

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO – UNAM 2018**

**INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RÍGIDO DESDE CALLE 2 ESTE # 11B 13
IGLESIA SAN ANTONIO DE PADUA HASTA CRA 13 ESTE 12ª # 116 CENTRO DE
INTERPRETACIÓN AMBIENTAL DE LA CARDER Y DESDE CALLE 7ª ESTE N° 11-
17 CAI KENNEDY HASTA CRA 13 ESTE 12ª # 116 IGLESIA DE SAN ANTONIO DE
PADUA**

PRESENTADO POR

**MARÍA DEL PILAR ESCOBAR ORTIZ
JHON MICHAEL GARCÉS VARGAS
MARÍA CAMILA GIRALDO RAMÍREZ
JOSÉ LEONEL HIDALGO ARENAS**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
PEREIRA, RISARALDA
2019**

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO – UNAM 2018**

**INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RÍGIDO DESDE CALLE 2 ESTE # 11B 13
IGLESIA SAN ANTONIO DE PADUA HASTA CRA 13 ESTE 12ª # 116 CENTRO DE
INTERPRETACIÓN AMBIENTAL DE LA CARDER Y DESDE CALLE 7ª ESTE N° 11-
17 CAI KENNEDY HASTA CRA 13 ESTE 12ª # 116 IGLESIA DE SAN ANTONIO DE
PADUA**

PRESENTADO POR

**MARÍA DEL PILAR ESCOBAR ORTIZ
JHON MICHAEL GARCÉS VARGAS
MARÍA CAMILA GIRALDO RAMÍREZ
JOSÉ LEONEL HIDALGO ARENAS**

ASESOR.

Ing. ADÁN SILVESTRE GUTIÉRREZ

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
PEREIRA, RISARALDA
2019**

Dedicatoria

Todo proyecto sea grande o pequeño requiere de gran compromiso y responsabilidad para lograr los objetivos propuestos, no obstante, dichos logros no llegaron a realizarse únicamente por nuestra cuenta. Familia, amigos, docentes, fueron parte fundamental de la formación profesional que nos llevó a este punto, en el cual llegamos a convertirnos en los profesionales que tanto anhelamos ser y que la sociedad necesita. Dedicamos este trabajo a aquellas personas que fueron parte importante dentro de este, ya que sin su ayuda no lo hubiésemos logrado.

Agradecimientos

La parte más importante de cualquier proyecto es su culminación, ya que abarca el esfuerzo conjunto de todos los procesos necesarios para culminarlo y esto se da, gracias al acompañamiento y trabajo en equipo de un grupo de personas que dan todo por el objetivo buscado. Es por esto que hoy queremos agradecerle a cada una de las personas que acompañaron nuestro proceso, nuestras fallas y posteriores logros y dedicaron parte de su preciado tiempo y empeño para que este trabajo se culminará de la mejor forma.

Contenido

PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
– UNAM 2018	1
PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
– UNAM 2018	2
Resumen.....	14
Abstract	15
1. Introducción	16
2. Planteamiento del Problema.....	17
3. Justificación.....	18
4. Objetivos	19
4.1. Objetivo General.....	19
4.2. Objetivos Específicos	19
5. Marco de Referencia	20
5.1. Marco Histórico	20
6. Marco Teórico.....	24
6.1. Pavimento	24
6.1.1. Pavimentos flexibles.	24
6.1.2. Pavimentos rígidos.	25
6.1.3. Pavimentos semi-rígidos.	25

6.1.4. Pavimentos mixtos	26
6.2. Tipo de Pavimentos Rígidos.....	27
6.2.1. Concreto simple.....	27
Concreto Reforzado	28
6.2.2. Presforzado y postensado	30
6.2.3. Concreto con fibra.....	30
6.2.4. Compactado con rodillo	30
6.2.5. Sobrelosas.....	31
6.3. Daños en pavimentos rígidos.....	31
6.3.1. Grietas	32
6.3.2. Daños en juntas	38
6.3.3. Deterioro del sello (DST - DSL).....	39
6.3.4. Deterioros superficiales.....	40
6.3.5. Descascaramiento (DE).....	41
6.3.6. Desintegración (DI).....	43
6.3.7. Baches (BCH)	44
6.3.8. Pulimento (PU).....	45
6.3.9. Escalonamiento de Juntas longitudinales (EJL) y transversales (EJT)	45
6.3.10. Levantamiento Localizado (LET, LEL)	46
6.3.11. Parches (PCHA - PCHC).....	48

7.	Tránsito promedio diario.....	49
7.1.	Los carriles	49
7.2.	Anchura de los carriles	50
8.	Marco geográfico	52
9.	Metodología	55
9.1.	Tipo de Investigación	55
9.2.	Etapas del Proyecto	55
9.2.1.	Etapa 1: Recolección de información.....	55
9.2.2.	Etapa 2: Identificación de daños en la malla vial:.....	55
9.2.3.	Etapa 3: Magnitud de daños	57
9.2.4.	Etapa 4: Análisis de las causas de los daños	57
9.2.5.	Etapa 5: Consultar y recomendar procesos de reparación:	59
10.	Resultados Inspección.....	60
11.	Análisis de resultados.....	70
11.1.	Calculo de afectación en función del área dañada	71
12.	Registro fotográfico de algunos daños presentes en el pavimento rígido	74
13.	Tránsito.....	77
13.1.	Resultados Estudio de Transito.....	80
14.	Movilidad	84
15.	Señalización	89

16.	Presupuesto.....	92
17.	Conclusiones	94
18.	Recomendaciones.....	96
19.	Referencias bibliográficas	97

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1.	Pavimento flexible	25
Ilustración 2.	Pavimento rígidos	25
Ilustración 3.	Pavimento semi-rígido	25
Ilustración 4.	Pavimento mixto	26
Ilustración 5.	Pavimento adoquines	26
Ilustración 6.	Factor influyente en el diseño de pavimentos	27
Ilustración 7.	Pavimento de concreto simple	28
Ilustración 8.	Pavimento sin pasa juntas	28
Ilustración 9.	Pavimento con pasajuntas	28
Ilustración 10.	Pavimento en concreto reforzado.....	29
Ilustración 11.	Grietas	32
Ilustración 12.	Grieta de esquina.....	33
Ilustración 13.	Grieta longitudinal	34
Ilustración 14.	Grieta transversal	35
Ilustración 15.	Grietas pasadores	36
Ilustración 16.	Grietas en bloque	37
Ilustración 17.	Grietas en pozos de inspección	38

Ilustración 18. Separación juntas longitudinales.....	39
Ilustración 19.Deterioro sello de juntas	40
Ilustración 20.Desportillamiento de juntas	41
Ilustración 21.Descaramiento.....	42
Ilustración 22. Desintegración	43
Ilustración 23. Baches	44
Ilustración 24. Pulimento	45
Ilustración 25. Escalonamiento de juntas.....	46
Ilustración 26. Levantamiento localizado	47
Ilustración 27. Mapa de Colombia.....	52
Ilustración 28. Mapa Risaralda	53
Ilustración 29. Mapa de Pereira	54
Ilustración 30. Localización de la inspección visual.....	54
Ilustración 31. Sentido y numeración de las losas.	56
Ilustración 32. Sitio de la inspección visual.....	56
Ilustración 33.Formato de inspección	57
Ilustración 44. Localización conteo, sentido Iglesia de San Antonio de Padua hacia la Florida	78
Ilustración 45. Localización conteo, sentido Florida- Iglesia San Antonio de Padua.....	78
Ilustración 46. Formato conteo vehicular.....	79
Ilustración 47. Datos de diseño	92
Ilustración 48. Acero	92
Ilustración 49.Presupuesto pavimento rígido	92

Ilustración 50. Presupuesto andén..... 93

Lista de Figuras

Figura 1. % de daños Iglesia San Antonio de Padua hasta el C. Interpretación Ambiental y desde CAI Kennedy hasta Iglesia de San Antonio de Padua (Fuente: Los Autores de la investigación).....	70
Figura 2. Cuadro comparativo de los % de deterioros bajos, medios y altos presentes desde la Iglesia San Antonio de Padua hasta el C. Interpretación Ambiental y desde CAI Kennedy hasta Iglesia de San Antonio de Padua (Fuente: Los Autores de la investigación)	72
Figura 3. Área de reparación por tramos (Fuente: Los Autores de la investigación)	73
Figura 4. Pulimiento, severidad media (Fuente: Los Autores de la investigación)	74
Figura 5. Grietas en bloque, deterioro superficial pulimiento, severidad alta (Fuente: Los Autores de la investigación).....	74
Figura 6. Parches, grietas transversales y longitudinales, severidad media y baja (Fuente: Los Autores de la investigación).....	75
Figura 7. Superficial levantamiento localizado longitudinal, grietas transversales (Fuente: Los Autores de la investigación).....	75
Figura 8. Levantamiento de placas (Fuente: Los Autores de la investigación)	76
Figura 9. Deterioro levantamiento localizado longitudinal, grietas en bloque (Fuente: Los Autores de la investigación).....	76
Figura 10. Longitudinales y transversales (Fuente: Los Autores de la investigación)	77
Figura 11. Porcentaje vehicular en el movimiento 1 (Fuente: Los Autores de la investigación)	81
Figura 12. Porcentaje vehicular movimiento 2 (Fuente: Los Autores de la investigación)	81
Figura 13. Porcentaje vehicular total (Fuente: Los Autores de la investigación)	82

Figura 14. Volumen tráfico (Fuente: Los Autores de la investigación).....	82
Figura 15. Volumen por tipo de vehículo (Fuente: Los Autores de la investigación)	83
Figura 16. Tramo sin andén para el peatón (Fuente: Los Autores de la investigación).....	84
Figura 17. Inicio anden peatonal (Fuente: Los Autores de la investigación).....	85
Figura 18. Variación ancho del andén (Fuente: Los Autores de la investigación)	85
Figura 19. Entrada vivienda (Fuente: Los Autores de la investigación).....	86
Figura 20. Disminución ancho andén (Fuente: Los Autores de la investigación)	86
Figura 21. Termina andén peatonal (Fuente: Los Autores de la investigación)	87
Figura 22. Vivienda cerca al borde de la vía (Fuente: Los Autores de la investigación)	87
Figura 23. Estacionamiento de vehículos en andenes (Fuente: Los Autores de la investigación)	
.....	88
Figura 24. Postes de energía ubicados en el andén (Fuente: Los Autores de la investigación)	88
Figura 25. Demarcación horizontal y vertical (Fuente: Los Autores de la investigación)	90
Figura 26. Falta de señalización vial (Fuente: Los Autores de la investigación)	90
Figura 27. Inicio reducción de calzada (Fuente: Los Autores de la investigación)	91
Figura 28. educación de calzada, señalización vertical (Fuente: Los Autores de la investigación).....	91

Lista de Tablas

Tabla 1. Tabla clasificación de fisuras	58
Tabla 2. Clasificación de Daños.....	60
Tabla 3. Tabla cuadro de daños Iglesia San Antonio de Padua hasta C. interpretación ambiental de la CARDER y desde CAI de Kennedy hasta la Iglesia San Antonio de Padua	70
Tabla 4. Área afectada-severidad baja	71
Tabla 5. Área afectada- severidad media	71
Tabla 6. Área afectada-severidad alta	72
Tabla 7. Áreas de reparación por tramos	73
Tabla 8. Tabla Factores de conversión ADES	79
Tabla 9. Datos conteo vehicular.....	80
Tabla 10. Conteo vehicular total	80

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo realizar una inspección visual del pavimento rígido de la avenida Santander desde la iglesia de San Antonio de Padua, hasta el Centro de Interpretación Ambiental de la CARDER.

La realización de la inspección está regida por el Manual de Inspección Visual de INVIAS para pavimentos rígidos, con lo cual se busca obtener información sobre el estado actual de la vía, la movilización peatonal, el flujo vehicular actual de la vía en estudio y sus dimensiones.

A partir de la inspección realizada se hacen cálculos, tablas y gráficos para representar el computo de la información recolectada y demostrar la gravedad de los daños observados, una solución para lo anterior y un presupuesto de inversión para el mejoramiento de la vía en estudio.

Abstract

This work has as aim realize a visual inspection of the rigid pavement of the avenue Santander from the church of San Antonio de Padua, up to the Center of Environmental interpretations of the CARDER. The accomplishment of the inspection is ruled according to the Manual de Inspección Visual, INVIAS for rigid pavements, with which one seeks to obtain information about the current condition of the route, the pedestrian mobilization, the current traffic flow of the route in study and his dimensions.

From the realized inspection, calculations, tables and graphs are done to represent the calculation of the gathered information and to demonstrate the gravity of the observed damages, a solution for the previous thing and a budget of investment for the improvement of the route in study.

1. Introducción

La piedra fue uno de los primeros materiales que usaba el hombre para la adecuación de estas vías; y se estima que fue en el 3000 a.C que el Imperio Hilito (en la península de Anatonía) construyó los primeros caminos a suelo firme. Otro antecedente destacado son los caminos que realizaron los esclavos egipcios alrededor de las pirámides. (<http://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento>).

Desde los senderos adecuados rústicamente para uso peatonal o vehicular, hasta las grandes carreteras de concreto, constantemente el hombre va mejorando su entorno de acuerdo con las necesidades que se van presentando con el desarrollo económico y social.

En el siglo XX se creía que las ciudades ya no podrían crecer más porque las calles ya no podían ampliarse para una mayor capacidad, pero entonces se intensificó el transporte tanto público como comercial y se adecuaron tramos para el flujo peatonal.

En el siglo XXI los paradigmas son otros, la tendencia nos lleva a los sistemas de transporte masivo y la dinámica del crecimiento regulado, exige gestionar los recursos que se disponen para obtener el mayor rendimiento y durabilidad del pavimento.

Según INVIAS, de las vías nacionales que actualmente se encuentran pavimentadas su estado se representa con los siguientes porcentajes de clasificación: el 14.79% muy bueno, el 37.92% bueno, el 30.81% regular, el 15.44% malo y el 1.03% muy malo. (Estado de la Red Vial criterio técnico primer semestre 2018, INVIAS).

2. Planteamiento del Problema

El desarrollo constante que ha tenido la ciudad de Pereira, reconocida como el centro de actividades comerciales y servicios del occidente colombiano, genera un crecimiento poblacional, el cual influye directamente en el aumento de viviendas, de redes de servicios públicos y del parque automotor; así como la generación de empresas y comercio que traen consigo la presencia de diversos medios de transporte, y algunos de ellos con una capacidad de carga muy alta lo cual hace que las vías que no están diseñadas para este tipo de vehículos presenten dificultades y fallas. También hay otro factor que modifica y afecta el nivel de servicio de las vías la ciudad, como son las obras que se realizan por parte de empresas de servicios públicos, las cuales alteran la homogeneidad del pavimento observándose como en una misma losa hay dos tipos de pavimentos (como puede ser rígido con flexible).

El tramo vial comprendido entre la Avenida Santander desde la iglesia de San Antonio de Padua, hasta el centro de interpretación ambiental de la CARDER, es una vía de acceso para fabricas como: Hilos Cadena, Scribe, La Vidriera del Otún, Pimpollo, Italcol; y conecta barrios y veredas de Pereira y Santa Rosa de Cabal como: Las Mangas, El Águila, Planadas, Villa Santana, Las Brisas, La Florida, La Pastora, La Laguna del Otún, entre otros. Esta vía presenta múltiples daños en la malla vial (baches, fisuras, desgaste en la capa de rodadura, parches por intervención de empresas de servicios públicos), por el constante flujo de vehículos particulares, colectivos multimodal y vehículos de carga; lo que hace necesaria su intervención o constante mantenimiento. El mal estado de las vías se refleja en los sobrecostos que se produce a los habitantes y visitantes del sector, por el desgaste del automotor y el tiempo de recorrido; lo cual se puede disminuir o inclusive evitar, si se presta más interés al constante y efectivo mantenimiento de la malla vial.

3. Justificación

Este trabajo es importante pues proporciona información y asesoramiento sobre la inspección vial para pavimentos rígidos, también aporta criterios de los cuales se pueden sugerir alternativas de solución que faciliten el mejoramiento del tramo inspeccionado en la avenida Santander, como es la clasificación de los daños y el proceso de control.

El sector por analizar (Avenida Santander desde la iglesia de San Antonio, hasta el centro de interpretación ambiental de la CARDER), es un tramo de acceso turístico y comercial para las veredas del municipio de Pereira y Santa Rosa de Cabal.

Por último, este trabajo está respaldado y supervisado por docentes de la Universidad Libre de Pereira sede Belmonte, en donde se asimila y se pone en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera; igualmente se refleja el interés de la Universidad por fortalecer el trabajo investigativo del docente Adán Silvestre Gutiérrez, ya que este tipo de inspecciones se han venido realizando en distintos lugares de la ciudad en donde es necesaria la intervención de las autoridades correspondientes por el mal estado de la malla vial.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Realizar la inspección visual del tramo vial de pavimento rígido en el tramo, Iglesia San Antonio de Padua hasta el Centro de Interpretación Ambiental de la CARDER de la ciudad de Pereira, Risaralda, Colombia.

4.2. Objetivos Específicos

- Identificar y clasificar los tipos de deterioro encontrados con base al Manual de Inspección Visual de Pavimentos de INVIAS, obteniendo las medidas de cada uno y registro fotográfico de las mismas para catalogarlos según se grado de severidad.
- Analizar las posibles causas que generan un tipo de deterioro en particular.
- Realizar conteo vehicular en el punto de mayor influencia vehicular en horas pico.
- Plantear medidas correctivas/preventivas para el mejoramiento del estado de las losas de pavimento y presupuestar el costo aproximado de las reparaciones necesarias de la malla vial.

5. Marco de Referencia

5.1. Marco Histórico

La piedra fue uno de los primeros materiales que utilizó el hombre debido a sus extraordinarias características, tales como resistencia, decoración, etc., y también como materia prima para la fabricación de otros materiales de construcción.

Se estima que fue en el año 3000 a.C. que el Imperio Hilita (en la Península de Anatonía) construyó los primeros caminos a suelo firme. Otro antecedente destacado son los caminos que realizaron los esclavos egipcios para la construcción de las pirámides. Fue necesario construir caminos que además de ser resistentes tuvieran una superficie lisa e indeformable para transportar los materiales pesados, empleando para ello losas de piedra toscamente labradas asentadas sobre terreno firme. Las órdenes religiosas que florecen en Europa durante la Edad Media fomentan la construcción de caminos para los peregrinajes, en poblados de Francia, Italia y España.

El sistema de urbanización y de comunicaciones más perfecto de la Edad Antigua corresponde al Imperio Romano por sus grandes detalles técnicos y funcionalidad de sus vías. Los técnicos romanos construyeron vías con grandes alineaciones rectas, utilizando distintos firmes en función de la categoría de la vía y de su funcionalidad. Podemos considerar tres tipos:

- Vías urbanas.
- Caminos con firme.
- Caminos de tierra. (Rama, s.f.)

Las vías urbanas de más categoría se construían con un gran firme. En primer lugar, se efectuaba una excavación de tierras hasta encontrar una capa dura de cimentación, sobre la que se preparaba un lecho formado por arcillas y bolos o gravas de gran tamaño; sobre esta capa se extendía otra de hormigón de cal y en otros casos piedra machacada con materiales sueltos de grano fino, para sobre ésta, colocar como pavimento losas o lajas de piedra colocadas con el máximo cuidado

formando un extraordinario pavimento continuo, donde las juntas se cuidaban mucho. El material básico utilizado en la mayoría de los casos, con preferencia a otros materiales, era la zahorra natural de granulometría muy variada. Los tamaños mayores se empleaban como cimientado del firme y sobre esa capa se colocaban otras de materiales sueltos de grano fino y en otros casos se estabilizaban con cal ya que la compactación era prácticamente nula.

En otro continente, los mayas, construyen caminos para el acceso a los templos, empleando como cimientado piedras calizas blancas, apisonadas con cilindros de piedra, y como pavimento un enlosado de la misma naturaleza, conservándose en perfecto estado al no tener que soportar estos pavimentos la acción de las cargas de carros y caballerías etc. Otros caminos eran el Nohbe con gran ancho y las veredas. (Ibid, pág.42, s.f)

A mediados del siglo XVIII se desarrolla el uso de la cal en países como Inglaterra, a través del trabajo de hombres como el ingeniero John Smeaton. Constructor del Faro de Eddystone, Smeaton fue uno de los responsables del cambio vial en la ciudad británica. Con la llegada de la Era Industrial se explora con mayor cuidado la realización de rutas de pavimento, utilizando piedras más pequeñas (adoquines). La aparición del automóvil fomenta la diagramación de caminos más extensos y aptos para el traslado de vehículos de peso. El alquitrán se incorpora al pavimentado de calles de Londres y Madrid. Pero los grandes avances en la materia se dan en los Estados Unidos, a través de la fabricación de nuevas capas asfálticas, que permiten una mayor flexibilidad en el desplazamiento de los autos.

El uso de los pavimentos rígidos se dio en Estados Unidos, debido a la necesidad del país del Norte de caminos y rutas transitables para el transporte masivo. El crecimiento demográfico experimentado durante el siglo XIX procuraba nuevas vías de transporte. (Arkiplus, s.f.)

Fue el ingeniero escocés John Loudon Mc Adam el inventor del “macadam”, un nuevo tipo de superficie, apto para soportar el peso de los renovados vehículos y transportes de carga. Ingeniero escocés, a principios del siglo XIX Mc Adam publica escritos sobre su descubrimiento. El macadam consistía en pequeñas gramillas de piedra y capas de rocas, lo que permitía un óptimo drenaje del agua de lluvia.

El fin del siglo XX encuentra nuevas técnicas en el desarrollo de nuevas carreteras, que mejoran la adherencia y la capacidad de drenaje ante situaciones climáticas adversas. (Ibid, pág. 46, s.f).

A finales del último tercio del siglo XX, se emplean a gran escala innovaciones particularmente adaptadas a las necesidades urbanas, como son los micros aglomerados, pavimentos drenantes, fonoabsorbentes, etc.

En el transcurso de los siglos realmente se evoluciona muy poco en la construcción de aceras, hasta la aparición del automóvil que plantea la necesidad de establecer en las ciudades, calzadas para circulación de vehículos y vías para peatones. Estas pueden emplazarse junto a la calzada o ser independientes de la misma como es el caso de las zonas peatonales, pero elevadas respecto a la calzada. En cuanto al pavimento se emplea la piedra más o menos concertada. Actualmente, el bordillo de delimitación acera-calzada son de piedra (granito, rodano, calizo, etc.) o de hormigón prefabricado de distintas formas y tamaños, asociados a éstos y para canalizar el agua de lluvia, se emplean rigolas, piedra natural, hormigón prefabricado. En el año 2010 se realizó en la Universidad de Medellín una investigación acerca de patología de pavimentos articulados construida por Carlos Hernando Higuera Sandoval y Oscar Fabián Pacheco Merchán, la cual tuvo como conclusiones: El trabajo realizado propone para Colombia la primera metodología para determinar el índice de condición estructural y el índice de condición funcional para carreteras que

tengan estructuras de pavimentos articulados, teniendo en cuenta la patología típica encontrada en esta clase de estructuras. (Rama, s.f.)

Beneficios del Pavimento Rígido

Los pavimentos de concreto presentan una serie de características que aventajan, por mucho a los que incluyen asfalto en su conformación. De las muchas cualidades que tiene la construcción de carreteras con concreto hidráulico destacan, por ejemplo, que, tienen mayor duración que las de asfalto; en este sentido, una carretera realizada con concreto puede llegar a durar el doble de tiempo que una de asfalto. Otra cualidad de los pavimentos de concreto es que, debido a su rigidez, la superficie de concreto no se deforma ni con el calor, ni con el paso o frenado de los vehículos, como sí suele suceder con las realizadas con asfalto. Esta característica en particular hace del concreto el material idóneo para las diversas condiciones climáticas existentes en diversos países. Además, en los pavimentos hechos con concreto los vehículos requieren de una menor distancia para frenar, a diferencias de los pavimentos de asfalto; por tanto, se reduce el riesgo de accidentes. También está comprobado que los vehículos de carga pesada consumen menos combustible ya que, en promedio el ahorro es de un 11%, en relación al transitar en una vía de asfalto. Otro punto importante vinculado a la seguridad es que los pavimentos de concreto mejoran la visión nocturna; por el contrario, los de asfalto, por el mismo color que tienen, reflejan la luz. Finalmente, una de las cualidades también a destacar es que, como sabemos las carreteras de asfalto requieren de un mantenimiento mayor que las de concreto, con lo cual, con las segundas, se disminuyen los costos a corto, mediano y largo plazo. (Celis, s.f.)

6. Marco Teórico

6.1. Pavimento

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. (Pavimentos registrocdt, s.f.)

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

Tipo de pavimentos

6.1.1. Pavimentos flexibles.

Tienen como superficie de rodadura una capa elaborada con asfalto y material pétreo (comúnmente llamada “carpeta”). (Ing. Miguel Sánchez Mejía, 2018)

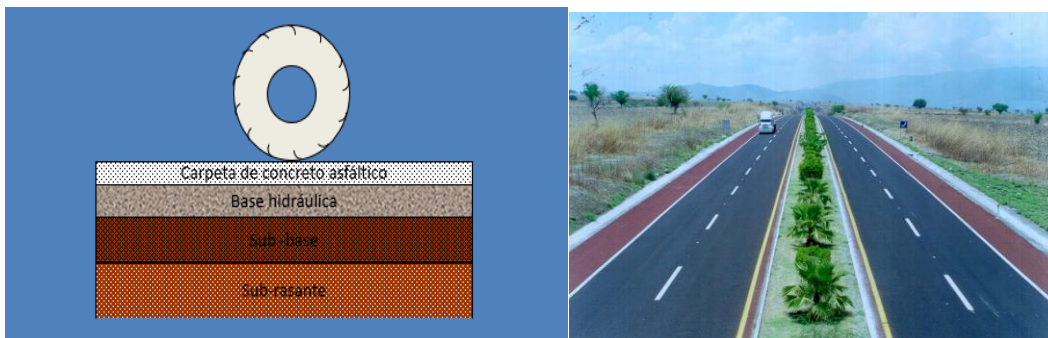


Ilustración 1. Pavimento flexible

Fuente: Diapositivas Diseño de Pavimentos Palacio de Minería México

6.1.2. Pavimentos rígidos.

La superficie de rodadura es una losa de concreto hidráulico.

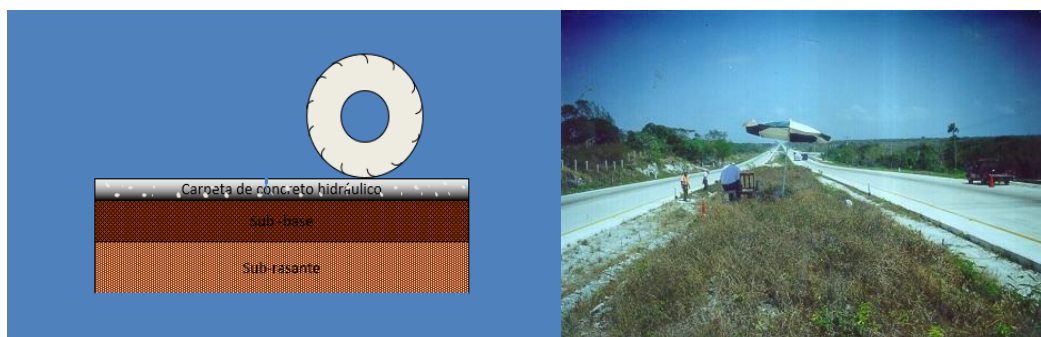


Ilustración 2. Pavimento rígidos

Fuente: Diapositivas Diseño de Pavimentos Palacio de Minería México

6.1.3. Pavimentos semi-rígidos.

La carpeta asfáltica se apoya en una base estabilizada con asfalto o cemento hidráulico.

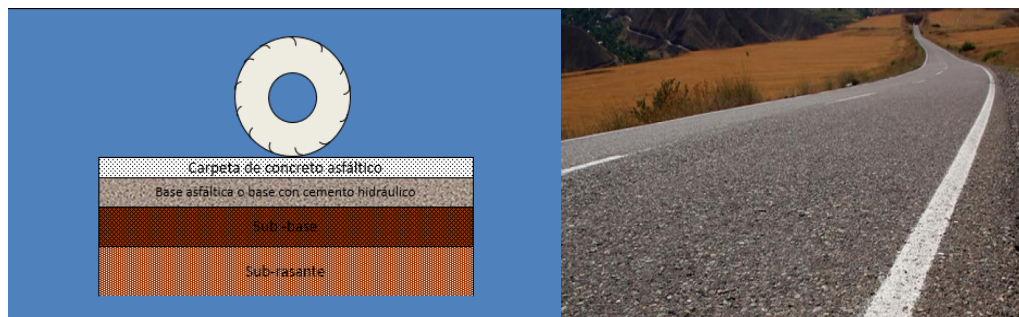


Ilustración 3. Pavimento semi-rígido

Fuente: Diapositivas Diseño de Pavimentos Palacio de Minería México

6.1.4. Pavimentos mixtos

La carpeta asfáltica descansa sobre una losa de concreto hidráulico. (Ing. Miguel Sánchez Mejía, 2018)



Ilustración 4. Pavimento mixto

Fuente: Diapositivas Diseño de Pavimentos Palacio de Minería México

6.1.5. Pavimentos Adoquines.

La superficie de rodadura está integrada por elementos prefabricados (se utilizan en calles de zonas urbanas y estacionamientos con bajos niveles de tránsito). (Ing. Miguel Sánchez Mejía, 2018)



Ilustración 5. Pavimento adoquines

Fuente: Diapositivas Diseño de Pavimentos Palacio de Minería México

Factores que influyen en el diseño de pavimentos

- Tipo de camino
- Clima
- Tránsito
- Drenaje y subdrenaje
- Terreno de cimentación
- Bancos de materiales
- Tiempo

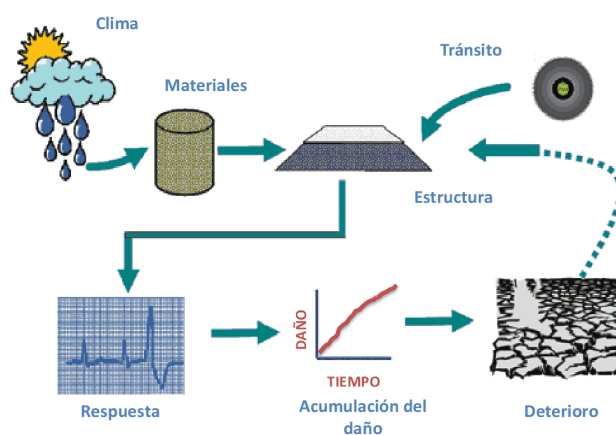


Ilustración 6. Factor influyente en el diseño de pavimentos
Fuente: Diapositivas Diseño de Pavimentos Palacio de Minería México

6.2. Tipo de Pavimentos Rígidos

6.2.1. Concreto simple

Este sistema utiliza placas de concreto sin refuerzo. Las juntas de contracción transversal son en general construidas a intervalos entre 3 y 6 m (figura 1), con el objetivo de controlar la fisuración de las losas. Dependiendo del diseño de las losas, éstas se pueden unir mediante dovelas o barras de transferencia colocadas en las juntas transversales asegurando la transferencia de carga entre estas; además se colocan barras de anclaje en las juntas longitudinales, en dirección perpendicular al eje de la vía (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vias, 2006)

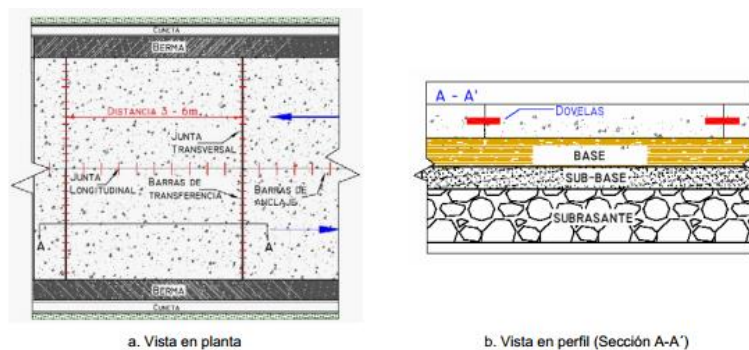


Ilustración 7. Pavimento de concreto simple
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Sin pasajuntas

- La transferencia de carga se hace por trabazón de los agregados.
- Se utilizan en carreteras con tránsito ligero ($TDPA < 5000$ vehículos/día).

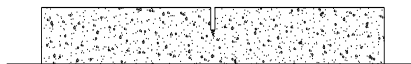


Ilustración 8. Pavimento sin pasajuntas
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Con pasajuntas

- En la junta se colocan barras de acero para transmitir las cargas de una losa a otra losa.
- Se utilizan en carreteras con $TDPA > 5000$ vehículos/día

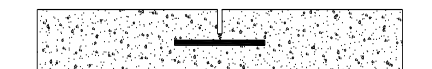


Ilustración 9. Pavimento con pasajuntas
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Concreto Reforzado

Debido a que el espaciamiento de las juntas transversales es mayor que el de las placas de concreto simple, con rangos típicos entre 7 – 15 m., este sistema utiliza juntas de contracción y adicionalmente acero de refuerzo para controlar la fisuración de las losas (Figura 2). Las dovelas

son usadas en las juntas transversales para asegurar la transferencia de cargas entre las losas (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vias, 2006)

Figura 2. Losas de Concreto Reforzado

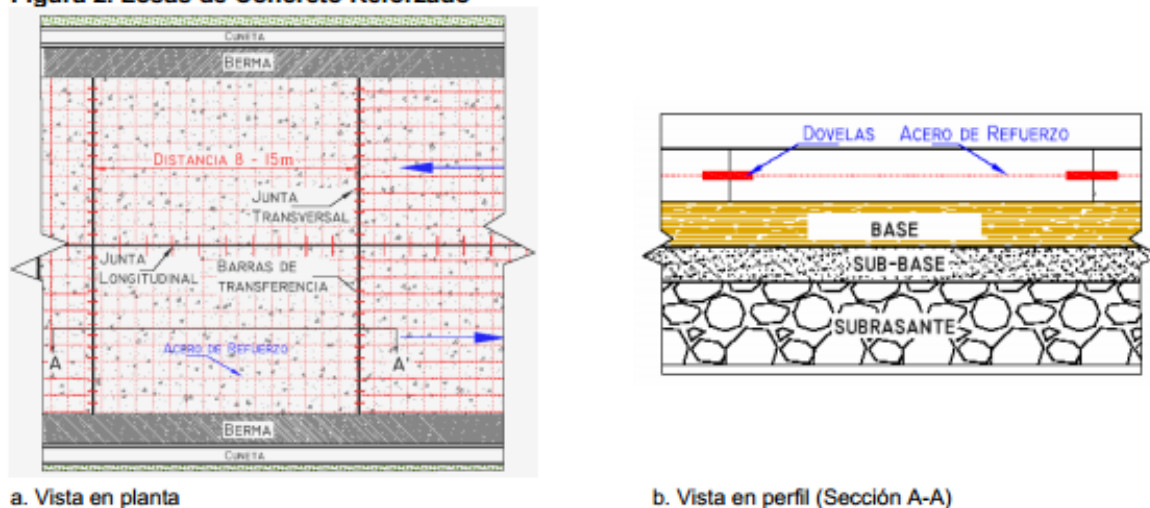


Ilustración 10. Pavimento en concreto reforzado

Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Con Refuerzo No Estructural

- Se coloca para controlar y minimizar grietas por cambios de temperatura.
- $A_{smax} = 0.3\%$.
- El acero se coloca en el 1/3 superior de la losa.
- Por su costo elevado prácticamente no se usa.

Con Refuerzo Estructural

- El refuerzo soporta esfuerzo de contracción y tensión.
- Se reduce ligeramente el espesor de concreto simple.
- Se eliminan juntas de contracción.
- Sólo se dejan juntas de expansión y de construcción.
- Se aplica en pisos industriales, en climas fríos y carreteras con tránsito muy pesado.

- El mantenimiento es prácticamente nulo.

6.2.2. *Presforzado y postensado*

Postensado

- Después de colado se tensa el acero.

Pretensado

Antes de colado se tensa el acero.

6.2.3. *Concreto con fibra*

- Fibra metálica, carbón, de vidrio, etc.
- Se utilizan en aeropuertos.
- La fibra aumenta la resistencia a la tensión, fatiga, impacto.
- Este tipo de pavimento dura más.
- Se aumenta el espaciamiento entre juntas y se reduce el espesor.
- Cantidad de fibra $\approx 40 \text{ kg/m}^3$ de concreto.

6.2.4. *Compactado con rodillo*

- Contenido de agua bajo (\approx cero).
- Se puede colocar con extendedora de concreto asfáltico.
- Se compacta con rodillos vibratorios y neumáticos.
- Después del compactado se abre rápido al tránsito.
- Las juntas transversales son entre 6 a 7 m.
- Se coloca como superficie de rodamiento una carpeta asfáltica.

(Ing. Miguel Sánchez Mejía, 2018)

6.2.5. *Sobrelosas*

- Se utilizan en la rehabilitación de pavimentos.
- Actúan como elemento de refuerzo estructural.
- Se construyen sobre concreto asfáltico o sobre concreto hidráulico.
- Whitetopping (se coloca sobre pavimento asfáltico).
- Adheridas (se colocan sobre concreto hidráulico).
- No adheridas (se colocan sobre concreto hidráulico).

(Ing. Miguel Sánchez Mejía, 2018)

6.3. Daños en pavimentos rígidos

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición, nivel de severidad, la forma de medición, sus posibles causas, su evolución probable y reparaciones que pueden realizarse, (se presenta una posible reparación, que debe ser tomada como una primera aproximación a una solución definitiva la cual será sustentada con ensayos e información detallada). Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

Los niveles de severidad son criterios adoptados para diferenciar la gravedad del daño, estos se basan fundamentalmente en la apreciación del grado de deterioro que pueda presentar cada daño en particular.

En términos generales, los niveles de severidad adoptados en el presente manual son: severidad baja, severidad media y severidad alta; a medida que se van definiendo los diferentes tipos de daño se van definiendo también las características de cada nivel de acuerdo cada deterioro en particular.

Cuando en un mismo tipo de daño se advierten varios niveles de severidad es preciso reportar la más alta, es decir, si para un mismo tipo de daño en un mismo lugar se presentan deterioros con

severidad baja y media, se debe reportar el daño con severidad media. En ocasiones ocurre que en un mismo sitio se advierten dos o más tipos de daño, en este caso se debe reportar el daño que más incomodidad presente a los usuarios de la vía, por ejemplo, si en un mismo sitio se presentan simultáneamente grietas longitudinales, transversales y levantamiento localizado, se debe reportar el levantamiento localizado. (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vías, 2006)

6.3.1. Grietas

En este manual las grietas de ancho menor a 0,03 mm se denominan fisuras, en la Figura 4 se muestra el ancho que define una grieta. Este grupo de deterioros incluye todas las discontinuidades y fracturas que afectan las losas de concreto. (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vías, 2006)

Figura 4. Corte transversal de una losa, mostrando el ancho de una grieta

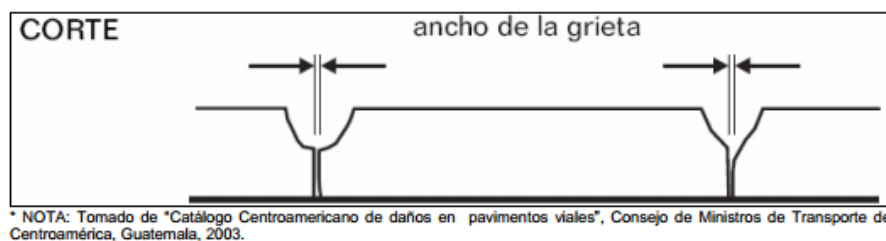


Ilustración 11. Grietas

Fuente: Manual de inspección de INVIAS

- Grietas de esquina (GE).

Este tipo de deterioro genera un bloque de forma triangular en la losa; se presenta generalmente al interceptar las juntas transversal y longitudinal, describiendo un ángulo mayor que 45° , con respecto a la dirección del tránsito. La longitud de los lados del triángulo sobre la junta de la losa varía entre 0,3 m y la mitad del ancho de la losa. Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta el ancho de la grieta, las severidades están dadas como sigue

Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible y el bloque de la esquina esta completo

Media: Aberturas entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm).

Alta: Aberturas mayores a 0,01 m (10 mm). Se presenta escalonamiento y el bloque de la esquina está dividido en varias partes.

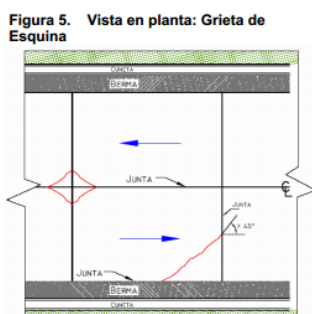


Ilustración 12. Grieta de esquina
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Medición del deterioro (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vias, 2006)

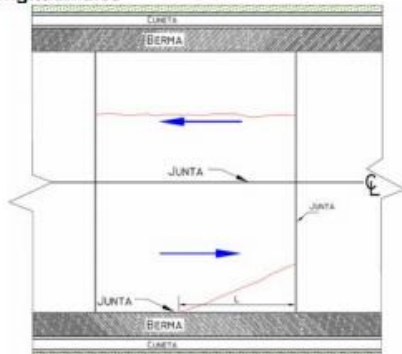
Se debe medir la longitud de la grieta en metros y el ancho de su abertura, reportando la cantidad de grietas de esquina presentes en cada losa para cada nivel de severidad. Si existen grietas selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán un nivel de severidad bajo

- 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. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

Figura 6. Características de las Grietas longitudinales



Fotografía 3. Grieta longitudinal



Ilustración 13. Grieta longitudinal
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas longitudinales se clasifican en

Baja: grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible

Media: Abertura entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm)

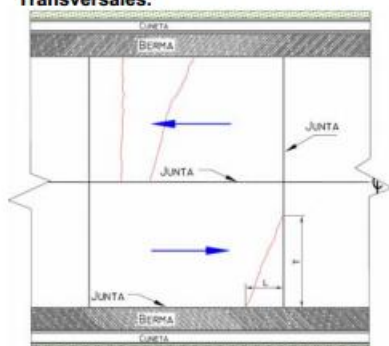
Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,015 m (15 mm).

Medición del Deterioro Se debe medir la longitud de la grieta en metros, reportando la cantidad de grietas longitudinales presentes en cada losa para cada nivel de severidad. Si existen grietas selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán algún nivel de severidad.

- Grietas transversales (GT)

Grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de la vía. Pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta longitudinal, siempre que la intersección con la junta transversal esté a una distancia del borde (T) mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con la junta longitudinal se encuentra a una distancia inferior que la mitad del largo de la losa (L). Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

Figura 7. Vista en Planta de las Grietas Transversales.



Fotografía 4. Vista típica de una Grieta Transversal.



Ilustración 14. Grieta transversal
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas longitudinales se clasifican en:

Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible.

Media: Abertura entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm).

Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,006 m (6 mm)

Medición del Deterioro Se debe medir la longitud de la grieta en metros, reportando la cantidad de grietas transversales presentes en cada losa para cada nivel de severidad. Si existen grietas

selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán algún nivel de severidad.

- Grietas en los extremos de los pasadores (GP)

Cercanas al extremo de los pasadores o dovelas. Pueden ser ocasionadas por la mala ubicación de los pasadores o por su movimiento durante el proceso constructivo.

Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas longitudinales se clasifican en

Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible

Media: Abertura entre 0,003 m y 0.01 m (3 – 10 mm)

Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,006 m (6 mm).

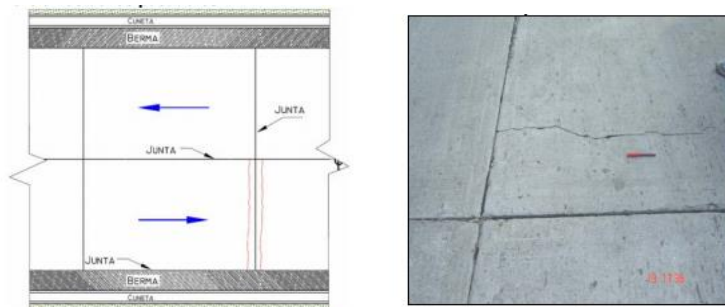


Ilustración 15. Grietas pasadores
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Medición del deterioro Se debe medir la longitud de la grieta en metros, reportando la cantidad de grietas presentes en cada losa para cada nivel de severidad. Si existen grietas selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán algún nivel de severidad.

- Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB)

Aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa. Este grupo también comprende las grietas en “Y”. Aunque se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos, es más frecuente que se presente en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Niveles de Severidad Siempre se considera un deterioro de severidad alta.

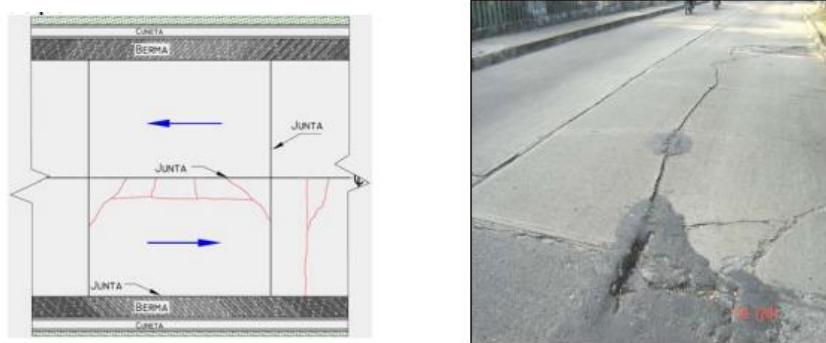


Ilustración 16. Grietas en bloque
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Medición del deterioro Se mide el área afectada en metros cuadrados de cada placa y por severidad.

- 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. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

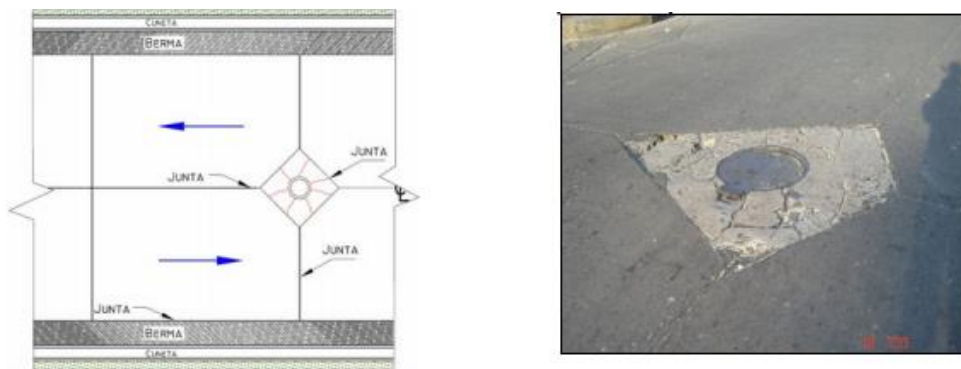


Ilustración 17. Grietas en pozos de inspección
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas en pozos o sumideros se clasifican en

Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible

Media: Abertura entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm).

Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,006 m (6 mm)

Medición del deterioro

El área afectada se mide en metros cuadrados por placa

6.3.2. Daños en juntas

- Separación de Juntas Longitudinales (SJ)

Corresponde a una abertura en la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido

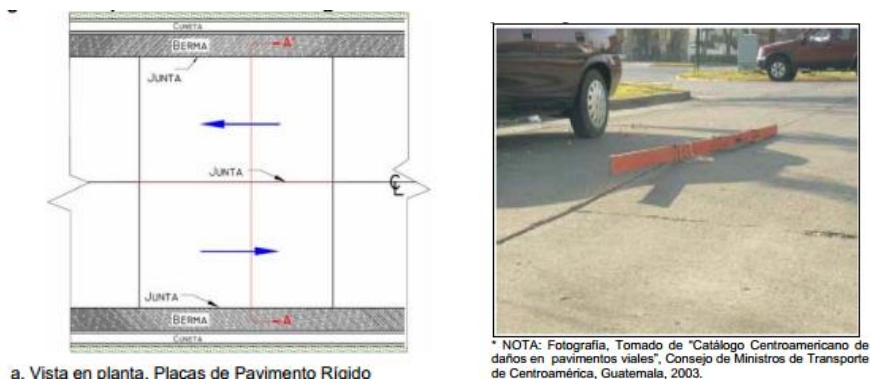


Ilustración 18. Separación juntas longitudinales

Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la junta inducida por corte que es de 6 mm, los niveles de severidad en la separación de juntas se dan por las aberturas extras a la abertura normal de la junta y se clasifican en:

Baja: Abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Levantamiento imperceptible, desportillamiento mínimo

Media: Abertura entre 0,003 m y 0,025 m (3 – 25 mm)

Alta: Aberturas mayores a 0,025m (10 mm). Se presenta diferencia de nivel entre losas adyacentes o altura sobre el nivel medio de la vía mucho mayor a 0,01 m (10 mm)

Medición del deterioro Se tomará la longitud en metros de la junta afectada por placa.

6.3.3. Deterioro del sello (DST - DSL)

Desprendimiento o rompimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, que permite la entrada de materiales incompresibles e infiltración de agua superficial. Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: extrusión del sello, endurecimiento, pérdida de adherencia entre el sello y la losa, pérdida parcial o total del sello e incrustación de

materiales ajenos y crecimiento de vegetación. Este deterioro se presenta en pavimentos de placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado

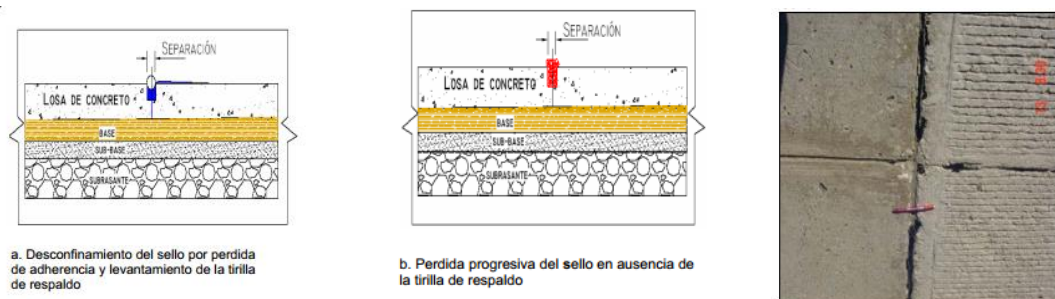


Ilustración 19. Deterioro sello de juntas
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Medición del deterioro Se toma la longitud en metros de la junta afectada por placa, especificando el nivel de severidad del daño. Se anotará la presencia de material incompresible, vegetación o entrada de agua.

6.3.4. Deterioros superficiales

Desportillamiento de juntas (DPT y DPL)

Desintegración de las aristas de una junta (longitudinal, transversal), con pérdida de trozos, que puede afectar hasta 0,15 m (15 cm) a lado y lado de la junta. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido con juntas.

Niveles de Severidad Se definen combinando el estado de los bloques que se forman por el fracturamiento en contacto con la junta y sus dimensiones, se clasifican de la siguiente forma:

Baja: Pequeños fracturamientos, que no se extienden más de 0,08 m (80 mm) a cada lado de la junta, dan lugar a pequeñas piezas que se mantienen bien firmes, aunque ocasionalmente algún pequeño trozo puede faltar.

Media: Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 0,08 m (80 mm) a cada lado de la misma, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos; algunos o todos los trozos pueden faltar, pero su profundidad es menor de 0,025 m (25 mm).

Alta: Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 0,08 m (80 mm) a cada lado de la misma, las piezas o trozos han sido removidos por el tránsito y tienen una profundidad mayor de 0,025 m (25 mm).

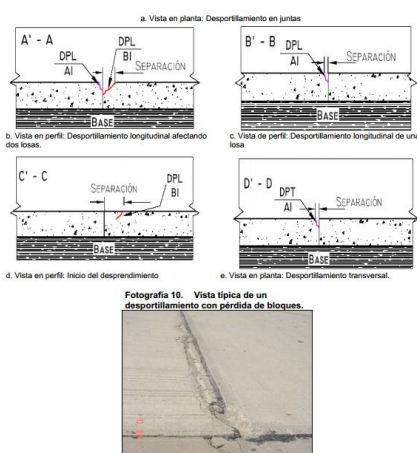
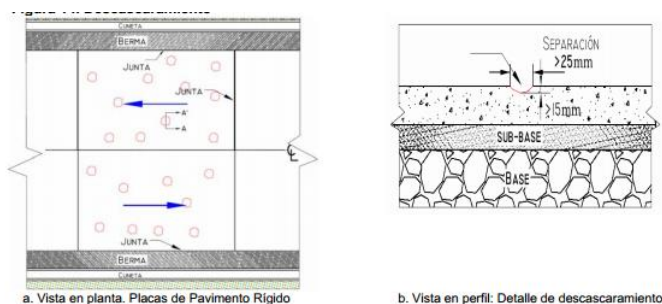


Ilustración 20. Desportillamiento de juntas
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Medición del deterioro Se toma la longitud en metros de la junta afectada por placa y se reporta la severidad del daño.

6.3.5. Descascaramiento (DE)

Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto. (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vias, 2006)



NOTA: Fotografía tomada en el puente Puerto Salgar

Ilustración 21. Descascamiento

Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad Se definen los niveles de severidad de acuerdo con la profundidad a la cual ha existido pérdida de material superficial y se clasifican de la siguiente forma:

Baja: Pérdida de material superficial a una profundidad menos a 0,005 m (5 mm).

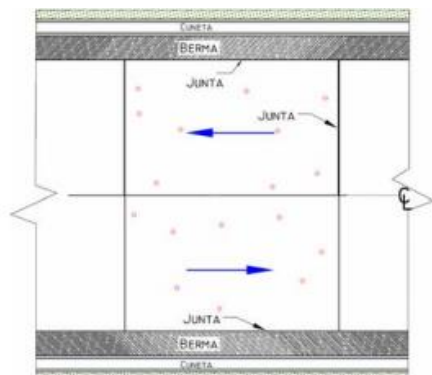
Media: Pérdida de material superficial a una profundidad de entre 0,005 m y 0.015 m (5 - 15mm).

Alta: Pérdida de material superficial a una profundidad mayor a 0,015 m (15 mm).

Medición del deterioro Se mide el área de cada descascamiento por placa identificando la severidad de la falla.

6.3.6. Desintegración (DI)

Consiste en pérdida constante de agregado grueso en la superficie, debido a la progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena-cemento del concreto, provocando una superficie con pequeñas cavidades.



*NOTA: Fotografía, Tomado de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003

Ilustración 22. Desintegración

Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad Se definen de acuerdo con el área en la cual ha existido pérdida de material superficial, se clasifican de la siguiente forma

Baja: Pequeños desprendimientos muy superficiales, puntuales o concentrados en pequeñas áreas, como remiendos

Media: Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una textura abierta, pero los desprendimientos se limitan a material fino, solo superficialmente.

Alta: Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una superficie rugosa, con desprendimiento de agregado grueso formando cavidades o pequeños baches superficiales.

Medición del deterioro Se mide el área por severidad del daño para cada losa.

6.3.7. 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. (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vias, 2006)

Niveles de Severidad Se definen de acuerdo con la profundidad a la cual ha existido pérdida de material, se clasifican de la siguiente forma:

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.



NOTA: Fotografía, Tomado de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003

Ilustración 23. Baches
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Medición del deterioro Se miden en metros cuadrados (m²) de área afectada, registrando la mayor severidad existente por cada losa afectada.

6.3.8. Pulimento (PU)

Carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos.

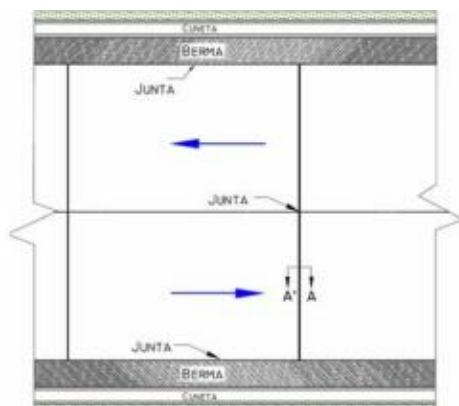


Ilustración 24. Pulimento
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad No se definen niveles de severidad. El grado de pulimento de la superficie debe ser alto para ser informado.

6.3.9. Escalonamiento de Juntas longitudinales (EJL) y transversales (EJT)

Es una falla provocada por el tránsito que corresponde a un desnivel de la losa en su junta con respecto a una losa vecina. (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vias, 2006)



*Tomada de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica. Guatemala. 2003.

Ilustración 25. Escalonamiento de juntas
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la diferencia de altura (desnivel) entre las placas adyacentes, los niveles de severidad se definen como:

Baja: desnivel menor a 0,005 m (5mm)

Media: desnivel entre 0,005 m (5 mm) y 0.01 m (10 mm).

Alta: desnivel mayor a 0,010 m (10 mm)

6.3.10. Levantamiento Localizado (LET, LEL)

Sobreelevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o una grieta, habitualmente el concreto afectado se quiebra en varios trozos. (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vias, 2006)



Ilustración 26. Levantamiento localizado
Fuente: Manual de inspección de INVIAS

Niveles de Severidad La severidad se mide en función del efecto de esta falla en el nivel de serviciabilidad y muy especialmente en el riesgo que puede significar para los usuarios⁹, partiendo de esto, los niveles de severidad se definen así

Baja: Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio. Elevación entre los bordes de la losa menor a 0,005 m (5 mm.)

Media: Moderada incidencia en la comodidad de manejo genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación. Elevación entre bordes de la losa entre 0,005 m (5 mm) y 0,010 m (10 mm).

Alta: El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad. Separación entre bordes de la losa mayor a 0,010 m (10 mm)

6.3.11. Parches (PCHA - PCHC)

Un parche es un 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.

Los tramos con parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una determinada vía, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parches por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas. Para parches en asfalto el símbolo será PCHA y para parches en concreto PCHC. (Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vías, 2006)

Niveles de Severidad Para evaluar la severidad se tendrá en cuenta su estado de deterioro, el asentamiento de la capa, a continuación, se definen los niveles de severidad propios de este tipo de daño:

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.

7. Tránsito promedio diario

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del Tránsito Promedio Diario Anual, conocido en forma abreviada como TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición. Tratándose de un promedio simple, el TPDA no refleja las variaciones extremas que, por el límite superior, pueden llegar a duplicar los volúmenes promedios del tránsito en algunas carreteras, razón por la cual en las estaciones permanentes de registro de volúmenes se deben medir y analizar las fluctuaciones del tránsito a lo largo de los diferentes períodos del año, sean estos semanales, mensuales o estacionales. No obstante, se ha tomado el TPDA como un indicador numérico para diseño, tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención. Constituye así el TPDA un indicador muy valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) y funciones (transporte de personas y de mercancías), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de dicha carretera una vez sea mejorada o ampliada, o que se estima utilizará la carretera nueva al entrar en servicio para los usuarios. (Martínez, 2013)

7.1. Los carriles

Técnicamente se define carril como la banda longitudinal en que puede circulación de una sola fila de vehículos.

El carril se emplea como elemento de clasificación tipológica de vías, subdividirse la calzada, caracterizada por tener una anchura suficiente para permitir la distinguiendo entre carreteras de dos carriles y carreteras multicarril. Esta división es muy importante desde el punto de vista del tráfico, como ya vimos al tratar el análisis de la capacidad de vías urbanas e interurbanas.

Los carriles suelen materializarse en el pavimento bien mediante marcas viales, bien mediante separadores de tráfico, según sea el grado de seguridad necesario y el sentido de circulación igual o contrario de los carriles adyacentes que delimita. (Francisco, 2000, pág. 346)

7.2. Anchura de los carriles

Si el número de carriles influye de gran manera en la capacidad y el nivel de servicio de la carretera, la anchura de cada uno de ellos es otro factor a tener en cuenta en este aspecto.

Como veíamos en los capítulos dedicados al estudio del tráfico, la anchura del carril influye en la seguridad experimentada por el conductor, lo que propicia una mayor o menor velocidad de circulación. De todo ello se deduce que cuanto más alta sea la velocidad de proyecto de una vía, mayor deberá de ser la anchura de sus carriles, ya que el vehículo es más propenso a realizar basculaciones laterales. De lo contrario, la velocidad de circulación será menor y el nivel de servicio de dicha carretera se reducirá.

La normativa española fija un ancho estándar de 3,50 m., aunque éste puede variarse en función del tipo de vía y los condicionantes topográficos y del entorno. Así, el abanico de anchuras permisibles va desde los 3,75 m. de las vías de alta velocidad hasta los 2,50 m. de determinadas vías particulares de reducido uso.

Un ancho superior a este límite favorecería las maniobras de adelantamiento dentro del mismo carril, aparte de que el margen de movilidad del vehículo sería tan amplio que serían más frecuentes las trayectorias erráticas de los vehículos.

Naturalmente, anchos inferiores a 2,50 m. impedirían la correcta circulación e incluso el paso de determinados vehículos

La anchura de los carriles puede emplearse como arma por parte del proyectista para forzar una disminución de velocidad al circular por determinadas zonas, como puedan ser travesías o tramos en obras (Francisco, 2000, pág. 349)

8. Marco geográfico

El estudio se realizó desde la iglesia de San Antonio de Padua hasta el centro de interpretación Ambiental de la CARDER, ubicada en la Avenida Santander al Nor-Oriente de la ciudad de Pereira, en el departamento de Risaralda, Colombia.

Esta vía Suburbana desde la iglesia de San Antonio de Padua hasta el Centro de Interpretación Ambiental de la CARDER presenta un flujo de tráfico alto vehicular, tanto de carga, urbano y particular.



Ilustración 27. Mapa de Colombia
Fuente: Imágenes Colombia Departamentos

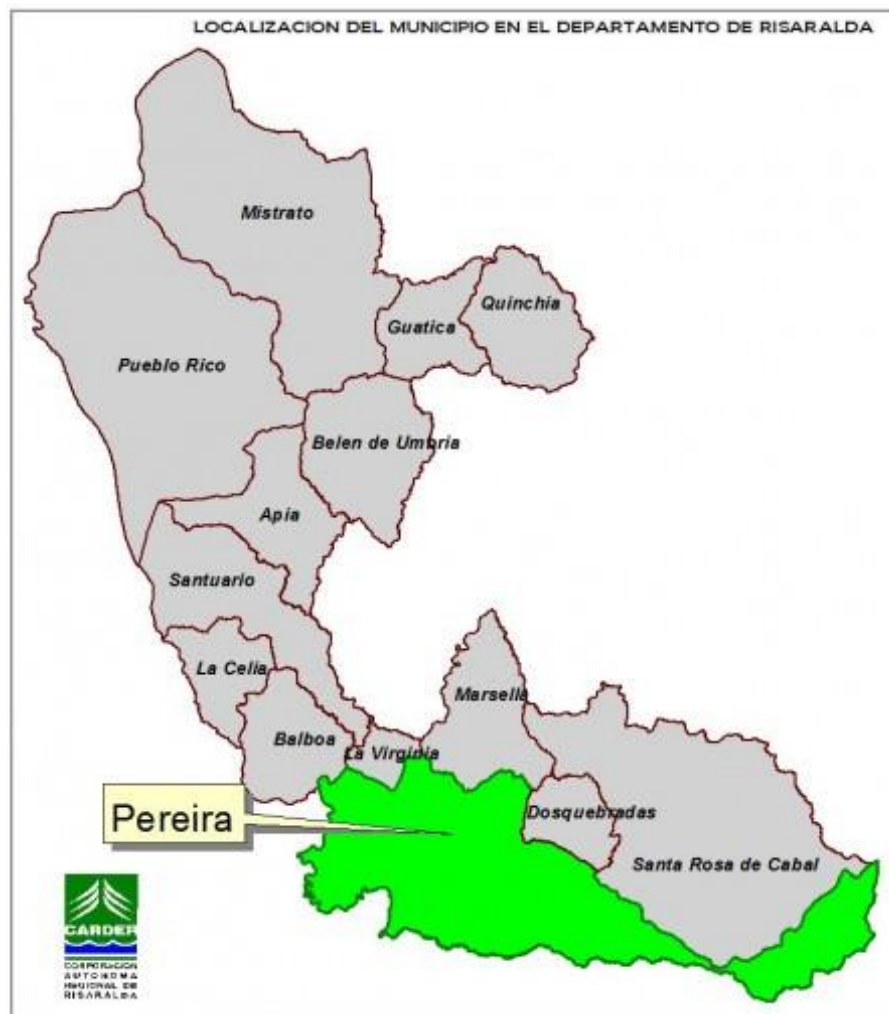


Ilustración 28. Mapa Risaralda
Fuente: CARDER, plantilla institucional,
http://siae.carder.gov.co/media/plantilla_institucional/imagenes

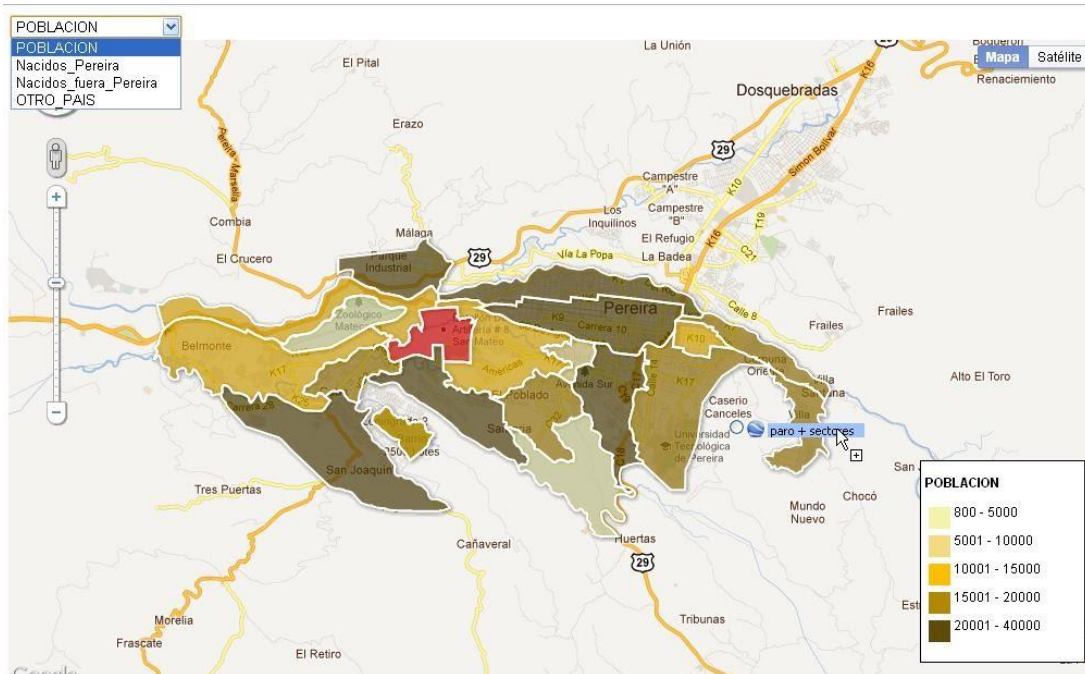


Ilustración 29. Mapa de Pereira

Fuente: Datos de Población, <http://juanchosierrar.blogspot.com/2011/10/datos-de-poblacion-de-la-ciudad-de.html>



Ilustración 30. Localización de la inspección visual

Fuente: Google Earth Pro

9. Metodología

9.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación para el desarrollo de esta propuesta es descriptivo porque como resultado de esta, se obtienen datos agrupados sobre el estado de la infraestructura vial de la Avenida Santander desde la Iglesia de San Antonio de Padua, hasta el Centro de Interpretación Ambiental de la CARDER.

9.2. Etapas del Proyecto

9.2.1. *Etapa 1: Recolección de información*

- Actividad 1: Fuentes primarias: Asesorías con el Ingeniero Adán Silvestre Gutiérrez.
- Actividad 2: Fuentes Secundarias: Se consultan proyectos de grado relacionados con la inspección visual de pavimentos, ubicados en la Biblioteca de la Universidad Libre, al igual que las diferentes fuentes encontradas en la web.

9.2.2. *Etapa 2: Identificación de daños en la malla vial:*

- Actividad 1: Lectura del Manual de INVIAS: Para hacer una correcta clasificación e identificación de los daños encontrados en el pavimento rígido.
- Actividad 2: Visita al lugar escogido para la inspección visual: se hace un recorrido para conocer el estado de la malla vial de la Avenida Santander.

- Actividad 3: Identificación de los daños en la vía, se toman medidas de cada una de las losas de pavimento rígido ubicadas en la avenida usando un odómetro. Cada losa se enumera de acuerdo con el sentido y al lado en el que se encuentre (Ilustración 31).

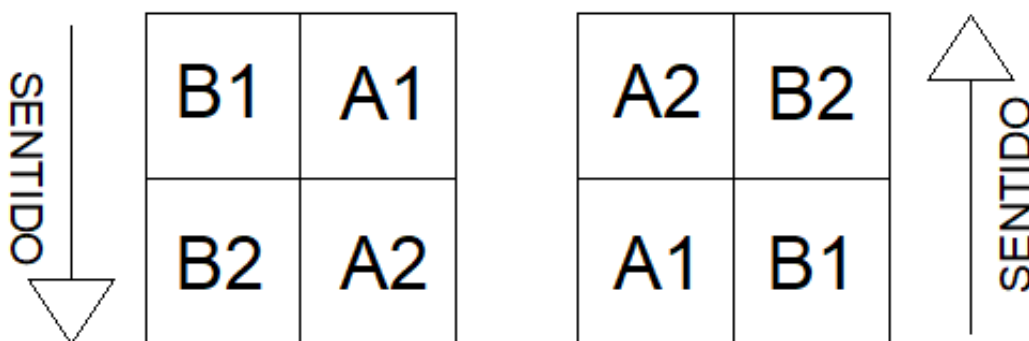


Ilustración 31. Sentido y numeración de las losas.

Fuente: Los Autores de la investigación

- Actividad 4: Registro fotográfico de la zona destinada para la inspección.



Ilustración 32. Sitio de la inspección visual

Fuente: Google Maps

9.2.3. Etapa 3: Magnitud de daños

Utilizando lo establecido en el Manual de Inspección de INVIAS, se cataloga el grado de severidad, según la dimensión del daño en cada losa de pavimento se clasificó como: alto (grado 1), medio (grado 2) y bajo (grado 3). Para llevar el registro se usa el siguiente formato:

UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA													
FACULTAD DE INGENIERIAS							INGENIERIA CIVIL						
FORMATO PARA LA INSPECCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO													
INSPECCIONADO POR								CONDICIONES			CALZADA		
María del Pilar Escobar Ortiz								FECHA			ANCHO		
Jhon Michael Garcés Vargas								HORA			No.CARRILES		
María Camila Giraldo Ramirez								CLIMA			ANDÉN		
Jose Leonel Hidalgo Arenas													
TRAMO	ABSCISA	No. Placa		Dimensiones de la losa		TIPO	SEVERIDAD	TIPO DE DETERIORO				Foto	Aclaraciones
		#	Letra	Largo	Ancho			Daño		Reparacion			
								Largo	Ancho	Largo	Ancho		

Ilustración 33.Formato de inspección
Fuente: Los Autores de la investigación

9.2.4. Etapa 4: Análisis de las causas de los daños

- Actividad 1: Luego de recopilar los datos necesarios y la evidencia fotográfica, se clasifica el tipo de daño por cada placa (las cuales van a tener una numeración) y usando

el manual de INVIAS se puede determinar las posibles causas por las que se presenta el daño/deterioro en el pavimento rígido.

Para la clasificación de daños se usará la siguiente nomenclatura:

Tabla 1.
Tabla clasificación de fisuras

Clasificación de las Fisuras		
GRIETAS	Grieta de Esquina	GE
	Grietas Longitudinales	GL
	Grietas Transversales	GT
	Grietas en los extremos de los pasadore	GP
	Grietas en Bloque o fracturación múltip	GB
	Grietas en Pozos y sumideros	GA
DAÑOS	Separación de juntas longitudinales	SJ
EN	Deterioro del sello Transversal	DST
JUNTAS	Deterioro del sello Longitudinal	DSL
DETERIORO SUPERFICIAL	Desportillamiento de juntas transversal	DPT
	Desportillamiento de juntas longitudina	DPL
	Descaramiento	DE
	Desintegración	DI
	Baches	BCH
	Pulimiento	PU
	Escalonamiento de juntas Longitudinal	EJL
	Escalonamiento de juntas Transversal	EJT
	Levantamiento localizado Transversal	LET
	Levantamiento localizado Longitudinal	LEL
	Parches	PCHA-PCHC
Hundimientos o Asentamientos	HU	
OTROS TIPOS DE DETERIORO	Fisuración por retracción o tipo de mall	FR
	Fisuras ligeras de aparición temprana	FT
	Fisuración por durabilidad	FD
	Bombeo sobre la junta transversal	BOT
	Bombeo sobre la junta longitudinal	BOL
	Ondulaciones	ON
	Descenso de la berma	DB
	Separación entre la berma y el paviment	SB

Fuente: Los Autores de la investigación

- Actividad 2: Se hace el análisis y procesamientos de los datos: Con esto se logra obtener el porcentaje de área afectada en la vía, estableciendo el tipo de daño, su extensión y severidad (la cual se clasifican como Alta, Medio y Baja).

9.2.5. Etapa 5: Consultar y recomendar procesos de reparación:

- Actividad 1: Consultar procesos de reparación en pavimentos rígidos, guiándose de manuales de reparación y/o rehabilitación de este.
- Actividad 2: Dar alternativas de reparación más efectivo de acuerdo con los daños evidenciados en la vía, o si en su defecto debe ser reemplazada en su totalidad.

10. Resultados Inspección

A continuación, se mostrará el formato diligenciado, en el que se presentan las fallas existentes en las losas de pavimento rígido inspeccionadas.

Tabla 2.
Clasificación de Daños

TRAMO	ABSCISA	No. Placa		Dimensiones de la losa		TIPO DE DETERIORO						Foto	Aclaraciones	
		#	Letra	Largo	Ancho	TIPO	SEVERIDAD	Daño		Reparación				
								Largo	Ancho	Largo	Ancho			
TRAMO 1	K0 + 000	1	A	2	3.1	GB	A	2	3.1				1	
						PU	A	2	3.1					
		2	A	3	3.1	GB	A	3	3.1					
						PU	A	3	3.1					
	K0 + 008	3	A	3	3.1	GB	A	3	3.1					
						PU	A	3	3.1					
	K0 + 011	4	A	3	3.1	DPT - DPL	M	0.15	0.1				2	
		4	B	3	3.1	SJ	A	3	0.02				3,4	Deterioro general de todas las juntas
	K0 + 017	5	A	3	3.1	GB	A	3	3.1				5	
		6	A	3	3.1	GB	A	3	3.1					
		5	B	3	3.1	PU	M	3	3.1				6	Desgaste uniforme hasta B14
	K0 + 020	7	A	3	3.1	GT	B	3.1	0.0015				7	
		10	A	3	3.1	GL	B	3	0.0015				8	
		11	A	3	3.1	GE	A	0.5	0.005				9,10	
				3	3.1	GL	A	3	0.005					
				3	3.1	PCHA	M			3	0.25			
		12	A	3	3.1	GT	A	1.5	0.005					
			3	3.1	GL	A	3	0.005						
			3	3.1	PCHA	M			3	0.25				
	13	A	3	3.1	GT	A	1.5	0.005						
			3	3.1	GL	A	3	0.005						
			3	3.1	PCHA	M			3	0.6				
	14	A	3	3.1	GT	A	1.5	0.005						
			3	3.1	GL	A	3	0.005						
			3	3.1	PCHA	M			2.5	0.4				
	15	B	3	3.1	DPL	B	0.4	0.0015				11		
	16	A	2.7	3.1	PCHC	B			0.3	0.2		12	No hay dilatación de junta	
					GT	B	3.1	0.0015						
	16	B	2.7	3.1	GA	B		0.003				13		
	17	A	2.7	3.1	PCHC	B			2.7	1.5		14	No hay dilatación de junta	

(Continuación Tabla 2)

	17	B	2.7	3.1	GB	A	2.7	3.1			15			
	18	A	2.7	3.1	PCHC	B					16			
					GT	B								
					GL	M								
	18	B	5.4	3.1	GT	B	3.1	0.0015						
	19	A	5.4	3.1	GB	A	5.4	3.1			17	No hay sardinel debido a árbol de en separador		
	19	B	5.4	3.1	GT	M	3.1	0.002						
	20	A	7	3.1	GB	A	7	3.1			18	No hay sardinel debido a árbol de en separador		
	20	B	7	3.1	GT	M	3.1	0.002						
K0 + 071.3	21	A	7	3.1	PCHA	B			3.1	0.2	19			
					GT	B	3.1	0.0015						
					GL	B	7	0.0015						
	22	B	6	3.1	PCHC	M			0.9	4	20			
					GB	A	0.4	0.4						
K0 + 071.3		A			PCHA	B			49.7	3.1	21	Arreglo en asfalto a lo largo de varias losas		
K0 + 121														
K0 + 077.3		B			PCHA	B			53.3	3.1				
K0 + 130.6														
	23	A	4	3.1	GB	A	4	3.1			22			
	24	A	5	3.1	GB	A	5	3.1			23			
					PCHC	M			7	2	24			
	25	A	7.5	3.1	GT	A	9.5	0.005			25	Sardinel afectado por árbol en separador		
	25	B	7.5	3.1	GB	A	7.5	3.1						
K0 + 137.5	26	A	6	3.1	GT	M	3.1	0.002			26			
	26	B	6	3.1	GB	A	6	3.1						
	27	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			27			
	27	B	6	3.1	GB	A	6	3.1						
	28	A	6	3.1	PG	A	6	3.1			28			
					LEL	A	3	0.9						

(Continuación Tabla 2)

	28	B	6	3.1	PCHC	M	5.5	0.6				
					GT	B	2.5	0.0015				
K0 + 156.5	29	A	6	3.1	LEL	A	0.7	0.6			29	
					GT	B	6.2	0.0015				
	29	B	6	3.1	GT	A	4.6	0.05				
	30	B	6	3.1	GT	B	3.1	0.0015			30	
					GL	B	2.8	0.0015				
	31	A	6	3.1	LEL	M	6	1.4				
					GB	A	6	3.1			31	Levantamiento generado por árbol, afecta sardinel
	31	B	6	3.1	PCHC	B	1.5	0.8				
					GT	M	3.1	0.002				
	32	A	6	3.1	LEL	M	1	0.8				
					GB	A	6	3.1			32	Levantamiento generado por árbol, afecta sardinel
	32	B	6	3.1	PCHC	B	3	1.5				
					GT	M	4	0.002				
K0 + 186.8	34	B	6	3.1	PCHA	B	0.9	1.2			33	
					GL	B	6	0.0015				
	35	B	6	3.1	GL	B	6	0.0015			34	
K0 + 198.3	36	B	6	3.1	GT	B	3.1	0.0015			35	
	37	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			36	
					GT	A	3.1	0.0015				
	38	A	6	3.1	GT	M	3	0.002				
					GT	A	2	0.003			37	
	38	B	6	3.1	PCHC	B	1.5	0.5				
K0+216	39	A	6	3.1	GT	M	3.1	0.002				
					GL	M	6	0.003			38	
	39	B	6	3.1	GT	A	3.1	0.005				
					PCHC	M	1.5	0.5				
	40	A	6	3.1	GL	A	6	0.005			39	
					PCHC	M	2	0.5				
K0+222.3	41	B	6	3.1	GT	B	3.1	0.0015			40	
					GT	M	3.1	0.002			41	

(Continuación Tabla 2)

	42	B	6	3.1	GE	A	0.5	0.005				
	43	A	6	3.1	GE	A	0.35	0.004				
	43	A	6	3.1	GT	M	3.1	0.002				
	43	B	6	3.1	GB	A						
	44	A	6	3.1	GT	A	3.1	0.005				
	44	B	6	3.1	GB	A					42	
KO+252	45	A	6	3.1	GT	M	1.5	0.002				
	45	A	6	3.1	GL	A	2	0.005				43
	45	B	6	3.1	GT	A	2.9	0.005				
	46	A	6	3.1	GL	A	2	0.007				44
	46	A	6	3.1	GT	A	1	0.01				
	46	B	6	3.1	GT	A	4	0.009				45
	47	A	6	3.1	GT	M	3.1	0.004				46
	47	B	6	3.1	GL	M	3	0.002				La losa se divide en dos.
	48	A	6	3.1	GT	A	6	0.01				47
	48	B	6	3.1								Afloramiento de agua
	49	A	6	3.1	GB	A	2	1				48
	50	A	6	3.1	GB	A	4	1.5				49
	51	A	6	3.1	GB	A						50
	51	A	6	3.1	GB	A						La losa está afectada en su mayoría.
KO+300.5	52	A	6	3.1	GT	A	3.1	0.009				51
	52	A	6	3.1	GL	A	5	0.007				
	53	A	6	3.1	GL	M	5	0.0025				52
KO+318.3	54	A	6	3.1	GL	A	2.5	0.006				53
	54	A	6	3.1	GT	A	2	0.006				
	56	A	6	3.1	DST	M	3.1	0.002				54
	59	A	6	3.1	GT	B	3.1	0.00015				55
KO+342.5	60	A	6	3.1	GB	A						56
	60	B	6	3.1	GL	M	6	0.002				La losa está dividida en dos.
	62	A	6	3.1	GB	A						
	63	A	6	3.1	GB	A						57
	63	B	6	3.1	GT	A	3	0.008				
	64	A	6	3.1	GT	A	6	0.005				58
	65	A	6	3.1	GE	M						
	66	A	6	3.1	GT	M		0.002				59
	66	B	6	3.1	GT	A	1.5	0.007				
	67	A	6	3.1	GL	A	6	0.006				60
	68	A	6	3.1	GL	A	6	0.006				
	68	B	6	3.1	PCHC	A			2	1		61
	69	A	6	3.1	GB	A						62
	69	B	6	3.1	GT	A	2.1	0.008				63
	70	A	6	3.1	PCHA	M			1	1		64
	70	B	6	3.1	PCHA	A	2	3				
	71	A	6	3.1	GL	A	6	0.007				65
	71	B	6	3.1	PCHC	A			3.1	1		65
KO+419		A-B	6	3.1								66
KO+487		A	6	3.1								Inicio de parche en asfalto
	73	A	6	3.1	GT	A	3.1	0.008				67
KO+536.5		B	6	3.1								Termina el parche en asfalto, dos capas.
	75	A	6	3.1	GB	A						68
	75	B	6	3.1	DI	A	6	3.1				
	77	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	77	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				69
	78	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	78	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				

(Continuación Tabla 2)

	79	A	6	3.1	GL	A	6	0.007			70	
	80	A	6	3.1	GL	A	6	0.007				
	81	A	6	3.1	GT	A	1.5	0.01				
	81	A	6	3.1	GL	M	6	0.0022			71	
	82	A	6	3.1	GL	M	4	0.002				
	82	A	6	3.1	GT	M	2	0.002			72	
	82	B	6	3.1	GL	M	6	0.0025				
	83	A	6	3.1	GB	A					73	
	83	B	6	3.1	GB	A						
	84	A	6	3.1	GT	A	6	0.01				
	85	A	6	3.1	GE	M	0.04	0.004				
	85	B	6	3.1	GT	M	3.1	0.003			76	
	85	B	6	3.1	GL	M	5	0.002				
	86	A	6	3.1	GB	M	0.5	0.4				
	86	B	6	3.1	GT	A	3	0.005				
	87	A	6	3.1	GB	A	2.5	1				
	87	B	6	3.1	GB	A	2	0.9			78	
	88	A	6	3.1	GE	M	0.15	0.005				
	88	B	6	3.1	GB	B					79	
	89	A	6	3.1	GT	M	3	0.002				
	89	B	6	3.1	GT	M	3	0.002			80	
	91	A	6	3.1	GT	A	3.1	0.007				
	91	B	6	3.1	GT	A	3.1	0.007			81	
	92	A	6	3.1	GT	A	2	0.008				
	92	A	6	3.1	GL	M	5	0.002			82	
	94	A	6	3.1	SJ	A	6	0.007				
	97	B	6	3.1	GL	M	4	0.0023			83	Todas las losas de este sector cuentan con estos daños en las juntas
	98	B	6	3.1	GB	A	2	1				
	99	A	6	3.1	GB	A	1.5	2				
	99	B	6	3.1	GB	A	3	1.4				
	100	A	6	3.1	GB	A	2	3			85	
	100	B	6	3.1	GB	M	1.3	1				
KO+639	101	B	6	3.1	GA	M		0.005			86	
	103	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	103	B	6	3.1	GB	A	6	3.1			87	
	105	A	6	3.1	GE	M	0.1	0.005				
	105	B	6	3.1	GE	M	0.1	0.005			88	
KO+717	108	A	4	3.1	GE	M	0.15	0.004			89	La losa se encuentra con una dilatación longitudinal.
	109	A	4	3.1	DI	A	4	3.1				
	109	B	4	3.1	DI	A	4	3.1				
	110	A	4	3.1	DI	A	4	3.1			90	
	110	B	4	3.1	DI	A	4	3.1				
	112	A	4	3.1	PCHA	M			4	0.15		
	112	A	4	3.1	SJ	M	A	0.01			91	
	114	A	4	3.1	PCHA	M			4	0.15		
	114	B	4	3.1	GT	A	3.1	0.009			92	
	115	A	4	3.1	PCHA	A			2	1	93	

(Continuación Tabla 2)

	116	B	4	3.1	DI	A	4	3.1			94	
KO+771					PCHA						95	Inicia un carril, doble calzada con parche en asfalto
k0+789	A				PCHA							Finaliza el parche en el lado A
	122	A	4	3.1	GA	M		0.005			96	
	125	A	4	3.1	DI	M	4	3.1			97	
KO+832	129	A	4	3.1	PCHA	B	1	0.5			98	
	129	B	4	3.1	PCHA							Finaliza el parche en el lado B
	130	B	4	3.1	GB	A	4	3.1			99	
	131	B	4	3.1	GL	A	4	0.005			100	
	132	B	4	3.1	GB	A	4	3.1			101	
	133	A	4	3.1	PCHC			3.5	0.5		102	
	134	A	4	3.1	GL	A	4	0.009				
	135	A	4	3.1	GA	A						
	135	A	4	3.1	GL	A	3	0.008			103	
	135	A	4	3.1	GT	A	1	0.009				
	135	A	4	3.1	PCHC	M	1	0.2				
	136	B	4	3.1	PCHA	M			3	0.4		
	136	A	4	3.1	GL	A	4	0.01			104	
	136	A	4	3.1	GA	A		0.005				
	137	B	4	3.1	PCHC	A	3	0.6			105	
	138	B	4	3.1	GA	A		0.015				
	139	A	4	3.1	DI	A	3.1	1			106	En estas losas se encuentra un resalto
	139	B	4	3.1	DI	A	3.1	1				
	146	A	4	3.1	PCHC	A	4	3.1				
	146	A	4	3.1	PCHA	A	4	3.1			107	
	146	B	4	3.1	DI	A	4	3.1				
	147	A	4	3.1	GL	A	4	3.1				
	148	A	4	3.1	GL	A	4	3.1			108	
	147	B	4	3.1	DI	A	4	3.1				
	148	B	4	3.1	DI	A	4	3.1				
	149	A	4	3.1	PCHA	A	3	0.4				
	149	A	4	3.1	GB	A	1.5	1			109	
	149	B	4	3.1	DI	A	4	3.1				
	150	A	4	3.1	GL	A	4	0.009			110	
	151	A	4	3.1	GA	A		0.5			111	
	152	A	4	3.1	GL	A	4	0.07			112	
k0+948	155	B	3	3.1	GE	A	1.1	0.05			113	
	156	B	4	3.1	PCHA	A			1	1.8		
	156	A	4	3.1	PCHA	A			1	0.2	114	
	156	A	4	3.1	GA	B		0.003				
	158	B	4	3.1	GT	M	3.1	0.005				
	159	B	4	3.1	GL	A	4	0.05				
	159	B	4	3.1	PCHA	B			2	3.1	115	
	159	A	4	3.1	PCHA	B			2	0.2		
	160	B	4	3.1	PCHA	B			1	3.1		
	160	B	4	3.1	GB		3	3.1			116	
	160	A	4	3.1	GL	M	4	0.004				
	161	B	4	3.1	GL	M	3	0.003				
	161	B	4	3.1	PCHA	M			0.3	0.3	117	
	161	A	4	3.1	GL	B	4	0.002				
	163	B	4	3.1	GL	M	4	0.005				
	164	B	4	3.1	GL	M	4	0.005			118	
	166	B	4	3.1	GL	B	3	0.002				
	166	A	4	3.1	GT	M	3.1	0.005			119	
	166	B	4	3.1	GT	M	3.1	0.005				
	167	B	4	3.1	GE	A	1	0.01				
	168	B	4	3.1	PCHA	B			1.5	2.5	120	
	168	B	4	3.1	GB	A	2.5	3.1				
	168	A	4	3.1	GL	M	4	0.006				

(Continuación Tabla 2)

	170	A	4	3.1	PCHC	M			0.2	3.1	121	
	170	B	4	3.1	PCHC	M			0.2	3.1		
	170	B	4	3.1	GL	B	4	0.002				
	171	B	4	3.1	GL	B	4	0.002			122	
	171	B	4	3.1	GE	A	0.4	0.05				
k1+010	172	B	6	3.1	GA	A		0.02			123	
	174	A	4	3.1	PCHC	B			0.3	3.1		
	174	B	4	3.1	PCHC	B			0.3	3.1		desperfecto en la vija
k1+026.7	176	B	4	3.1	GE	A	0.5	0.015			125	
	177	B	4	3.1	GA	M		0.04			126	
	181	B	4	3.1	PCHC	B			1.5	2	127	
	182	B	4	3.1	PCHC	A			4	2		
	183	B	4	3.1	GT	A	3.1	0.04			128	
K1+080.6	186	B	4	3.1	GL	M	4	0.003				
	187	B	4	3.1	GL	M	4	0.003			129	
	188	B	4	3.1	GL	M	4	0.003				
	189	B	4	3.1	BCH	M		0.003			130	
	190	A	4	3.1	GT	A	3.1	0.02			131	
	191	B	4	3.1	GL	A	4	0.008				
	192	B	4	3.1	GL	A	4	0.008			132	
	193	B	4	3.1	GL	A	4	0.008				
	194	B	4	3.1	GL	A	4	0.008				
	191	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				
	192	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				
	193	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				
	194	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				
	195	A	4	3.1	GL	A	4	0.01			133	
	196	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				
k1+137.5	197	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				Reductor de velocidad
	198	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				
k1+146.1	199	A	4	3.1	GL	A	4	0.01				
	199	B	4	3.1	GA	A		0.015			134	
	201	A	4	3.1	GL	A	4	0.013			135	
	201	B	4	3.1	GL	A	4	0.009			136	
	202	A	4	3.1	PCHA	B			1.5	2.1		
	202	A	4	3.1	GL	M	2.5	0.005			137	
	203	A	4	3.1	PCHA	B			2.5	2.1		
	203	A	4	3.1	GL	M	1.5	0.005				
	203	B	4	3.1	GA	B		0.002			138	
K1+164.2	204	B	4	3.1	GL	A	2	0.01			139	
	205	B	4	3.1	GL	A	2	0.01				
	208	A	4	3.1	GA	A		0.01			140	
	221	A	4	3.1	PCHC	M			0.6	3.1	141	

(Continuación Tabla 2)

	221	B	4	3.1	PCHC	M			0.6	3.1		
	225	A	4	3.1	GA	A		0.05			142	
	226	A	4	3.1	GA	A		0.05				
	234	B	4	3.1	PCHC	B			1	1	143	
	236	B	4.5	3.1	PCHA	A			4.5	2.5	144	
K1+360.6	247	A	5	3.1	PCHC	A			0.6	3.1	145	
	247	B	5	3.1	PCHC	A			0.6	3.1		
	253	A	4	3.1	GB	A	4	3.1				
	253	A	4	3.1	PCHC	A			1.5	3.1	146	
	253	B	4	3.1	GB	A	4	3.1				
	253	B	4	3.1	PCHC	A			1.5	3.1		
	254	B	4	3.1	GA	A		0.02			147	
K1+422.5	262	A	4	3.1	PCHC	A			1	3.1		
	262	B	4	3.1	PCHC	A			1	3.1	148	
	263	B	4	3.1	PCHC	A			1	1.5		
	273	A	4.5	3.1	PCHC	A			0.6	3.1		
	273	A	4.5	3.1	GB	A	2.5	3.1			149	
	273	B	4.5	3.1	PCHC	A			0.6	3.1		
TRAMO 2	K1+476	Se finaliza el recorrido en sentido Kennedy - libaré, se traslada el "K" iniciando en el parque de Kennedy, sentido Kennedy - Alfonso López										
	k1+476				PCHA						150	inicia parcheo
	k1+535				PCHA							finaliza parche en asfalto
	274	B	4	3.1	GL	M	4	0.005			151	
	276	A	4	3.1	GB	A	4	3.1				
	276	B	4	3.1	GB	A	4	3.1			152	
	276	B	4	3.1	PCHA	A			4	3.1		
K1+569	280	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6	153	
	280	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	281	A	6	3.1	GL	A	6	0.01				
	281	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6	154	
	281	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	282	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	282	B	6	3.1	GB	A	6	3.1			155	
	282	A	6	3.1	GL	A	6	0.01				
	283	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	283	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	284	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6	156	
	284	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	285	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	285	B	6	3.1	GB	A	6	3.1			157	
	286	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	286	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	287	B	6	3.1	PCHA	M			6	1.5	158	
	288	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	288	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	289	B	6	3.1	PCHA	A			6	1.5	159	
	289	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	290	B	6	3.1	PCHA	A			1.5	1.5		
	290	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	291	B	6	3.1	PCHA	A			3	1.5		
	291	B	6	3.1	GB	A	6	3.1			160	
	291	A	6	3.1	GE	M	0.3	0.01				
	292	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	293	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6	161	
	294	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	295	B	6	3.1	PCHA	M			5	1.5	162	
	296	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		

(Continuación Tabla 2)

	297	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6		
	298	B	6	3.1	PCHC	A			0.3	6	163	
	298	B	6	3.1	PCHA	B			1	1		
	299	B	6	3.1	PCHA	B			1.5	1		
	300	B	6	3.1	PCHC	M			0.3	6	164	
	301	B	6	3.1	PCHC	M			0.3	6		
	301	B	6	3.1	PCHA	B			1.5	1		
	301	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			165	
	302	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	302	A	6	3.1	PCHC	M			0.3	3.1		
	302	B	6	3.1	PCHA	B			1.5	1		
	302	B	6	3.1	PCHC	M			0.3	3.1		
	303	B	6	3.1	PCHA	B			0.3	6		
	304	B	6	3.1	PCHA	B			0.4	6		Tapa de alcantarillado rodeado con parche en asfalto
	304	B	6	3.1	GB	A	6	3.1			166	
	305	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	305	B	6	3.1	PCHA	A			2	6		
	306	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	306	B	6	3.1	PCHA	A			2	6		
	306	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	307	B	6	3.1	PCHA	A			6	3.1		
	307	A	6	3.1	GL	B	6	0.005			167	
	308	B	6	3.1	PCHA	A			6	3.1		
	308	A	6	3.1	GL	B	6	0.005				
	309	B	6	3.1	PCHC	M			0.3	6		
	310	B	6	3.1	PCHC	M			0.3	6	168	
	311	B	6	3.1	PCHC	M			0.3	6		
	312	B	6	3.1	PCHC	M			0.3	6		
	313	B	6	3.1	PCHA	A			6	2	169	
	314	B	6	3.1	PCHA	A			5	3.1		
K1+795	319	A	6	3.1	LEL	M	6	0.5				
	320	A	6	3.1	LEL	M	6	0.5			170	
	321	A	6	3.1	LEL	M	6	0.5				
	322	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	323	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			171	
K1+822.5	324	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	324	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	324	B	6	3.1	PCHA	A			2	6	172	
	325	B	6	3.1	PCHA	A			0.5	3.1		
	325	A	6	3.1	PCHA	A			0.5	3.1		
K1+849.7	328	B	6	3.1	PCHA	A			0.5	6		
	329	B	6	3.1	PCHA	A			0.5	6	173	
	330	B	6	3.1	PCHC	B			1	6		
	331	A	6	3.1	GL	A	6	0.02			174	
	331	A	6	3.1	GT	A	1.5	0.015				
	332	A	6	3.1	GT	A	3.1	0.02				
	333	B	6	3.1	PCHC	B			0.3	6		
	334	B	6	3.1	PCHC	B			0.3	6		
	335	B	6	3.1	PCHC	B			0.3	6	175	
	336	B	6	3.1	PCHA	A			1.5	6		
	337	B	6	3.1	PCHA	A			1.5	6		
	331	A	6	3.1	GL	M	6	0.006				
	338	B	6	3.1	PCHA	A			3.1	6		
	339	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	339	B	6	3.1	PCHA	A			3.1	6	176	
	340	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				

(Continuación Tabla 2)

	340	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			170	
	340	B	6	3.1	PCHA	A			3.1	6		
	343	A	6	3.1	GL	M	6	0.006				
	343	B	6	3.1	PCHA	A			3.1	6		
	343	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	344	A	6	3.1	LEL	M	6	0.5			177	
	344	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	344	B	6	3.1	PCHA	A			0.6	6		
	344	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	351	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	351	A	6	3.1	PCHA	A			0.6	6		
	351	B	6	3.1	GT	M	3.1	0.005			178	
	352	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	352	A	6	3.1	PCHA	A			0.6	6		
	352	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	352	B	6	3.1	PCHA	A			2.8	5		
	353	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	353	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	354	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			179	
	354	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	355	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	355	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	364	A	6	3.1	PCHA	A			0.3	3	180	
	365	A	6	3.1	PCHA	A			0.3	6		
	366	A	6	3.1	GA	A		0.03				
	366	A	6	3.1	PCHA	A			0.3	6		
	366	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	373	A	6	3.1	PCHA	A			1	3.1		
	373	B	6	3.1	PCHA	A			1	3.1		
	374	A	6	3.1	PCHA	M			0.5	3.1		
	374	B	6	3.1	PCHA	M			1	3.1	181	
	374	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	375	B	6	3.1	PCHA	A			1	0.5		
	375	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	375	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	376	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	376	A	6	3.1	PCHA	A			1.5	1.5		
	376	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	377	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	377	B	6	3.1	PCHA	A			1.5	1.5		
	377	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	378	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			182	
	378	B	6	3.1	PCHA	M			3	3.1		
	378	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	379	A	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	379	B	6	3.1	PCHC	M			0.5	6		
	K2+250	379	B	6	3.1	GB	A	6	3.1			
	380	B	6	3.1	PCHA	A			0.1	3.1		
	380	B	6	3.1	PCHC	M			0.5	6		
	393	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	393	B	6	3.1	PCHC	M			0.5	6		
	394	A	6	3.1	GB	A	6	3.1			183	
	394	B	6	3.1	GB	A	6	3.1				
	394	B	6	3.1	PCHC	M			0.5	6		
	395	A	2	3.1	GT	A	3.1	0.02			184	
	K2+234.8	395	B	2	3.2	GB	A	2	3.1			

Fuente: Los Autores de la investigación

11. Análisis de resultados

Tabla 3.

Tabla cuadro de daños Iglesia San Antonio de Padua hasta C. interpretación ambiental de la CARDER y desde CAI de Kennedy hasta la Iglesia San Antonio de Padua

TRAMOS	PR INICIAL	PR FINAL	Nº DE PLACAS CONSTRUIDAS	TOTAL PLACAS AFECTADAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS EN EL TRAMO
T1	K0+000	K1+476	273	238	60%	87%
T2	K1+476	K2+234.8	122	117	30%	96%
TOTAL			395	355	90%	

Fuente: Los Autores de la investigación

En la tabla anterior, se observa que de las 395 placas construidas (placas A y placas B), hay 355 placas que presentan algún tipo de daño, esto equivale al 90% de las placas construidas. También se puede observar que el tramo con mayor grado de deterioro o daños presentes es el número 1, teniendo un porcentaje del 60% de placas afectadas con respecto al total de las placas construidas.

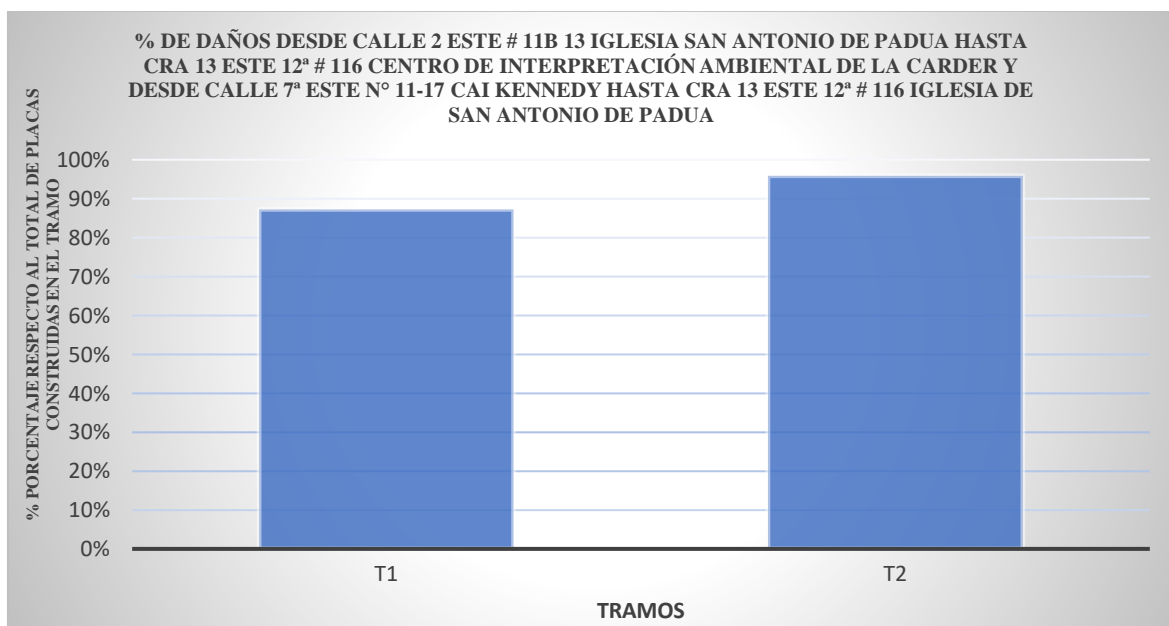


Figura 1. % de daños Iglesia San Antonio de Padua hasta el C. Interpretación Ambiental y desde CAI Kennedy hasta Iglesia de San Antonio de Padua (Fuente: Los Autores de la investigación)

Se evidencia en la figura 1, que en el tramo 1 se tiene un porcentaje de daño del 87% en 273 losas, en el tramo 2 de un 96% en 122 losas, por lo tanto, se tiene un deterioro o daño superior al 50%, lo cual indica que requiere de una reparación correctiva de las losas para su buen funcionamiento.

11.1. Cálculo de afectación en función del área dañada

Según el Manual de Inspección Visual de Pavimentos Rígidos, INVIAS; el área de cada tramo o calle se calculará multiplicando el ancho total de la calzada, no se debe incluir bermas. El área anteriormente calculada se utilizará para conocer el porcentaje de afectación de cada tramo.

Tabla 4.

Área afectada-severidad baja

SEVERIDAD BAJA		
AREA TOTAL (m2)		13959.3
TRAMO	AREA AFECTADA	% FRENTE AL AREA TOTAL
T1	3251.28	23%
T2	212.04	2%
TOTAL	3463.32	25%

Fuente: Los Autores de la investigación

Tabla 5.

Área afectada- severidad media

SEVERIDAD MEDIA		
AREA TOTAL (m2)		13959.3
TRAMO	AREA AFECTADA	% FRENTE AL AREA TOTAL
T1	2959.59	21%
T2	415.38	3%
TOTAL	3374.97	24%

Fuente: Los Autores de la investigación

Tabla 6.
Área afectada-severidad alta

SEVERIDAD ALTA		
AREA TOTAL (m2)		13959.3
TRAMO	AREA AFECTADA	% FRENTE AL AREA TOTAL
T1	2976.94	21%
T2	1387.55	10%
TOTAL	4364.49	31%

Fuente: Autores de la investigación

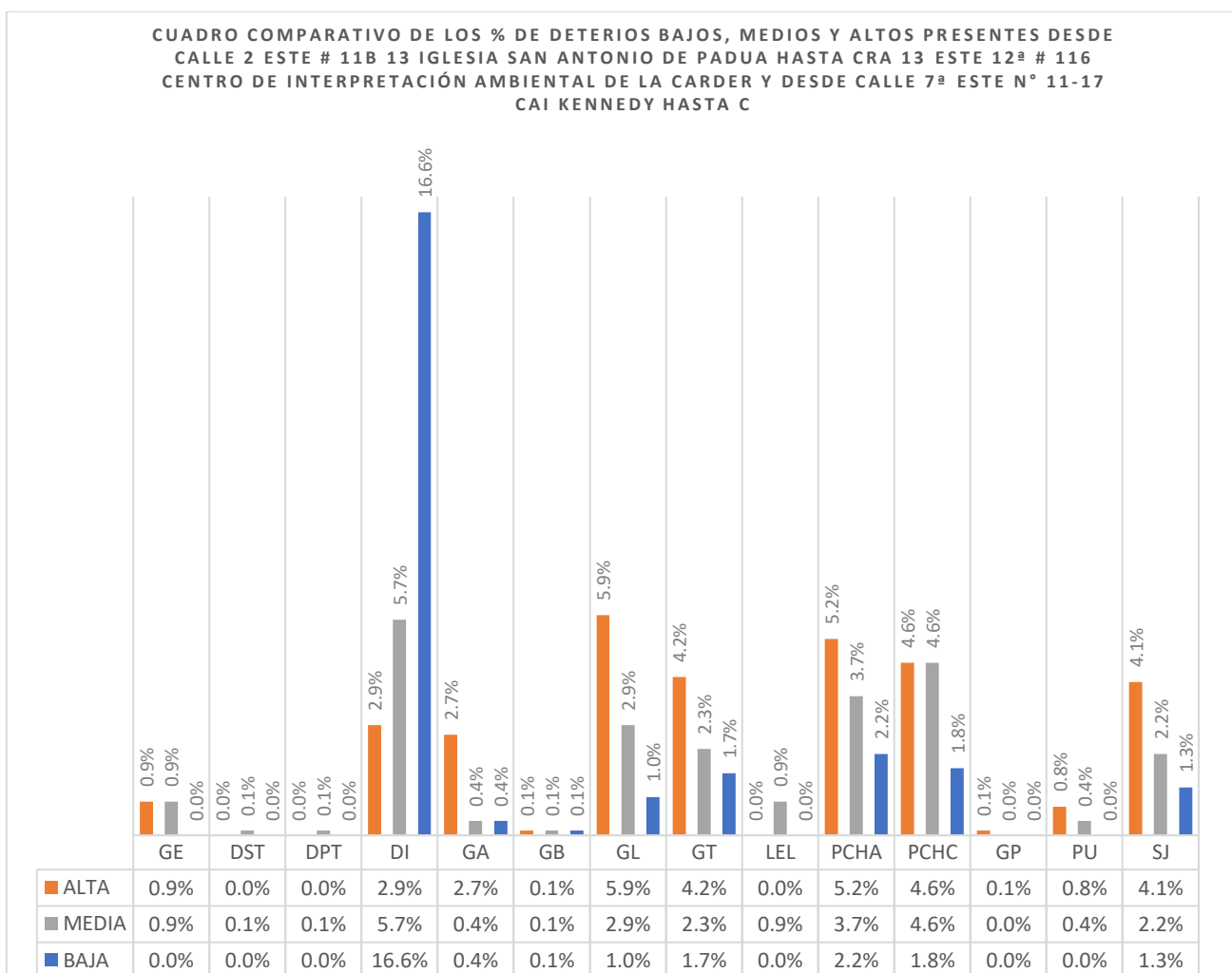


Figura 2. Cuadro comparativo de los % de deterioros bajos, medios y altos presentes desde la Iglesia San Antonio de Padua hasta el C. Interpretación Ambiental y desde CAI Kennedy hasta Iglesia de San Antonio de Padua (Fuente: Los Autores de la investigación)

Tabla 7.
Áreas de reparación por tramos

TRAMO	AREA TOTAL (m2)	AREA DE REPARACIÓN (m2)	% DE REPARACIÓN
T1	9647.82	9187.80	95%
T2	4311.48	2014.98	47%

Fuente: Los Autores de la investigación.



Figura 3. Área de reparación por tramos (Fuente: Los Autores de la investigación)

Como se puede evidenciar en la figura 3, el tramo con mayor presencia de daños es el número 1, puesto que el 95% del área necesita intervención y mantenimiento; esto con el fin de generar mayor seguridad y comodidad para el usuario en el momento de transitar por esta avenida.

12. Registro fotográfico de algunos daños presentes en el pavimento rígido



Figura 4. Pulimiento, severidad media (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 5. Grietas en bloque, deterioro superficial pulimiento, severidad alta (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 6. Parches, grietas transversales y longitudinales, severidad media y baja (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 7. Superficial levantamiento localizado longitudinal, grietas transversales (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 8. Levantamiento de placas (Fuente: Los Autores de la investigación)

En la figura 8 se muestra el levantamiento de la placa de pavimento producida por los árboles que se encuentran en los separadores, esto se debe a que este tipo de árbol no debe ser plantado cerca de una vía ya que su raíz progresivamente va a buscar más espacio.



Figura 9. Deterioro levantamiento localizado longitudinal, grietas en bloque (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 10. Longitudinales y transversales (Fuente: Los Autores de la investigación)

13. Tránsito

Para conocer la demanda vehicular se realiza un aforo, con el cual se pretende conocer el volumen o cantidad de vehículos que transitan por la zona. El conteo vehicular se llevó a cabo durante un día de la semana (martes), ya que es un día donde hay un flujo vehicular significativo por las fábricas y barrios aledaños.

Dicho aforo se realizó en el puente peatonal ubicado en la Avenida Santander junto al CAI, la metodología implementada fue contar los vehículos que bajan por la iglesia de San Antonio de Padua (Ilustración 31) y los que vienen con sentido Florida-Pereira (Ilustración 32).



Ilustración 34. Localización conteo, sentido Iglesia de San Antonio de Padua hacia la Florida
Fuente: Google Maps



Ilustración 35. Localización conteo, sentido Florida- Iglesia San Antonio de Padua
Fuente: Google Maps

A continuación, se anexa el formato utilizado para registrar el conteo:

FORMATO - VOLUMENES VEHICULARES				
FECHA: (DMA) _____				
Localización _____				
MOVIMIENTO <input type="text"/>				
Condición clima _____				
Aforador _____				
Inspector _____				
PERIODO: 15min	AUTO	BUS	MOTO	CAMION-PESADOS

Pag. 1 de 3

Ilustración 36. Formato conteo vehicular

Se registra el conteo total, el cual se realizó desde las 11:15 am hasta las 15:00 pm, con un intervalo de 15 minutos. A continuación, se utiliza el factor de conversión ADES, con el fin de unificar todos los tipos de vehículos en una sola clasificación y poder encontrar la composición vehicular y tráfico promedio diario (TPD) que circulan en este punto.

Tabla 8.

Tabla Factores de conversión ADES

ADES	
Auto	1
Bus	2
Moto	0.5
Camión	2.2

Fuente: Los Autores de la investigación

13.1. Resultados Estudio de Transito

Tabla 9.

Datos conteo vehicular

Hora Inicial	Hora Final	Conteo Sentido Iglesia-CARDER (Movimiento 1)					Conteo Sentido CARDER- Iglesia (Movimiento 2)				
		AUTO	BUS	MOTO	CAMION-PESADOS	TOTAL ADES	AUTO	BUS	MOTO	CAMION-PESADOS	TOTAL ADES
11:15	11:30	36	7	38	8	87	39	3	34	5	73
11:30	11:45	49	8	52	4	100	46	7	30	6	88
11:45	12:00	47	4	42	2	80	36	8	25	3	71
12:00	12:15	83	5	33	4	118	40	3	44	4	77
12:15	12:30	67	1	57	12	124	52	7	36	7	99
12:30	12:45	46	9	45	2	91	41	7	39	8	92
12:45	13:00	44	3	33	11	91	41	4	47	9	92
13:00	13:15	46	6	36	3	83	58	4	44	5	99
13:15	13:30	48	8	37	4	91	53	6	39	3	91
13:30	13:45	37	6	59	1	81	51	3	51	2	87
13:45	14:00	29	5	17	9	67	67	5	54	2	108
14:00	14:15	35	6	34	4	73	49	6	74	5	109
14:15	14:30	42	4	38	5	80	43	4	66	4	93
14:30	14:45	37	3	32	3	66	34	5	52	3	77
14:45	15:00	29	5	30	5	65	53	3	60	4	96
		AUTO	BUS	MOTO	CAMION-PESADOS		AUTO	BUS	MOTO	CAMION-PESADOS	
	TOTAL	675	80	583	77		703	75	695	70	

Fuente: Los Autores de la investigación

Tabla 10.

Conteo vehicular total

Total Conteo Vehicular						
Hora Inicial	Hora Final	AUTO	BUS	MOTO	CAMION-PESADOS	Total ADES
11:15	11:30	75	10	72	13	160
11:30	11:45	95	15	82	10	188
11:45	12:00	83	12	67	5	152
12:00	12:15	123	8	77	8	195
12:15	12:30	119	8	93	19	223
12:30	12:45	87	16	84	10	183
12:45	13:00	85	7	80	20	183
13:00	13:15	104	10	80	8	182
13:15	13:30	101	14	76	7	182
13:30	13:45	88	9	110	3	168
13:45	14:00	96	10	71	11	176
14:00	14:15	84	12	108	9	182
14:15	14:30	85	8	104	9	173
14:30	14:45	71	8	84	6	142
14:45	15:00	82	8	90	9	163
		AUTO	BUS	MOTO	CAMION-PESADOS	
	TOTAL	1378	155	1278	147	2958
	TOTAL(%)	46.59	5.24	43.20	4.97	100

Fuente: Los Autores de la investigación

En la tabla 4, se evidencia que en el periodo de tiempo en el que hay mayor circulación vehicular es entre las 12:15 y 12:30 (hora pico), con un valor de ADES de 223 vehículos.

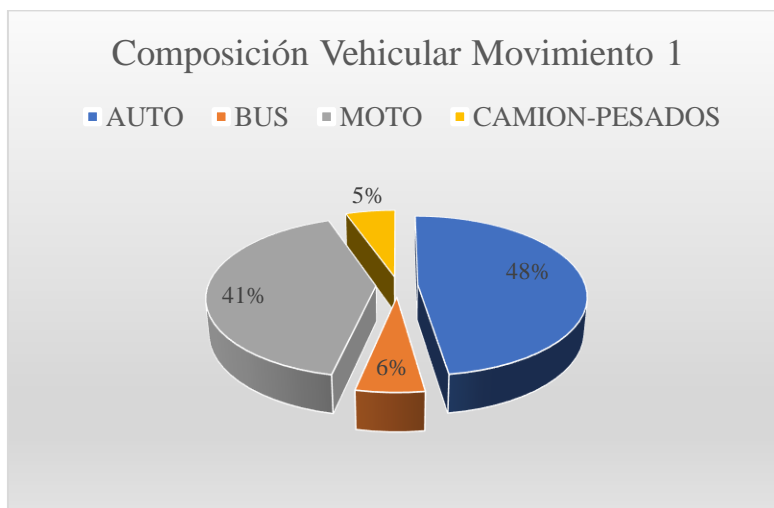


Figura 11. Porcentaje vehicular en el movimiento 1 (Fuente: Los Autores de la investigación)

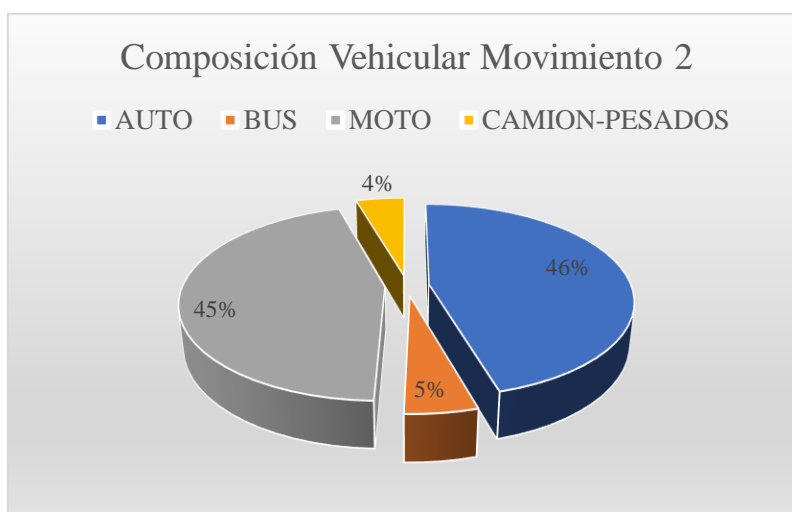


Figura 12. Porcentaje vehicular movimiento 2 (Fuente: Los Autores de la investigación)

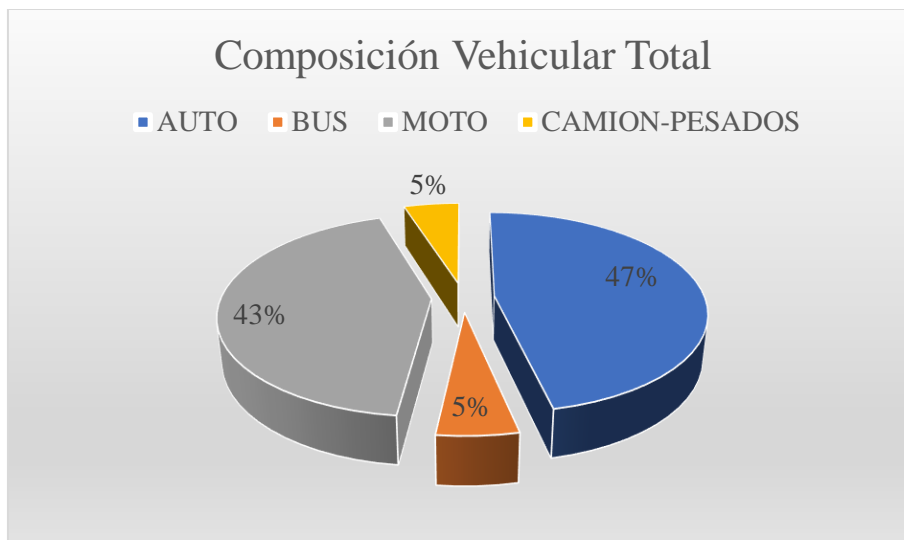


Figura 13. Porcentaje vehicular total (Fuente: Los Autores de la investigación)

En cuanto a la composición vehicular, el 90% de los vehículos que transitan por la vía inspeccionada corresponde a automóviles (47%) y motos (43%).

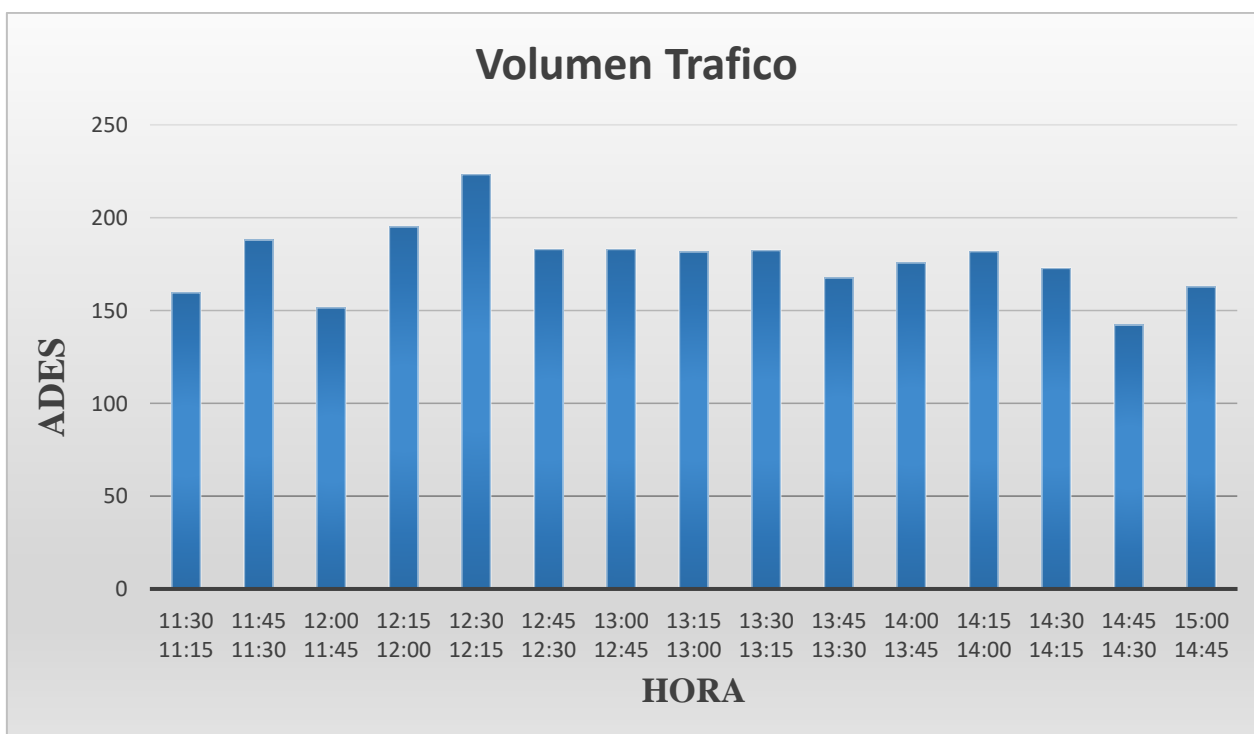


Figura 14. Volumen tráfico (Fuente: Los Autores de la investigación).

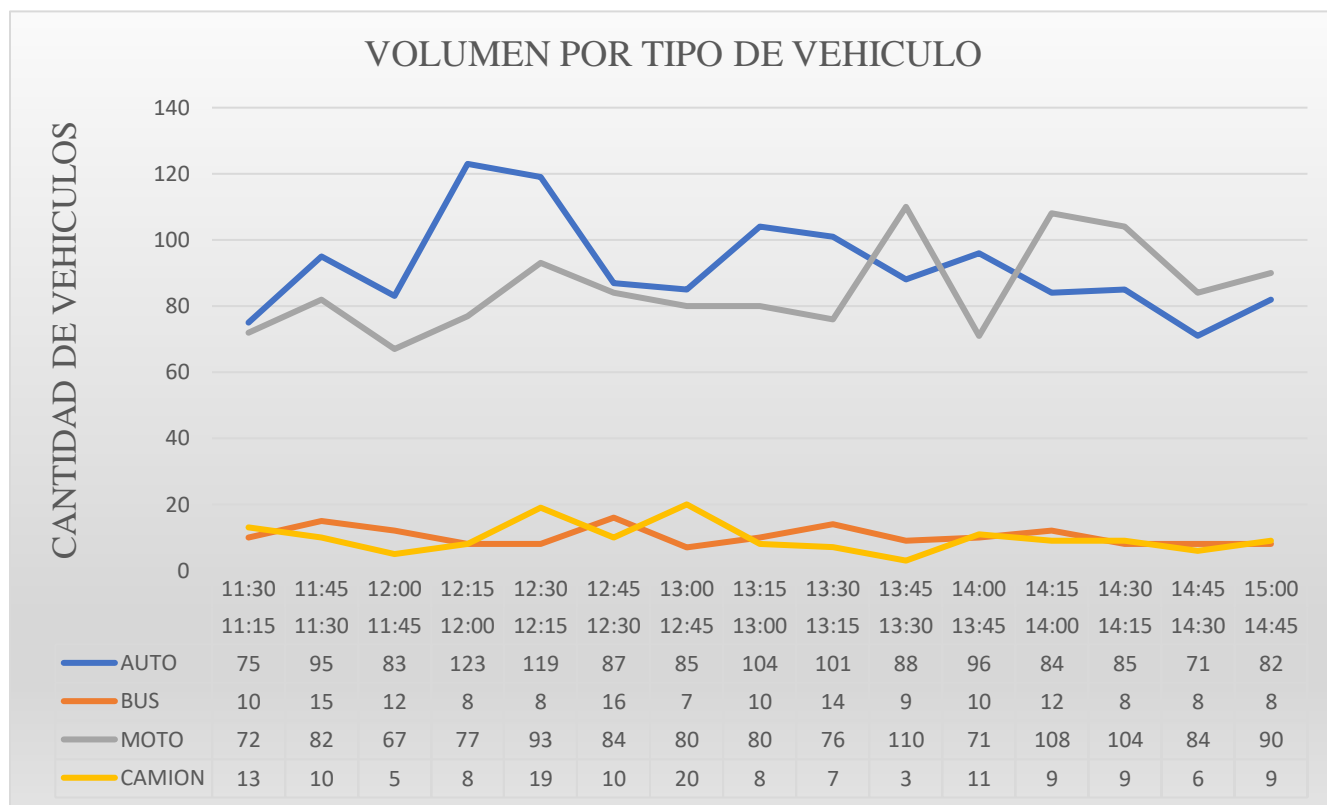


Figura 15. Volumen por tipo de vehículo (Fuente: Los Autores de la investigación)

14. Movilidad

Zona destinada a la circulación peatonal, conformada por las franjas de amoblamiento y de circulación peatonal, tales como andenes, senderos y alamedas (Elementos, objetos y construcciones destinados a la utilización, disfrute, seguridad y comodidad de las personas y al ornato del espacio público). (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

La dimensión mínima de la franja de circulación peatonal de los andenes será de 1.20 metros, cuando se contemple arborización y 0.70 metros sin arborización. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, pág. 4).

Durante la inspección se identificó un problema de movilidad para los peatones, no se cuenta con un espacio exclusivo para su circulación, por lo que constantemente deben invadir el carril vehicular.

A continuación, se muestra el estado actual de la vía peatonal en la Avenida Santander.



Figura 16. Tramo sin andén para el peatón (Fuente: Los Autores de la investigación)

En la figura 16, se observa que no hay paso destinado para el peatón, las condiciones actuales son favorecidas para el ingreso y parqueo de vehículos particulares y de transporte de alimentos.



Figura 17. Inicio andén peatonal (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 18. Variación ancho del andén (Fuente: Los Autores de la investigación)

En la figura 18 se muestra el inicio del andén (el cual no está en buenas condiciones) y a su vez hay una notable variación en el ancho de este debido a la maleza que se ha ido expandiendo por el lugar. Al lado izquierdo es notorio el daño producido por la socavación de las raíces de los árboles a la malla vía, la cual se ha ido levantando progresivamente.



Figura 19. Entrada vivienda (Fuente: Los Autores de la investigación)

Los mismos usuarios no ayudan con la conservación de los pasos peatonales, como se muestra en la figura 15 la entrada a la vivienda fue condicionada de manera rustica.

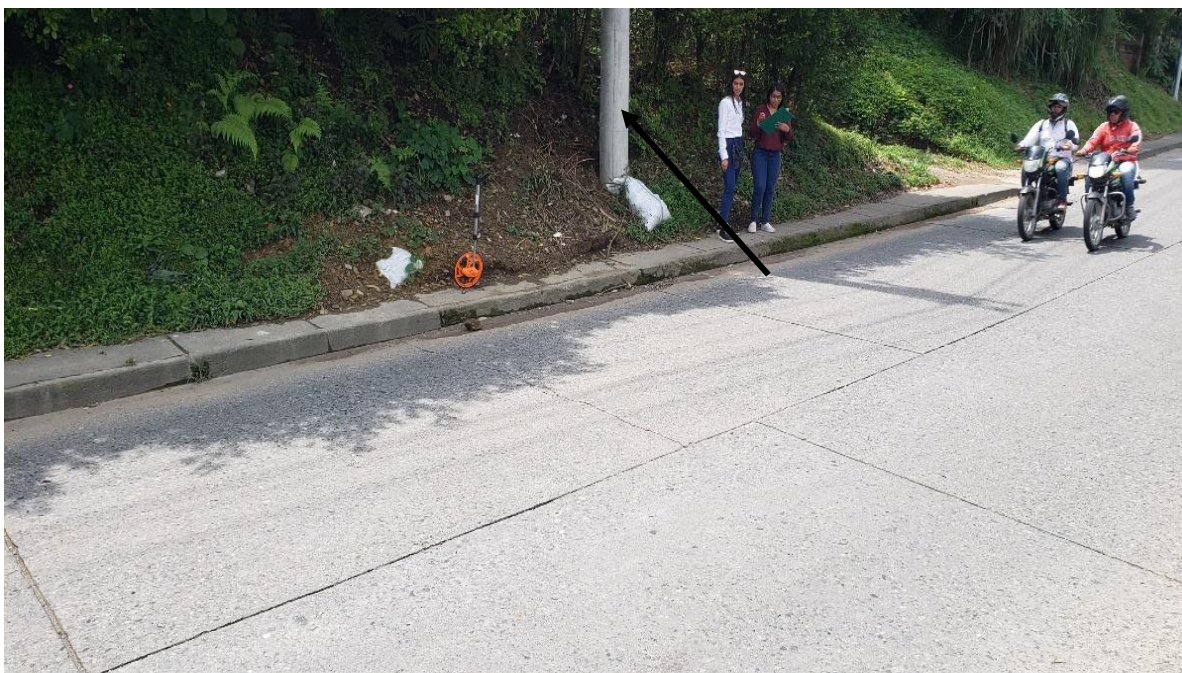


Figura 20. Disminución ancho andén (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 21. Termina andén peatonal (Fuente: Los Autores de la investigación)

A medida que se avanza en la inspección, a su vez el andén va disminuyendo y se encuentran zonas con varias situaciones como: postes de luz obstruyendo el paso peatonal disminuyendo aún más el ancho de este (figura 20 y 21), estos puntos se vuelven un lugar de acopio de escombros y las raíces de los árboles no solo tapan por completo el andén, también empiezan a afectar la malla vial.



Figura 22. Vivienda cerca al borde de la vía (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 23. Estacionamiento de vehículos en andenes (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 24. Postes de energía ubicados en el andén (Fuente: Los Autores de la investigación)

15. Señalización

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada con miras a garantizar su seguridad, fluidez, orden y comodidad. En efecto, a través de la señalización se indica a los actores del tránsito la forma correcta y segura de circular por las vías, evitar riesgos, facilitar la circulación y optimizar los tiempos de viaje.

Para considerar que una señal de tránsito está cumpliendo con su objetivo, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Debe ser necesaria
- b. Debe ser visible y llamar la atención
- c. Debe ser legible y fácil de entender
- d. Debe dar tiempo suficiente al actor de tránsito para responder adecuadamente
- e. Debe infundir respeto
- f. Debe ser creíble

Según el Manual de Señalización Vial 2015, toda vía debe contar con:

- Señalización vertical: Este tipo de señal tiene como función reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. No se debe instalar un número excesivo de señales para evitar la contaminación visual.
- Señalización horizontal o demarcación: Al igual que las señales verticales, se emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad vial y la gestión de tránsito.

Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los conductores.

La zona inspeccionada carece de este tipo de señalización vial, un ejemplo es que no cuenta con señales preventivas o informativas y no existe ninguna demarcación de carril o disminución de velocidad en los tramos donde hay una reducción de calzada. (Manual de Señalización Vial , 2015)



Figura 25. Demarcación horizontal y vertical (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 26. Falta de señalización vial (Fuente: Los Autores de la investigación)

Actualmente esta vía no cuenta con ningún tipo de señalización ni demarcación de calzada, por lo que no existe algún tipo de restricción, la cual es muy necesaria puesto que los vehículos transitan a altas velocidades.



Figura 27. Inicio reducción de calzada (Fuente: Los Autores de la investigación)



Figura 28. Reducción de calzada, señalización vertical (Fuente: Los Autores de la investigación)

No se da aviso al conductor sobre la reducción de la calzada, tampoco hay alguna señal de disminución de velocidad antes de llegar al instituto educativo.

16. Presupuesto

DAÑOS DE DISEÑO		CONCRETOS (Kg/Cm2)		CALCULO DE ESPESORES (Cm)		
CRB (%)	7.0%	MR 3	42	MR	42 Kg/Cm2	45 Kg/Cm2
CLASE	S3	MR 4	45	SN	24	23
TPD	2958			BG	23	22
Camion Pesado	4.97%			BEC	21	20
FC	4.97					
N ejes equivalentes	8526804.597					
TIPO	T3					

Ilustración 37. Datos de diseño
Fuente: Los Autores de la investigación

ALTERNATIVA	SOPORTE	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	ESPESOR DE LOSA (Cm)	BARRAS DE TRANSFERENCIA			BARRAS DE AMARRE		
				Ø (mm)	L (mm)	e (mm)	Ø (mm)	L (mm)	e (mm)
1	SN	MR 42	24	32	450	300	12.7	600	800
2	SN	MR 45	23	29	400	300	12.7	600	800
3	BG 15Cm	MR 42	23	29	400	300	12.7	600	800
4	BG 15Cm	MR 45	22	29	400	300	12.7	600	800
5	BEC 15 Cm	MR 42	21	29	400	300	12.7	600	900
6	BEC 15 Cm	MR 45	20	25	350	300	12.7	600	900

Ilustración 38. Acero
Fuente: Los Autores de la investigación

DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO 1						
MATERIAL	LARGO VIA (m)	ANCHO VIA (m)	ESPESOR (m)	CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	TOTAL
Pavimento $M_r=4.2$ Mpa Premezclado (m3)	2234.8	6.2	0.24	3325.3824	\$480,231.00	\$1,596,951,715.33
SN	2234.8	6.2	--	--	--	--
TOTAL						\$1,596,951,715.33
DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO 2						
MATERIAL	LARGO VIA (m)	ANCHO VIA (m)	ESPESOR (m)	CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	TOTAL
Pavimento $M_r=4.5$ Mpa Premezclado (m3)	2234.8	6.2	0.23	3186.8248	\$507,686.00	\$1,617,906,335.41
SN	2234.8	6.2	--	--	--	--
TOTAL						\$1,617,906,335.41
DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO 3						
MATERIAL	LARGO VIA (m)	ANCHO VIA (m)	ESPESOR (m)	CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	TOTAL
Pavimento $M_r=4.2$ Mpa Premezclado (m3)	2234.8	6.2	0.23	3186.8248	\$480,231.00	\$1,530,412,060.53
BG 15 Cm	2234.8	6.2	0.15	2078.364	\$88,171.00	\$183,251,432.24
TOTAL						\$1,713,663,492.77
DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO 4						
MATERIAL	LARGO VIA (m)	ANCHO VIA (m)	ESPESOR (m)	CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	TOTAL
Pavimento $M_r=4.5$ Mpa Premezclado (m3)	2234.8	6.2	0.22	3048.2672	\$507,686.00	\$1,547,562,581.70
BG 15 Cm	2234.8	6.2	0.15	2078.364	\$88,171.00	\$183,251,432.24
TOTAL						\$1,730,814,013.94
DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO 5						
MATERIAL	LARGO VIA (m)	ANCHO VIA (m)	ESPESOR (m)	CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	TOTAL
Pavimento $M_r=4.2$ Mpa Premezclado (m3)	2234.8	6.2	0.21	2909.7096	\$480,231.00	\$1,397,332,750.92
BEC 15 Cm	2234.8	6.2	0.15	2078.364	\$95,128.00	\$197,710,610.59
TOTAL						\$1,595,043,361.51
DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO 6						
MATERIAL	LARGO VIA (m)	ANCHO VIA (m)	ESPESOR (m)	CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	TOTAL
Pavimento $M_r=4.5$ Mpa Premezclado (m3)	2234.8	6.2	0.2	2771.152	\$507,686.00	\$1,406,875,074.27
BEC 15 Cm	2234.8	6.2	0.15	2078.364	\$95,128.00	\$197,710,610.59
TOTAL						\$1,604,585,684.86

Ilustración 39. Presupuesto pavimento rígido
Fuente: Los Autores de la investigación

ANDEN						
MATERIAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	TOTAL
Anden C 20.7 Mpa E=.10M	300	1.5	0.1	45	\$50,255.00	\$2,261,475.00

ACERO BARRAS DE TRANSFERENCIA DE DIAMETRO 32mm PARA 2234,8 m						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO ACERO (Kg/m3)	VOLUMEN ACERO (m3)	PESO (Kg)	CANTIDAD DE BARRAS	PRECIO (Kg)	TOTAL
Acero Fy = 60.000 psi d>1/4" puesto en obra	7850	0.000361911	2.841005068	3906	\$2,412.00	\$ 26,765,881.50

ACERO BARRAS DE TRANSFERENCIA DE DIAMETRO 29mm PARA 2234,8 m						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO ACERO (Kg/m3)	VOLUMEN ACERO (m3)	PESO (Kg)	CANTIDAD DE BARRAS	PRECIO (Kg)	TOTAL
Acero Fy = 60.000 psi d>1/4" puesto en obra	7850	0.000297234	2.333286389	3906	\$2,412.00	\$ 21,982,525.73

ACERO BARRAS DE TRANSFERENCIA DE DIAMETRO 25mm PARA 2234,8 m						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO ACERO (Kg/m3)	VOLUMEN ACERO (m3)	PESO (Kg)	CANTIDAD DE BARRAS	PRECIO (Kg)	TOTAL
Acero Fy = 60.000 psi d>1/4" puesto en obra	7850	0.000220893	1.734011883	3906	\$2,412.00	\$ 16,336,597.60

ACERO BARRAS DE AMARRE DE DIAMETRO 17,5mm PARA 2234,8 m						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO ACERO (Kg/m3)	VOLUMEN ACERO (m3)	PESO (Kg)	CANTIDAD DE BARRAS	PRECIO (Kg)	TOTAL
Acero Fy = 60.000 psi d>1/4" puesto en obra	7850	0.000144317	1.132887763	4650	\$2,412.00	\$ 12,706,242.58

Ilustración 40. Presupuesto andén.
Fuente: Los Autores de la investigación

17. Conclusiones

- Según los datos obtenidos, se observa que de las 395 placas construidas (placas A y placas B), hay 355 placas que presentan algún tipo de daño, esto equivale al 90% de las placas construidas; lo que indica que en el sector no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento efectivo previo al estudio. Por lo tanto, se requiere de una reparación correctiva de las losas para su buen funcionamiento, por esto es necesario intervenir los tramos en su mayoría.
- El tramo con mayor grado de deterioro es el tramo número 1, teniendo un porcentaje de daño del 60% de placas afectadas con respecto al total de las placas construidas (395). Y un porcentaje de daño del 87% con respecto a las 273 losas de dicho tramo. Además, se evidencia ausencia de andenes adecuados para la circulación de los peatones, con una longitud de 300m que requiere construirse. El área que debe ser intervenida corresponde al 95% con respecto a su área total.
- Los daños más representativos en los tramos 1 y 2 son los siguientes: DI en severidad media con el 5.7% y baja con el 16.8% presente en la mayoría de ambos tramos, GL en severidad alta con el 5.9%, GT en severidad alta con el 4.2%, PCHA en severidad alta con el 5.2%, PCHC en severidad alta con el 4.6% y en severidad media con el 4.6%, y finalmente SJ en severidad alta con el 4.1%. Todos los porcentajes son con respecto a la totalidad de los tramos 1 y 2.

- Según los datos obtenidos, en el tramo 2 se evidencia un deterioro del 96% con respecto a las 122 losas de dicho tramo, por lo tanto, se tiene un deterioro o daño superior al 50% por lo que también es necesario intervenir la zona afectada.
- En cuanto a la composición vehicular, el 90% de los vehículos que transitan por la vía inspeccionada corresponde a automóviles (47%) y motos (43%). El 10% a buses (5%) y camiones (5%) lo que indica que el tráfico de estos dos es igual, por lo tanto, la incidencia de camiones pesados es alta con respecto al transporte público.
- Según los datos arrojados por el aforo vehicular, se permite identificar que la hora en la que transitan más vehículos en la zona de estudio, se encuentra entre las 12:15 y 12:30 del medio día, representando la hora pico.

18. Recomendaciones

- Se recomienda realizar la sustitución del pavimento deteriorado y en mal estado por uno nuevo de manera que se logre una mejor circulación de los vehículos, además de la adecuación de los andenes donde no se encuentran presentes y dificultan el paso peatonal.
- Mejorar la señalización vertical y horizontal, ya que ésta es muy reducida o nula en algunos trayectos.
- Hacer mantenimientos preventivos con mayor regularidad para mantener en buen estado el nuevo pavimento que se vaya a construir.

19. Referencias bibliográficas

Arkiplus. (s.f.). *Arkiplus articulos*. Obtenido de <http://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento>

Celis, G. (s.f.). *Construcción y Tecnología en Concreto*. Obtenido de

<http://www.imcyc.com/revistacyt/sep11/arthistorico.html>

Especificar. (s.f.). *Registro técnico de materiales*. Obtenido de

<http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/Pavimentos.pdf>

Francisco, L. B. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento*.

Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>

Ing. Miguel Sánchez Mejía. (2018). *Diseño de Pavimentos Rígidos. Diseño de pavimentos,*

Palacio de Minería, Educación continua y a distancia de la Facultad de Ingeniería.

México.

Manual de Señalización Vial. (9 de Julio de 2015). Obtenido de

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3825-manual-de-senalizacion-vial-2015>

Martinez, R. (31 de Marzo de 2013). *El Tránsito Promedio Diario Anual*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/doc/133290368/El-Transito-Promedio-Diario-Anual>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (11 de Marzo de 2010). *Ministerio de Ambiente*. Obtenido de

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_0798_2010.pdf

Ministerio de Transporte Institucional Nacional de Vías. (Octubre de 2006). *INVIAS*. Obtenido

de *Manual para la Inspección visual de Pavimentos Rígidos:*

<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

Rama, F. (s.f.). *Historia de los pavimentos urbanos*. Obtenido de Articulos carreteras :

http://www.franciscorama.com/docs/conservacion_historia.pdf