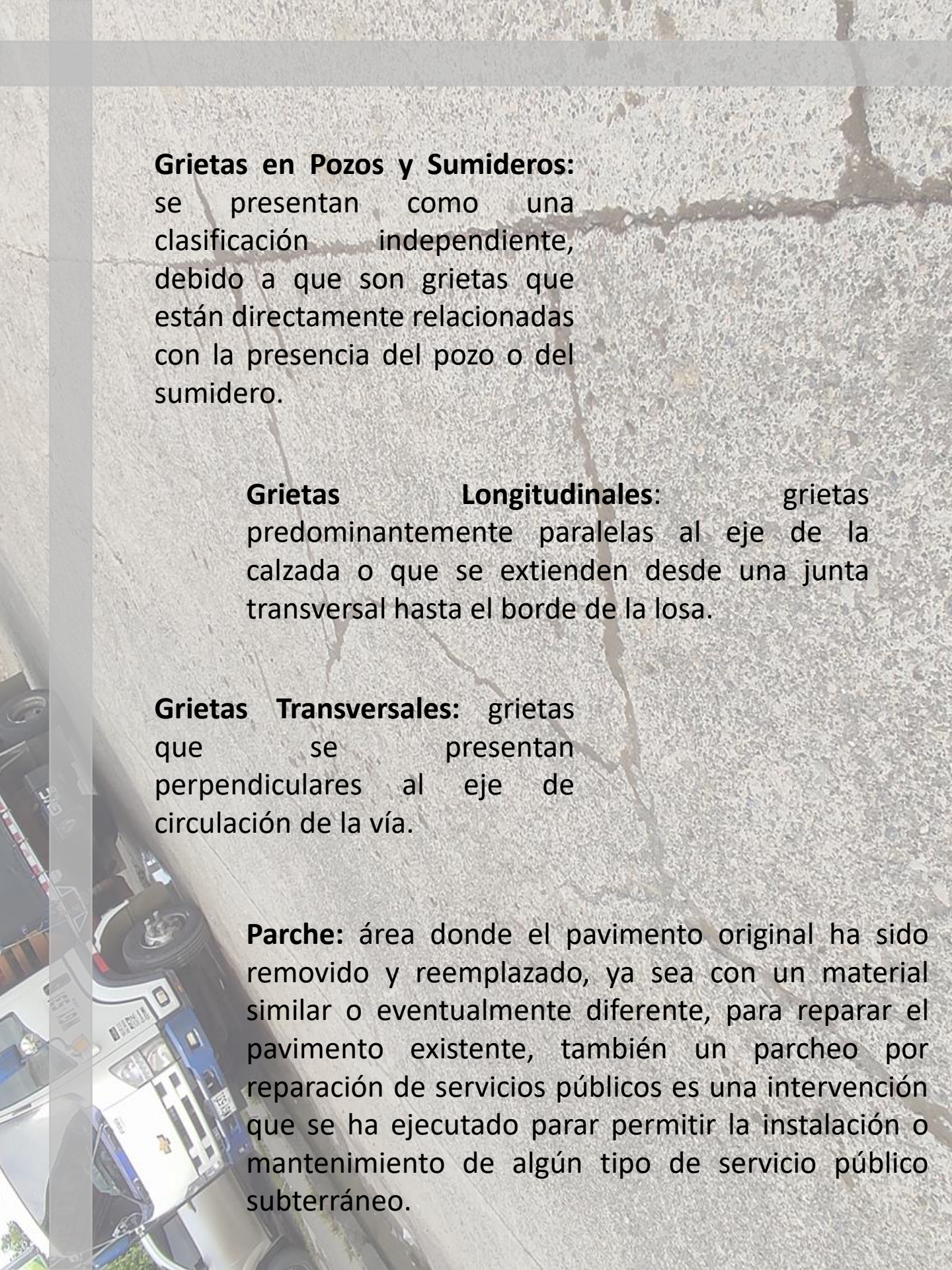


En los pavimentos rígidos que se analizaron (Tramo 1 y Tramo 2), se encontraron los siguientes daños:

Bache: desintegración de la losa de concreto y la remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que incluso puede dejar expuesto el material de base.

Descascaramiento: rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 mm a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto.

Grietas en Bloque o Fisuración Múltiple: aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa



Grietas en Pozos y Sumideros: se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia del pozo o del sumidero.

Grietas Longitudinales: grietas predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa.

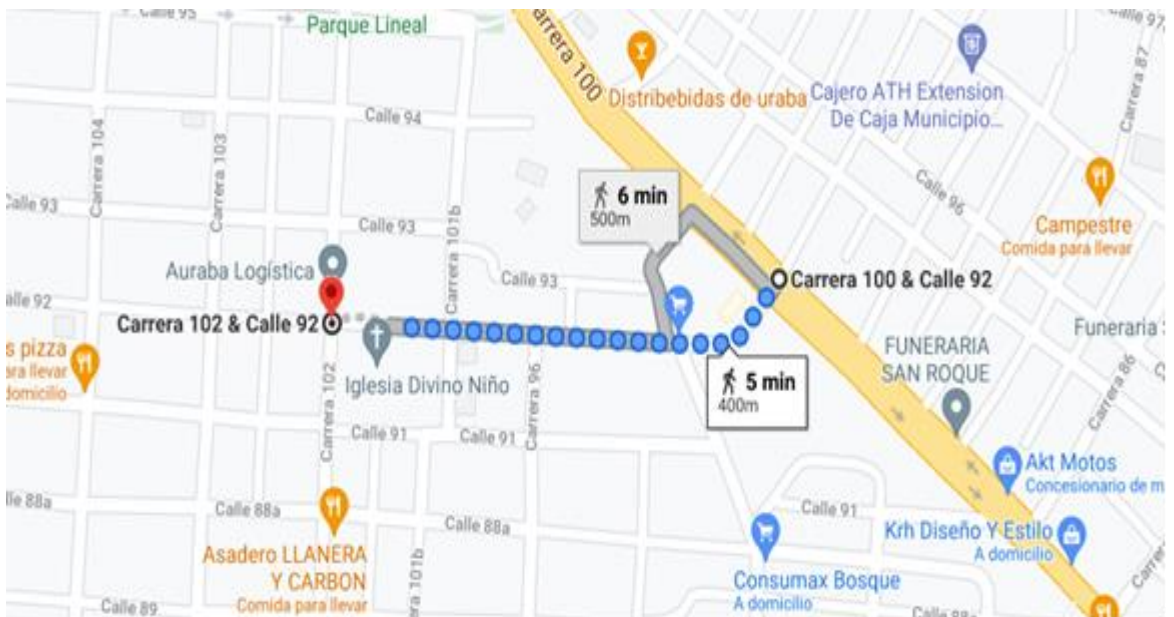
Grietas Transversales: grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de la vía.

Parche: área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parcheo por reparación de servicios públicos es una intervención que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo.

Separación de Juntas: corresponde a una abertura en la junta de las losas del pavimento.

Ilustración de daños presentes en tramo 1 y tramo 2:

TRAMO 1: Corresponde a la calle 92 entre carreras 100 – 102 (400 m).



El pavimento construido en esta vía es de tipo rígido y se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Bache	1	1
Descascaramiento	47	43
Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	6	5
Grietas en Pozos y Sumideros	3	3
Grietas Longitudinales	22	20
Grietas Transversales	9	8
Parche	4	4
Separación de Juntas	18	16
TOTAL	110	100

De acuerdo con los resultados registrados en la tabla anterior, se puede determinar que el daño que más se presenta a lo largo de los 400 m es el descascaramiento, con un porcentaje de recurrencia del 43%. Seguido, los daños más recurrentes son las grietas longitudinales con un porcentaje de 20% y la separación de juntas con un porcentaje de 16%. A su vez, es posible notar que los daños con menos presencia en el pavimento del tramo 1 son: bache, grietas en pozos y sumideros, parche, fracturación múltiple y grietas transversales con porcentajes de ocurrencia del 1%, 3%, 4%, 5% y 8% respectivamente.

Representación gráfica de daños:



Bache



Descascaramiento



Grietas en Bloque o Fisuración Múltiple



Grietas en Pozos y Sumideros



Grietas Longitudinales



Grietas Transversales

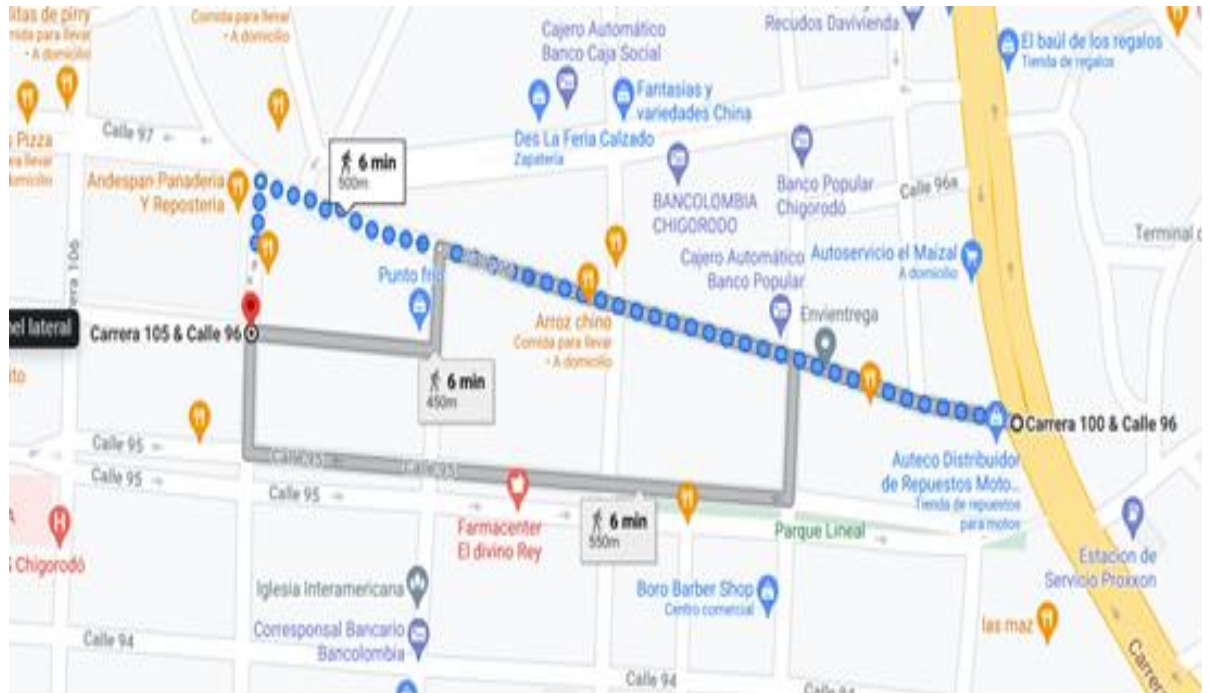


Parche



Separación de Juntas

TRAMO 2: Corresponde a la calle 96 entre carreras 100 – 105 (500 m).



El pavimento construido en esta vía es de tipo rígido, en el cual se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Bache	4	3
Descascaramiento	52	38
Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	8	6
Grietas en Pozos y Sumideros	4	3
Grietas Longitudinales	15	11
Grietas Transversales	21	15
Hundimientos	1	1
Parche	15	11
Separación de Juntas	17	12
TOTAL DAÑOS	137	100

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior es posible observar que al igual que en el tramo 1, el deterioro con mayor recurrencia es el descascaramiento, con un porcentaje de 38%. Las grietas transversales ocupan entonces el 15% de recurrencia, por su parte la separación de juntas tiene una recurrencia del 12% y seguido a estas se encuentran los parches y las grietas longitudinales, ambos daños con un porcentaje de recurrencia del 11%. Los daños con menor porcentaje de recurrencia son: hundimiento, grietas en pozos y sumideros, bache y fracturación múltiple con porcentajes de 1%, 3%, 3% y 6% respectivamente.

Representación gráfica de daños:



Bache



Descascaramiento



Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple



Grietas en Pozos y Sumideros



Grietas Longitudinales



Grietas Transversales



Hundimiento



Parche



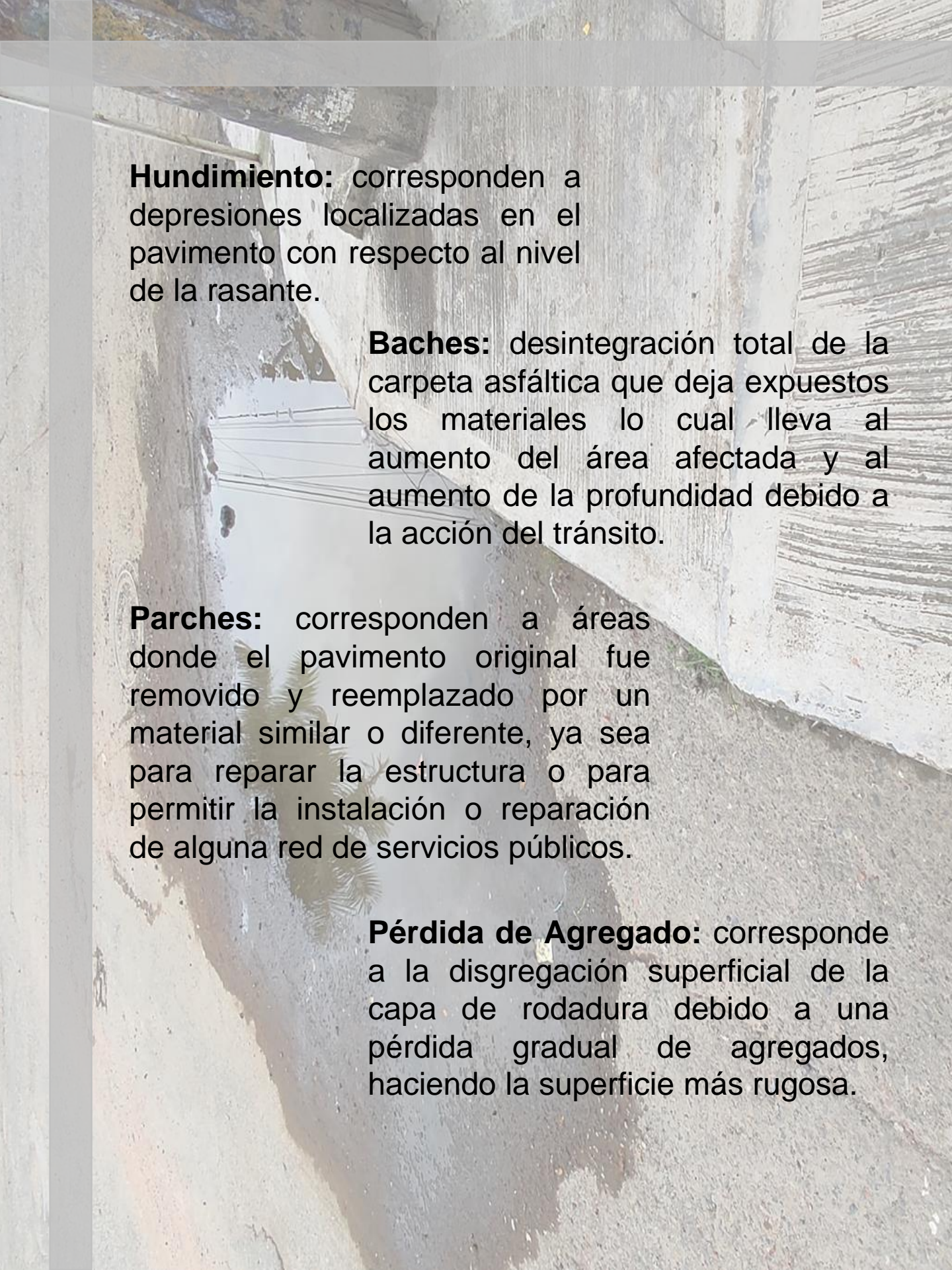
Separación de Juntas

Por otra parte, también se analizaron tramos construidos con pavimento flexible (Tramo 3 y Tramo 4), donde se encontraron los siguientes daños:

Fisuras Longitudinales y Transversales: corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él.

Piel de Cocodrilo: corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga.

Abultamiento: este deterioro se asigna a los abombamientos o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento.



Hundimiento: corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

Baches: desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito.

Parches: corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios públicos.

Pérdida de Agregado: corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa.

Ilustración de daños presentes en tramo 3 y tramo 4:

TRAMO 3: corresponde a la calle 97 entre carreras 101b – 105 (Longitud 300 m).



El pavimento construido en esta vía es de tipo flexible, con capa de rodadura asfáltica, tramo en el cual se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Bache	19	16
Fisuras Longitudinales	2	2
Fisuras Transversales	2	2
Hundimiento	33	27
Parche	20	16
Pérdida de Agregado	41	34
Piel de Cocodrilo	5	4
TOTAL	122	100

Tomando como base los resultados registrados anteriormente, se evidencia que el daño más predominante dentro del tramo corresponde a pérdida de agregado, teniendo un porcentaje de recurrencia del 34%. Ocupando el segundo lugar, por cantidad de repetición del daño en el pavimento, se encuentran los hundimientos, teniendo un porcentaje de recurrencia del 27%. Se nota también que hay daños que se presentan en igual cantidad porcentaje, ocupando estos el tercer lugar de recurrencia, tales daños son parches y baches con un 16%. Los daños que menos aparecen en el pavimento del tramo 3 son: piel de cocodrilo, fisuras transversales y longitudinales, teniendo porcentajes de recurrencia de 4%, 2% y 2% respectivamente.

Representación gráfica de daños:



Bache



Fisuras Longitudinales



Fisuras Transversales



Hundimiento



Parche

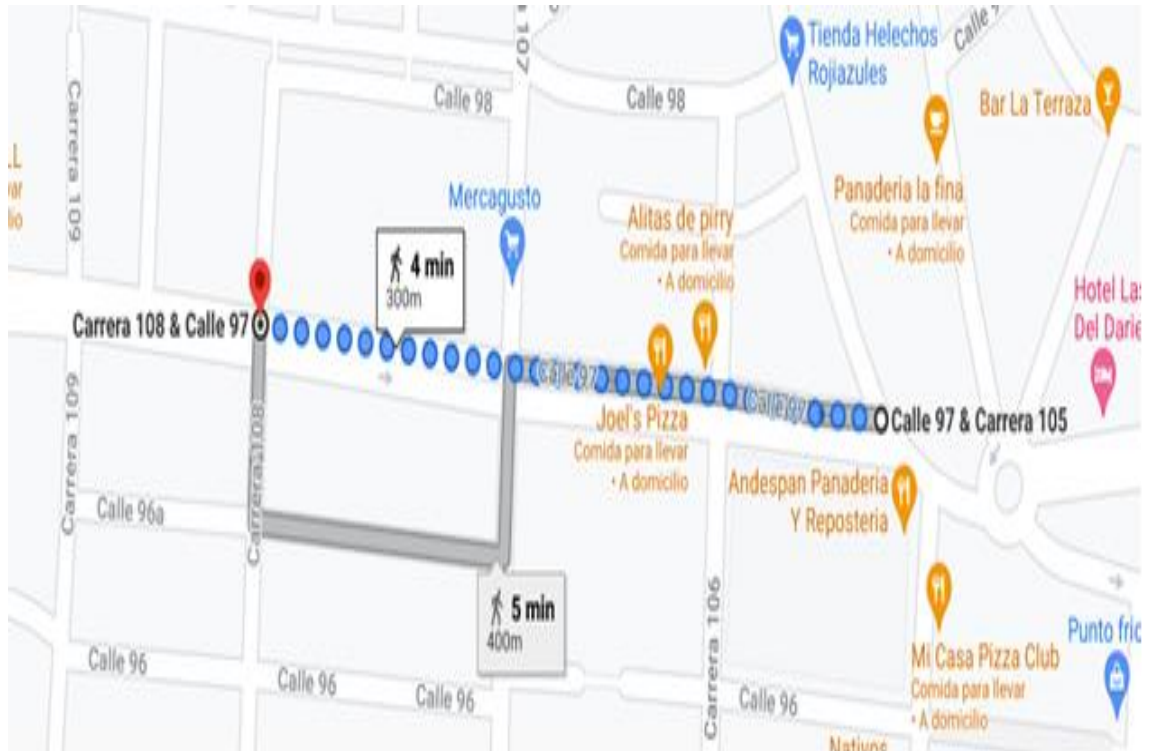


Pérdida de Agregado



Piel de Cocodrilo

TRAMO 4: corresponde a la calle 97 entre carreras 105 – 108 (Longitud 300 m).



Esta vía está constituida por un pavimento de tipo flexible, con capa de rodadura asfáltica, donde se encuentran los siguientes daños y/o deterioros:

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS LOCALIZADOS		
TIPO	RECURRENCIA	%
Abultamiento	2	5
Bache	8	22
Fisuras Transversales	1	3
Hundimiento	7	19
Parche	13	35
Piel de Cocodrilo	6	16
TOTAL	37	100

La tabla anterior registra los daños encontrados durante el recorrido por el tramo 4, la cual, si es comparada con las tablas de los resultados en los tramos 1, 2 y 3, permite identificar que esta vía corresponde al tramo donde hubo menor cantidad de daños encontrados. Los daños con mayor recurrencia son: parche y bache, con porcentajes de recurrencia de 35% y 22% respectivamente. Seguidamente se encuentran los hundimientos con un 19% y piel de cocodrilo con un 16% de recurrencia. Los daños con menor recurrencia son abultamiento y fisuras transversales, teniendo porcentajes de recurrencia de 5% y 3% respectivamente.

Representación gráfica de daños:



Abultamiento



Bache



Fisuras Transversales



Hundimiento



Parche



Piel de Cocodrilo

El estado del pavimento de las vías analizadas podría encontrarse en mejores condiciones y ofreciendo un índice de serviciabilidad favorable para los usuarios si desde la administración municipal del ente territorial se tomara como hábito cultural implementar obras de mantenimiento preventivo en los pavimentos del municipio.