

Estudio Patológico y de Metodología para la intervención de la estructura de pavimento
rígido de la malla vial en el municipio de Iquira - Huila.

Ing. Isaías Vargas González

Ing. Jorge Leonardo Villegas

Trabajo de grado como requisito para optar al título de patólogo de la Construcción

Universidad Santo Tomás, Bogotá

Decanatura de división abierta y a distancia

Especialización en Patología de la construcción

2023.

Tabla de contenido

1. Introducción	3
2. Planteamiento del problema	4
3. Justificación.....	5
4. Objetivos	7
4.1 Objetivo General	7
4.2 Objetivos Específicos.....	7
5. Antecedentes	8
6. Marco referencial	12
6.1 Marco Geográfico	12
6.2 Marco Legal	12
6.3 Marco Teórico.....	14
6.4 Marco Histórico	39
7. Alcances y limitaciones.....	42
8. Metodología	43
8.1. Descripción de la selección del paciente	44
8.2. Preparación y planteamiento del estudio:.....	45
8.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.	49
8.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.	53
8.2.4. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.....	53
8.2.5. Definición de los medios para realizar la exploración.	54
8.3. Historia clínica.	54
8.3.1. Responsables del estudio.....	54
8.3.2. Fecha de realización del estudio.....	54
8.3.3. Datos generales del paciente:	55
8.3.4. En la edificación y/o construcción civil:	60
8.3.5. Aplicación patológica:.....	62
8.3.6. Datos específicos de las lesiones.....	62
8.3.7. Descripción de la patología más relevante en el paciente	63
8.3.8. Clasificación y origen de la patología	63
8.3.9. Datos generales del entorno:	64

8.3.10. Arquitectura (descripción general).....	68
8.3.11. Estructura	69
8.3.12. Suelos y cimentaciones	70
8.4. Diagnostico.	74
8.4.1. Lesiones.....	76
8.4.2. Ensayos destructivos y no destructivos	77
9. Propuesta de Intervención.	83
10. Presupuesto.	84
11. Programación.	91
12. Análisis de resultados.....	94
12. Conclusiones y recomendaciones.....	96
13. Bibliografía.	98
14. Anexos.....	101

Listado de gráficas

Gráfica 1. Losas de Concreto Simple. Fuente Invias.	15
Gráfica 2. Colocación de pasadores de carga. Fuente Flickr – Washington State Dept. of Transportation.....	25
Gráfica 3. Grieta de esquina (GE), Fuente: Invias – 2006	26
Gráfica 4. Grieta longitudinal (GL), Fuente: Invias – 2006.	27
Gráfica 5. Grieta transversal (GT), Fuente: Invias – 2006.....	28
Gráfica 6. Grieta en los extremos de los pasadores (GP), Fuente: Invias – 2006	30
Gráfica 7. Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB), Fuente: Invias – 2006.	31
Gráfica 8. Grietas en pozos y sumideros (GA), Fuente: Invias – 2006.	32
Gráfica 9. Separación de juntas longitudinales (SJ), Fuente: Invias – 2006.	33
Gráfica 10. Deterioro del sello (DST - DSL), Fuente: Invias – 2006.....	34
Gráfica 11. Desportillamineto de juntas vista en planta (DPT-DPL).....	35
Gráfica 12. Desportillamineto de juntas vista en perfil (DPT-DPL).....	36
Gráfica 13. Desportillamineto de juntas vista en perfil (DPT-DPL).....	36
Gráfica 14. Descascaramiento (DE), Fuente: Invias – 2006	37
Gráfica 15. Levantamiento localizado (LET, LEL), Fuente: Invias – 2006.....	38
Gráfica 16. Estado Calle 5 entre carreras 3 y 6.	46
Gráfica 17. Estado del pavimento.	47
Gráfica 18. Ancho total vía Calle 5.	48
Gráfica 19. Esquema de grietas en bloque.	50
Gráfica 20. Vista en planta de levantamiento de juntas.	51
Gráfica 21, Vista en perfil detalle del levantamiento.	51
Gráfica 22. Colombia - Huila - Iquira	56
Ilustración 23. Municipio de Iquira Huila.	57
Gráfica 24. Ubicación de la vía en estudio.	58
Gráfica 25. Criterio estandarizado. Fuente DNP 2015.....	68
Gráfica 26. Esquema representativo eje transversal vía, en un escenario ideal.	69
Gráfica 27. Modelo estructural para estructura de pavimento nueva.	70
Gráfica 28. Apique N°3. Calle 5 N° 4-38.....	72

Gráfica 29. Apique N°4. Calle 5 N° 4-75.....	72
Gráfica 30. Apique N°5. Calle 5 N° 5 – 04.....	73
Gráfica 31. Apique N°6. Calle 5 N° 5 – 41	74
Gráfica 32. Presencia Grietas y fisuras, ausencia de obras de drenaje.....	75
Gráfica 33. Levantamiento localizado, ausencia de bordillos de confinamiento	76
Gráfica 34. Punto prueba PDC 3. Calle 5 N° 4-38.....	79
Gráfica 35. Punto Extracción de Núcleo 4. Calle 5 N° 4-75	79
Gráfica 36. Punto Extracción de Núcleo 4. Calle 5 N° 4-75	80
Gráfica 37. Punto Extracción de Núcleo 5. Calle 5 N° 5-04.....	80
Gráfica 38. Punto prueba PDC 5. Calle 5 N° 5-04.....	81
Gráfica 39. Punto Extracción de Núcleo 6. Calle 5 N° 5-41.....	82

Listado de tablas

Tabla 1. Ventajas y desventajas de uso de pavimentos rígidos y flexibles.	18
Tabla 2. Dimensiones en campo.....	52
Tabla 3. Dimensiones de muestras de núcleos tomadas.....	61
Tabla 4. Apliques toma de muestras de suelos.....	71
Tabla 5. Resultado PDC	78
Tabla 6. Resultados extracción núcleos.....	78

Listado de anexos

Anexo 1. Solicitud permiso	101
Anexo 2. Fichas historia clinica y diagnóstico	102
Anexo 3. Análisis de laboratorios.....	103
Anexo 4. Planimetría levantamiento topográfico	104
Anexo 5. Cronograma de Ejecución Intervención.....	105

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de una propuesta de intervención a través de un concepto de patología para definir la restitución parcial o total la placa de concreto rígido en el marco de la ejecución de la obra de restitución de la red de acueducto y alcantarillado sobre la calle 5 entre carreras 3 y 6, en el municipio de Íquira, en el departamento del Huila.

De acuerdo a lo anterior, este estudio patológico los autores buscan aportar al municipio un diagnóstico y solución a la restitución de esta red. Durante el ejercicio realizado, fueron evidenciadas las laceraciones y se afectaría el resto de la capa adyacente al área a intervenir. Para el ejercicio patológico se llevó a cabo una verificación inicial, un levantamiento y una tipificación de las lesiones.

A partir de la inspección visual y la delimitación de las fisuras, se plantean la realización de unos ensayos de laboratorio: Un ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, para determinar si cumplía con las normas requeridas; y un ensayo con penetrómetro de cono, para determinar si la resistencia de la capa de soporte era la adecuada.

Palabras clave: Concreto rígido, intervención, resistencia, capa soporte, laceraciones.

ABSTRACT

The present work is the result of an intervention proposal through a concept of pathology to define the partial or total restitution of the rigid concrete plate in the framework of the execution of the work of restitution of the aqueduct and sewage network on the calle 5 between carreras 3 and 6, in the municipality of Íquira, in the department of Huila.

According to the above, this pathological study the authors seek to provide the municipality with a diagnosis and solution to the restitution of this network. During the exercise carried out, the lacerations were evident and the rest of the layer adjacent to the area to be intervened would be affected. For the pathological exercise, an initial verification, a survey and a typing of the lesions were carried out.

From the visual inspection and the delimitation of the cracks, some laboratory tests are considered: A test of the compressive strength of the concrete, to determine if it complied with the required standards; and a test with a cone penetrometer, to determine if the resistance of the support layer was adequate.

Keywords: Rigid concrete, intervention, resistance, support layer, lacerations.

1. Introducción

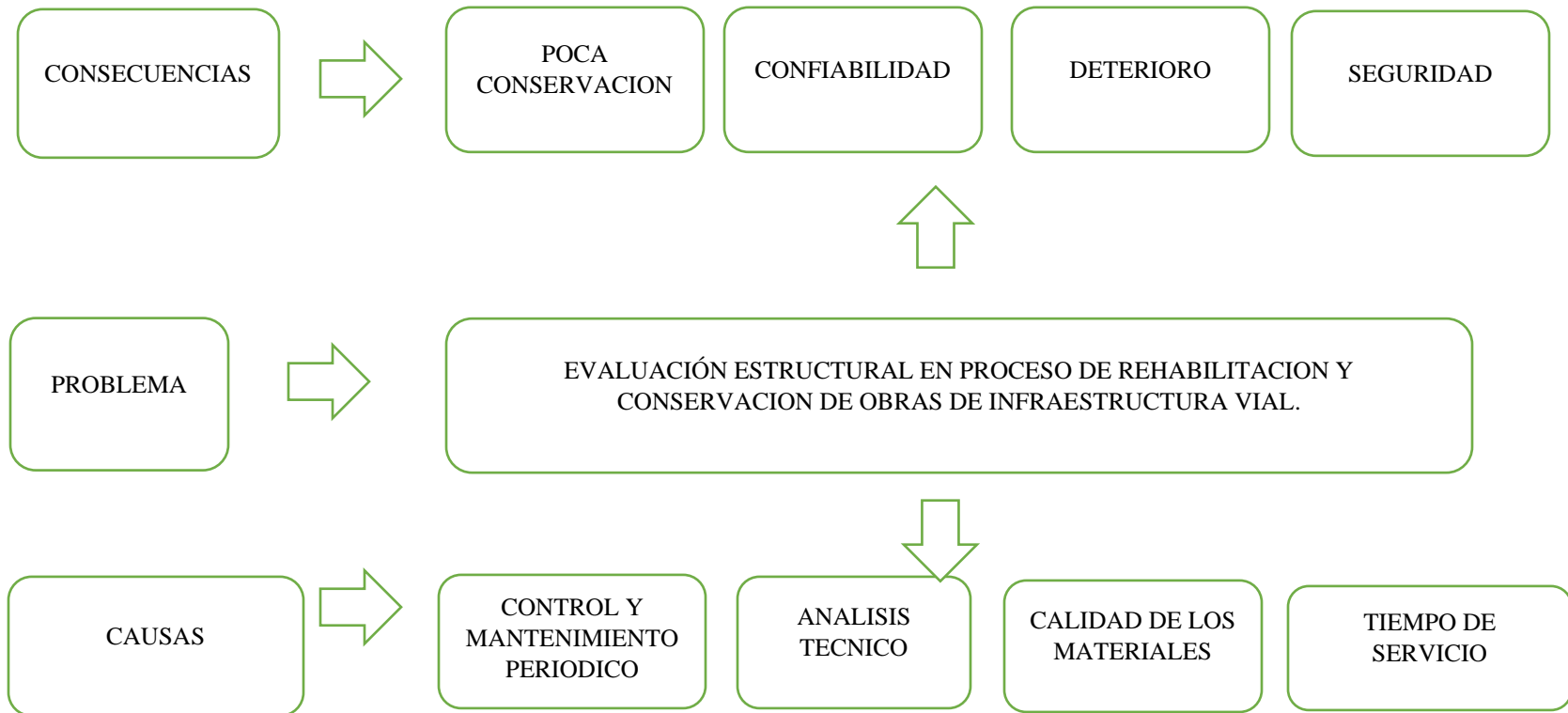
El presente trabajo profesional integrado, tiene como objeto la elaboración del estudio patológico de la estructura de pavimento rígido de la malla vial en el municipio de Iquira, departamento del Huila, en el barrio Loma de la Cruz, sobre la Calle 5 entre carreras 3 y 6, actualmente se encuentra al servicio de la comunidad.

Fue construida en el año de 1978 aproximadamente, con casi 45 años de tránsito peatonal, vehicular y pesado; se construyó la losa de pavimento hidráulico según las normas que regían para esa época con sus debidas especificaciones y la red de alcantarillado en tubería de gres con red principal de 8” y redes domiciliarias de 6”, como también la red de acueducto.

Desde entonces esta vía principal del municipio no cuenta con ninguna intervención ni mantenimiento realizado a excepción de la intervención para la reposición de la red de acueducto ejecutada hace ya 15 años labores realizadas en el año 2008.

El diagnóstico del paciente nos permitió inspeccionar cada uno de los elementos con el fin de analizar cada una de las patologías presentes y posterior a ello realizar el análisis de cada uno de los resultados obtenidos, producto de ello evaluar posibles soluciones para su intervención.

2. Planteamiento del problema



la identificación de posibles causas del daño en la estructura de pavimento y la recomendación de soluciones para reparar o reemplazar la estructura de pavimento sea parcial o reposición total, según lo indique el presente estudio o el criterio de los especialistas patólogos. Esta información puede ayudar a garantizar que la nueva estructura de pavimento se construya adecuadamente y se ajuste a las necesidades actuales para la correcta reposición de la red de acueducto y alcantarillado.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Realizar el estudio patológico de la estructura de pavimento rígido de la malla vial en el municipio de Iquira – Huila, para presentar propuesta para la intervención y posterior restauración garantizando así su calidad y funcionalidad.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar las lesiones que presenta el paciente y sus posibles causas.
- Realizar el diagnóstico de las causas que derivan la patología.
- Analizar cada una de las estructuras que componen el paciente y sus lesiones.
- Evaluar los resultados obtenidos y generar una propuesta para su posible mejoramiento, restauración y conservación.

5. Antecedentes

La red vial nacional de Colombia cuenta con diferentes tipologías de construcciones las estructuras en concreto en pavimento rígido es un material comúnmente utilizado en Colombia para la construcción de carreteras y pavimentos debido a su durabilidad y resistencia. Sin embargo, su costo puede ser más elevado que otros materiales como el asfalto. Además, su instalación requiere de un proceso más complejo y tiempo de curado observan en general laminas sueltas, fisuras y degastes en general debido a los problemas en uniones por la fatiga.

El uso del pavimento rígido en Colombia se remonta a la década de 1930, cuando se construyó la Carretera Central del Norte, que conecta a Bogotá con la costa Atlántica. Desde entonces, el pavimento rígido ha sido utilizado en la construcción de diferentes proyectos de infraestructura vial en el país, incluyendo carreteras, autopistas, puentes y túneles.

En los años 70 y 80, se llevaron a cabo importantes proyectos de construcción de carreteras en Colombia, como la Autopista Medellín-Bogotá y la Autopista Norte-Sur de Bogotá. En estos proyectos se utilizó el pavimento rígido debido a su durabilidad y resistencia, lo que permitió una mayor vida útil de la infraestructura vial.

Actualmente, el pavimento rígido se sigue utilizando en la construcción de carreteras y autopistas en Colombia, aunque también se ha incorporado el uso de otros materiales como el asfalto. La calidad de los pavimentos rígidos en el país ha mejorado significativamente en las últimas décadas gracias a la implementación de tecnologías y prácticas de construcción más avanzadas.

La historia de los pavimentos en el país se remonta a la época de Rafael Reyes quien, durante su mandato, creó el Ministerio de Obras Públicas, el 7 de enero de 1905, para el

direccionamiento de las vías nacionales, las líneas férreas y la canalización de los ríos (360 Concreto, s.f.).

Durante esa época fueron clasificadas las vías nacionales, departamentales y municipales, creando así las juntas de caminos, estableciendo las formas de financiación y la construcción de carreteritas para la conexión de las capitales departamentales con las poblaciones contiguas. Durante el gobierno de Reyes, se construyeron 207 km de carreteras, así como 572 km de caminos de herradura.

De acuerdo a lo anterior, la primera carretera fue la Central del Norte, la cual comunicaba a Bogotá con el municipio de Santa Rosa de Viterbo, en el departamento de Boyacá; en sus veinte años de construcción, esta no llegó al municipio de Sopó. No obstante, por ella transitó el primer carro importado al país.

Durante la década de 1950, y por sugerencia del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento BIRF, fue creado el Comité de Desarrollo que, en conjunto con la Misión Currie, realizaron una recomendación al plan vial, orientando la construcción de 5.261 km de vías en un término de tres años. Es así que, en 1951, con un crédito BIRF, bajo dicha modalidad de contratación por precios unitarios, se trabajaron las vías Tunja – Barbosa, Loboguerrero – Buenaventura, y Ciénaga – Barranquilla. El plan vial tomó 10 años en ser implementado (360 Concreto, s.f.).

En esta década se construye la Avenida de los Libertadores (Autopista Norte) con una longitud de 22,5 km desde la calle 80 hasta la 170. Se construye también la Avenida El Dorado, con un pavimento de concreto que se rehabilita en un 15 % de su área 48 años después.

Durante este episodio histórico, se pavimenta con concreto, sobre las arcillas expansivas, la vía entre Luruaco – Cartagena. De igual modo, fue pavimentada con concreto la Autopista Sur de Medellín y las principales avenidas de la ciudad de Barranquilla.

En los primeros cinco años de la década se pavimentan 985 km, que contrastan con los 1.800 km que se construyeron a partir de 1955. En septiembre de 1966 el Fondo Vial Nacional con un préstamo del BIRF acomete el Plan de Pavimentación de 1.700 km, pero por falta de mantenimiento de las vías hechas entre 1950 y 1965 el sistema vial entra en crisis.

Nuevamente, en 1977, a través de los fondos del BIRF por un valor de US\$90 millones fueron rehabilitados 978 km de carreteras a través del programa Séptimo Proyecto de Carreteras. Paralelo a lo anterior, fueron construidos el aeropuerto de Barranquilla Ernesto Cortizos, y se pavimenta con concreto las pistas del aeropuerto de la ciudad de Cali (360 Concreto, s.f.).

Durante los años 80 fue culminada la vía Bogotá – Medellín y los proyectos concebidos una década atrás de la conexión de Bucaramanga con la ciudad de Santa Marta, y la vía Mojarras – Popayán. Durante esta década se logra, por primera vez, un nivel de aceptabilidad en la red vial, reduciendo los tiempos de viaje y los costos de operación, convirtiéndose de esta manera al transporte de carga por la carretera en el medio por excelencia para el transporte de mercancías.

A mediados de esa década fueron construidos 42 km de pavimentación de concreto en la carretera que conecta a Tolúviejo con Sincelejo, a través de arcillas expansivas. Para los finales de la década, en 1987, el Departamento Nacional de Planeación DNP, a través del informe *Economía Social*, se establece que la eficiencia en la prestación del transporte es medida bajo los índices de la calidad, el tiempo y los costos, así como de la extensión de la cobertura a poblaciones aisladas.

A partir del informe anteriormente mencionado, el desarrollo vial se orientó a la conclusión de los proyectos que estaban iniciados, como la carretera Mocoa – Pitalito, la Troncal del Magdalena Medio, la Marginal de la Selva y la carretera que conecta a Medellín con Turbo.

Por otra parte, fueron rehabilitados los pavimentos de concreto que tenía más de 20 años de servicio, y que contaban con técnicas incipientes e inadecuadas. Es importante destacar que, en muchas de estas rehabilitaciones, no se evaluaron el origen de las fallas.

Durante los años 90 fue construido el pavimento de concreto en el sector Ricaurte – El Diviso, con una longitud de 43 km en la carretera de Pasto a Tumaco. Por otra parte, en el departamento de Antioquia, se realiza la construcción de pavimentación de concreto en la carretera La Cortada – Yolombó y La Unión – Sonsón; de igual modo, se realiza el mismo procedimiento en la Circunvalar de Providencia. De acuerdo a lo anterior, para 1993 el 90% de la carga del país se transportaba a través de esta red vial (360 Concreto, s.f.).

Durante los años 2000 fueron afianzadas las concesiones viales en Colombia, y los pavimentos en concreto toman relevancia, por ejemplo, como solución para los Sistemas de Transporte Masivo. Durante estos años, el Gobierno Nacional estableció un programa de pavimentación conocido como *Corredores Viales para la Competitividad*, en el que fue contratada la construcción de 1.100 km en toda la red vial nacional, como el caso del proyecto doble calzada Buga – Buenaventura, y la Transversal del Libertador (360 Concreto, s.f.).

6. Marco referencial

6.1 Marco Geográfico

El área en la cual se realizará el presente proyecto es en el departamento del Huila, en el municipio de Iquira en el barrio Loma de la cruz, Calle 5 entre carreras 3 y 6.

6.2 Marco Legal

Para el presente proyecto de Trabajo Profesional Integrado, tendremos en cuenta la siguiente normatividad aplicable a los diferentes tipos de patologías evidenciadas en el paciente:

- MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS (Invias) es la guía para la inspección visual de pavimentos rígidos, para la revisión del estado de obras con herramientas practicas empleadas, con la finalidad de obtener un informe que permita identificar tipo, magnitud y severidad de los daños.

- MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO (Invias) Manual que presenta las particularidades de los pavimentos de concreto, variables que influyen en su comportamiento y los espesores de las capas para su correcta instalación. Este está orientado para el diseño de carreteras de vías urbanas entre otras.

- EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10) se le conoce al reglamento colombiano encargado de la regulación de las condiciones con las que se debe contar en las construcciones, con el objetivo de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable. Este reglamento fue promulgado por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, sancionado durante el Gobierno del expresidente Álvaro Uribe. Posterior a este Decreto han sido introducidas modificaciones en los Decretos 2525 de 13 de julio de 2010, 092 del 17 de enero de 2011, 340 del 13 de febrero de 2012 y 945 del 5 de junio de 2017 (Universidad Santo Tomás, s.f.)

Dicha norma fue sometida a la evaluación durante tres años hasta que esta obtuvo la aprobación por parte de los Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de Transporte y del Interior. De acuerdo a lo anterior, uno de los puntos con mayor relevancia en esta versión fue el mapa de sismicidad elaborado por la Red Sismológica Nacional, adscrita a INGEOMINAS, permitiendo consigo la identificación acertada de las zonas de amenaza sísmica. Este hecho permite la realización de variaciones dentro de los diseños estructurales, dependiendo si la zona es alta, intermedia o baja. Por ende, para la realización de este mapa fueron registrados, en el periodo entre 1995 y 2009, cerca de 22.000 eventos adicionales, permitiendo así la realización de un mejor estimativo.

Por ende, es importante destacar y aclarar que dicha norma fue elaborada por entidades colombianas, y no se especifica el uso de los mismos para otras regiones.

Esta es aplicable al paciente elegido, por ser una edificación construida previa a la sanción presidencial de la misma, es importante recalcar, que, en sus diferentes títulos, encierra todos los tipos de materiales encontrados en el mismo y afectados a la fecha, discriminados y aplicados así:

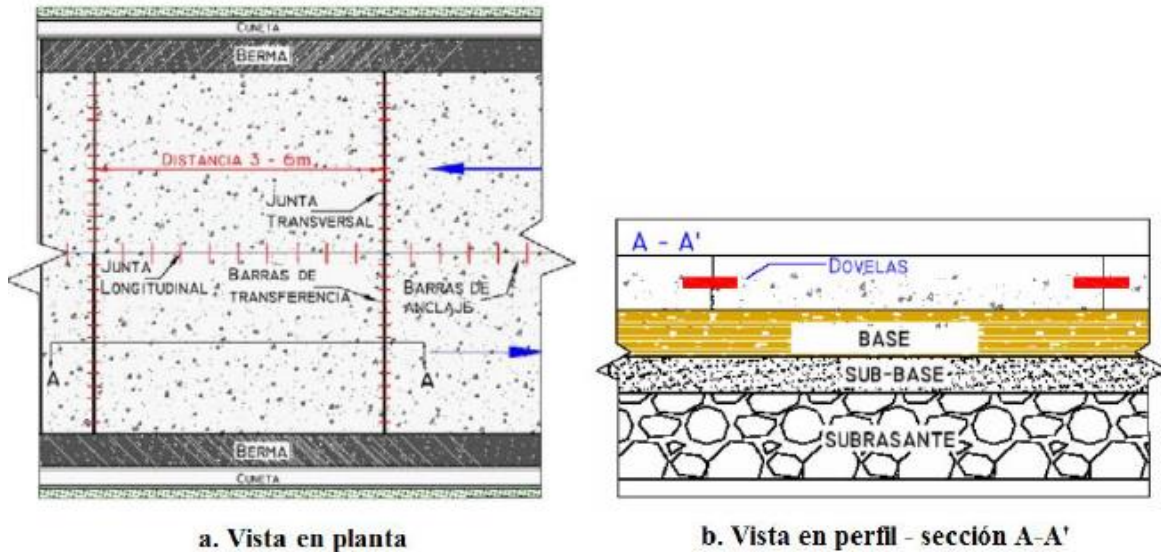
- TÍTULO A — REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE
- TÍTULO B — CARGAS
- TÍTULO C — CONCRETO ESTRUCTURAL
- TÍTULO D — MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL
- TITULO F — ESTRUCTURAS METÁLICAS
- TÍTULO G — ESTRUCTURAS DE MADERA Y ESTRUCTURAS DE GUADUA
- TÍTULO H — ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- TITULO J — REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES

6.3 Marco Teórico

El pavimento rígido es una estructura compuesta por una capa de losa de concreto de alta resistencia sobre una de base apoyada en el suelo compactado la subrasante.

El diseño estructural de un pavimento rígido se basa en el análisis de las cargas que soportará y en la capacidad de resistencia del concreto. Esto implica la determinación de la sección transversal del pavimento y el espesor de las capas que lo componen como los materiales: el concreto debe cumplir con especificaciones técnicas rigurosas en cuanto a su resistencia, durabilidad y trabajabilidad. También se utilizan refuerzo de acero y juntas de dilatación para garantizar una mayor resistencia y durabilidad. (Manual de diseño de pavimentos de Concreto – Invias)

Gráfica 1: Losas de concreto simple



Fuente: INVÍAS, 2006

La preparación de la superficie es fundamental para garantizar la adhesión adecuada del concreto a la capa de base. Esto implica la limpieza de la superficie y la eliminación de cualquier material suelto o contaminante para su posterior instalación se vibra para asegurar una superficie uniforme y libre de burbujas de aire. Se utilizan herramientas especiales para nivelar y acabar la superficie (Figuroa & Palacios, 2008).

Después de la colocación, el concreto se cura durante un período de tiempo para permitir que se endurezca y se adhiera adecuadamente a la capa de base. El curado adecuado del concreto es esencial para garantizar una mayor resistencia y durabilidad del pavimento rígido.

El pavimento es una estructura de capas compuesta por materiales como asfalto, concreto, adoquines, entre otros, que se coloca en la superficie del suelo con el objetivo de crear una superficie firme y resistente para el tránsito de vehículos y peatones. El pavimento puede ser utilizado en carreteras, autopistas, calles, caminos, estacionamientos, patios y áreas peatonales. Además de proporcionar una superficie nivelada y segura, el pavimento también

puede mejorar la estética de una zona y reducir el polvo y la erosión del suelo. El diseño y la construcción del pavimento dependen de varios factores como el tipo de tráfico que soportará, la climatología, la topografía y el presupuesto disponible (Mocondino, 2020).

Por su parte, el pavimento rígido es un tipo de pavimento que se compone de concreto existen varios tipos de pavimento rígido, entre ellos se encuentran:

1. Pavimento de concreto simple: Es el tipo de pavimento rígido más común, se compone de una sola capa de concreto reforzado con malla de acero.
2. Pavimento de concreto armado: Este tipo de pavimento rígido se compone de dos capas de concreto reforzado con malla de acero. La capa superior es más delgada y se coloca sobre una capa más gruesa de concreto.
3. Pavimento de concreto pretensado: Este tipo de pavimento rígido se compone de una capa de concreto pretensado, que se refuerza con tendones de acero que se tensan antes de colocar el concreto. Esto aumenta la resistencia del pavimento y reduce las grietas y deformaciones.
4. Pavimento de concreto reforzado con fibras: Este tipo de pavimento rígido se compone de una capa de concreto reforzado con fibras de vidrio o plástico. Esto aumenta la resistencia del pavimento y reduce la formación de grietas.
5. Pavimento de losas de concreto: Este tipo de pavimento rígido se compone de losas de concreto prefabricadas que se colocan sobre una capa de base y se unen con juntas de expansión. Esto reduce el tiempo y el costo de construcción.

Cada tipo de pavimento rígido tiene sus propias ventajas y desventajas, y la elección dependerá de las necesidades específicas del proyecto y el presupuesto disponible. Algunas de las características y ventajas del pavimento rígido son:

- Durabilidad: El pavimento rígido es muy resistente y duradero, lo que significa que puede soportar el tránsito pesado y las condiciones climáticas adversas sin deteriorarse rápidamente.
- Bajo mantenimiento: A diferencia del pavimento asfáltico, que requiere mantenimiento regular como sellado y reasfaltado, el pavimento rígido tiene un mantenimiento más bajo. Sólo se requiere mantenimiento ocasional, como reparar las juntas de expansión que se utilizan para permitir la expansión y contracción del concreto.
- Resistencia al fuego: El concreto es un material resistente al fuego, lo que lo convierte en una opción segura para construir carreteras y puentes.
- Mayor vida útil: El pavimento rígido tiene una vida útil más larga que el pavimento asfáltico, lo que significa que su costo total a largo plazo puede ser más bajo.
- Menor consumo de combustible: El pavimento rígido tiene una menor resistencia al rodamiento que el pavimento asfáltico, lo que significa que los vehículos pueden consumir menos combustible al transitar por él.
- Mayor estabilidad: El pavimento rígido es más estable que el pavimento asfáltico, lo que significa que proporciona una superficie más uniforme y segura para la conducción.

Tabla 1: Ventajas y desventajas de uso de pavimentos rígidos y flexibles

Tipo de pavimento	Propiedad	Fuente
Pavimento rígido	Desventaja: losa de hormigón absorbe todo el esfuerzo	Ortiz, J. L., Paucar+, A. A., Asesor, C., Augusto, H., & Uceda, G. (2021).
	Desventaja: Mayor costo inicial	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	Ventaja: Menores deformación	FACULTAD DE INGENIERÍA
	Ventaja: Mayor vida útil	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Ventaja: menor costo de mantenimiento	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA EL DISTRITO. https://orcid.org/0000-0002-3653-1394
	Ventaja: Si la superficie esta pulida existe menor fricción en la superficie de rodadura	
Pavimento flexible	Desventaja: Juntas, se crea discontinuidad en la capa de rodadura	
	Desventaja: El tiempo de puesta en servicio requiere de varios días de fraguado.	
	Ventaja: Buena parte del esfuerzo se transmite al suelo	Ortiz, J. L., Paucar+, A. A., Asesor, C., Augusto, H., & Uceda, G. (2021).
	Ventaja: menor costo inicial	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

concreto sea m3s resistente que el del concreto en el dise1o de la tradicional infraestructura vial en los jirones Jos3 Olaya y Sevilla, Morales, 2018. *Universidad C3sar Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31406>

Pavimento flexible	Ventaja: m3s econ3mico Ventaja: menor tiempo de ejecuci3n y puesta en servicio Ventaja: Menores periodos rutinarios de mantenimiento Desventaja: menor durabilidad	D3az Ram3rez, L., & Tejada L3pez, K. (2021). EVALUACI3N DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCI3N ENTRE LOS PAVIMENTOS R3GIDOS, FLEXIBLES Y SEMR3GIDOS EN LA LOCALIDAD DE ALFONSO UGARTE, DISTRITO DE SHAMBUYACU, PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MART3N. <i>Repositorio Institucional - UCP</i> . http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1795
--------------------	---	--

Pavimento r3gido	Ventaja: 50% menos de material granular	Bilbao, F., & Raquel, D. (2014). <i>An3lisis comparativo de costos entre el pavimento r3gido y pavimento flexible</i> .
------------------	---	---

Desventaja: menor rendimiento constructivo <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2559>

Ventaja: Mejor drenaje superficial

Ventaja: Mayor vida útil

Ventaja: menor mantenimiento rutinario

Ventaja: la capa de rodadura resiste mejor con el tiempo

Pavimento rígido

Ventajas:

"ANÁLISIS

COMPARATIVO

- Excelente durabilidad *ENTRE.* (n.d.).
- Gracias a su propiedad plástica es posible otorgarle un sin número de formas.
- Producción posible de efectuar en cualquier parte

Pavimento flexible	Ventaja: regularidad en acabados	Vinicio, M. I., Guerrero, A. S., De, J., Unidad, L. A., & De, G. (n.d.). XIX
	Ventaja: resistencia al derramamiento y drenaje superficial	<i>REUNIÓN NACIONAL DE INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES “MOVILIDAD, FACTOR DETONANTE PARA EL PROGRESO DE MÉXICO”</i>
	Ventaja: reciclable, la reutilización de la mezcla y los materiales recuperados	<i>Pavimentos Rígidos y Flexibles, Ventajas y Desventajas.</i>
Pavimento rígido	Desventaja: las juntas de contracción afectan la regularidad	Vinicio, M. I., Guerrero, A. S., De, J., Unidad, L. A., & De, G. (n.d.). XIX
	Desventaja: poca resistencia al derramamiento superficial	<i>REUNIÓN NACIONAL DE INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES “MOVILIDAD, FACTOR DETONANTE PARA EL PROGRESO DE MÉXICO”</i>
	Desventaja: la gran resistencia que se logra provoca que sea difícil de demoler, dificultando con ello la posibilidad de ser reutilizado	<i>Pavimentos Rígidos y Flexibles, Ventajas y Desventajas.</i>
Pavimento semi rígido	Ventajas: Bajos costos de construcción y mantenimiento	Molina-López, G. A. (2020). <i>Diseño estructural de pavimento y viabilidad económica de tres rutas cantonales en la comunidad de Turrialba.</i>

Ventaja: la estructura genera mayor resistencia que permite que no se vea deformada en un periodo muy temprano <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/11355>

Pavimento r3gido	semi	Ventaja: Construcci3n material asfáltico reciclado	Gutarra Vásquez, S. R. (2020). Análisis del método de diseño de pavimento con adoquines de asfalto – Lima 2020. <i>Repositorio Institucional - UCV</i> . https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53363
------------------	------	--	---

Pavimento r3gido	semi	Desventaja: alta tasa de infiltraci3n, contribuye al mal desempeño en zonas donde el drenaje superficial es deficiente	Palacios Elías, E. E. (2016). Determinaci3n de la tasa de infiltraci3n de los pavimentos de adoquines en el casco urbano de la ciudad de Piura. <i>Universidad de Piura</i> . https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2584
------------------	------	--	--

Pavimento r3gido		Ventaja: Disminuci3n en un 30% de luminarias, el concreto refleja la luz lo que genera mayor visibilidad	Ticona Llica, W. N. (2017). Tratamientos superficiales de pavimentos. <i>Universidad José Carlos Mariátegui</i> .
------------------	--	--	---

<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/2>

0.500.12819/564

Un pavimento de concreto se conoce a la estructura que permite la disipación eficiente de las solicitaciones de tránsito, sean estas peatonales o vehiculares. Una vez se prepara la subestructura, y se ha verificado la densidad y cotas del terreno definidas en el diseño, se procede con la colocación del concreto (360 Concreto, s.f.). De acuerdo a lo anterior, a continuación, se describen las consideraciones que deben tener en cuenta para llevar a cabo el proceso constructivo del pavimento en concreto:

Ubicación de las formaletas

Las caras interiores de las formaletas deben ser limpiadas, de tal modo que estas no contengan elementos que se puedan mezclar con el concreto a fundir. Por este motivo, se recomienda el recubrimiento de las caras interiores a partir del uso de algún producto antiadherente para así facilitar su posterior remoción.

En ese sentido, la altura libre de la formaleta debe coincidir con el espesor que se tenga en el diseño de la losa. Para la respectiva alineación de dichas formaletas, es aceptada una tolerancia que supere más de 10 milímetros frente al alineamiento teórico, tanto en planta como en perfil.

Al emplear estacas e hilos como guía, estas no deben quedar separadas a más de 10 metros y no más de 5 metros en curvas horizontales de radio menor a 500 metros e igualmente en curvas verticales.

Ubicación de pasadores

Estos se deben colocar paralelos entre sí y al eje de la calzada en el que se tenga prevista la junta transversal. De acuerdo a lo anterior, la desviación máxima aceptable debe ser de 20 milímetros tanto en la planta como en la elevación.

Por otra parte, en cuanto a la desviación angular, el artículo 500 del INVÍAS, que trata sobre pavimento de concreto hidráulico, aceptan tolerancias máximas de hasta 10 milímetros, cuando son insertadas por vibración; o de 5 milímetros si estas son instaladas previamente al vaciado del concreto. Dichos pasadores se deben lubricar antes de ser instalados, con el fin de impedir que el concreto se adhiera a ellos (360 Concreto, s.f.)

Gráfica 2: Colocación de pasadores de Carga.



Fuente: Flickr – Washington State Dept. of Transportation

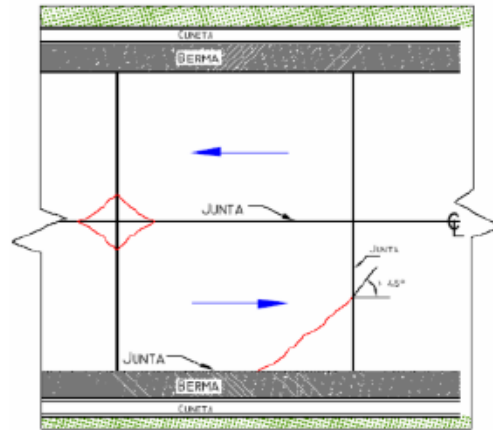
En cuanto a los Tipos de daños en estructuras de Pavimentos rígidos, de acuerdo con INVÍAS (Hillón, López & Ortega, 2017) establece:

Grieta de esquina (GE)

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

Gráfica 3: Grieta de esquina (GE)



Fuente: INVÍAS, 2006

Dentro de las posibles causas se destacan:

- Asentamiento de la base y/o subrasante.
- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Sobrecarga en las esquinas.
- Deficiente transmisión de cargas entre las losas adyacentes.

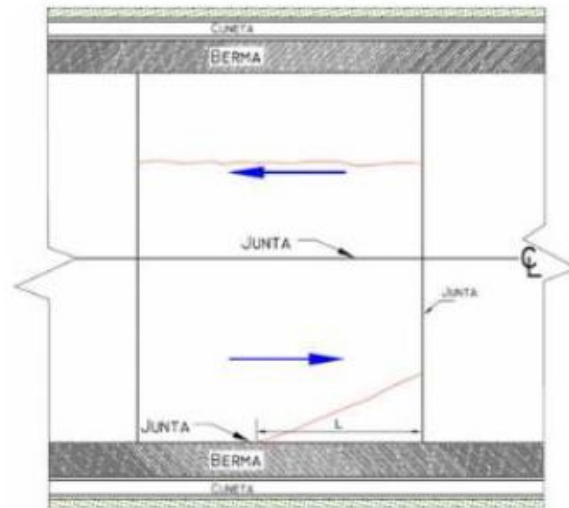
Evolución probable: Se pueden generar o incrementar los escalonamientos y producir fracturas múltiples en las losas.

Grieta longitudinal (GL)

Descripción: 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) la cual es mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa. Dicho tipo de daño se presenta en los tipos de pavimento rígido (INVÍAS, 2006)

Gráfica 4: Grieta Longitudinal (GL)



Fuente: INVÍAS, 2006

Dentro de las posibles causas se encuentra el asentamiento de la base o de la subrasante llevando a las siguientes situaciones:

- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Ausencia de confinamiento lateral.
- Alabeo térmico.
- Losa de ancho excesivo.
- Carencia de una junta longitudinal.
- Mal posicionamiento de dovelas y/o barras de anclaje.
- Aserrado tardío de la junta.
- Contracción del concreto.

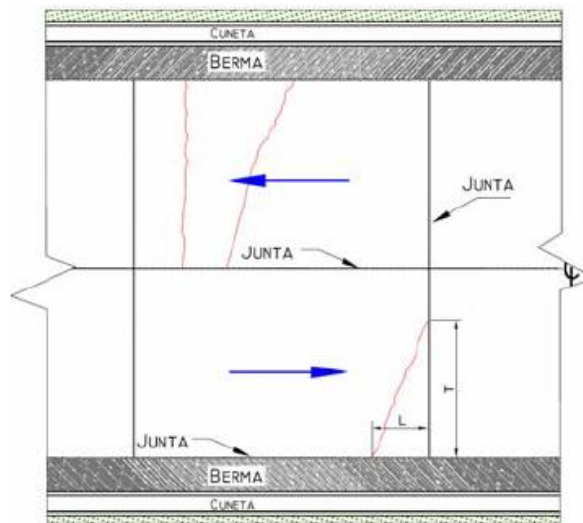
Evoluci3n probable: Los deterioros con mayor probabilidad de ocurrencia suceden en los siguientes escenarios:

- Por incremento de los escalonamientos
- Por fracturas m3ltiples en las losas

Grieta transversal (GT)

Descripci3n: Grietas que se presentan perpendicularmente al eje de la circulaci3n de la v3a. Estas pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta longitudinal, siempre que la intersecci3n con la junta transversal se encuentre a una distancia del borde (T) mayor que el ancho de la mitad de la losa; y que la intersecci3n con la junta longitudinal est3 a una distancia inferior a la mitad del largo de la losa (L). Dicho tipo de da1o se presenta en todos los pavimentos r3gidos (Hill3n, L3pez & Ortega, 2017).

Gr3fica 5: Grieta Transversal (GT)



Fuente: INV3AS, 2006

Posibles causas: Dentro de las posibles causas se destacan:

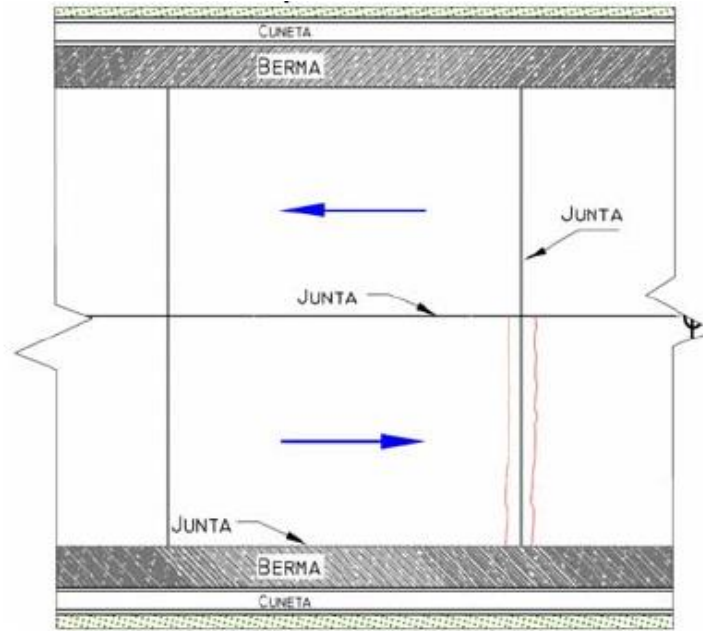
- Asentamiento de la base o de la subrasante.
- Losas de longitud excesiva.
- Junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
- Espesor de la losa insuficiente para soportar las sollicitaciones.
- Gradiente térmico que origina alabeos.
- Problemas de drenaje.
- Cargas excesivas.

Evolución probable: Como consecuencia de la aparición de dichas grietas existe la probabilidad que aparezcan grietas en el bloque, y que también puede existir un escalonamiento por la entrada de agua,

Grietas en los extremos de los pasadores (GP)

Descripción: Cercanas al extremo de los pasadores o dovelas, Pueden ser ocasionados por mala ubicación de los pasadores o por su movimiento durante el proceso constructivo.

Gráfica 6: Grieta en los extremos de los pasadores (GP)

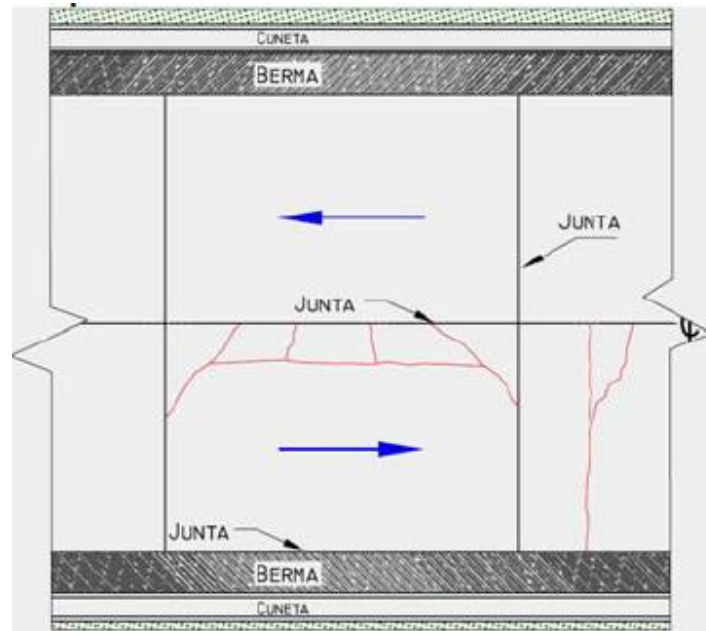


Fuente: INVÍAS, 2006

Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB)

Descripción: Aparecen por la unión de las grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa. Este grupo también comprenden las grietas en “Y”. A pesar de que se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos, si existe una mayor frecuencia en las placas de concreto simple y en las placas de concreto reforzado.

Gráfica 7: Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB)



Fuente: INVÍAS, 2006

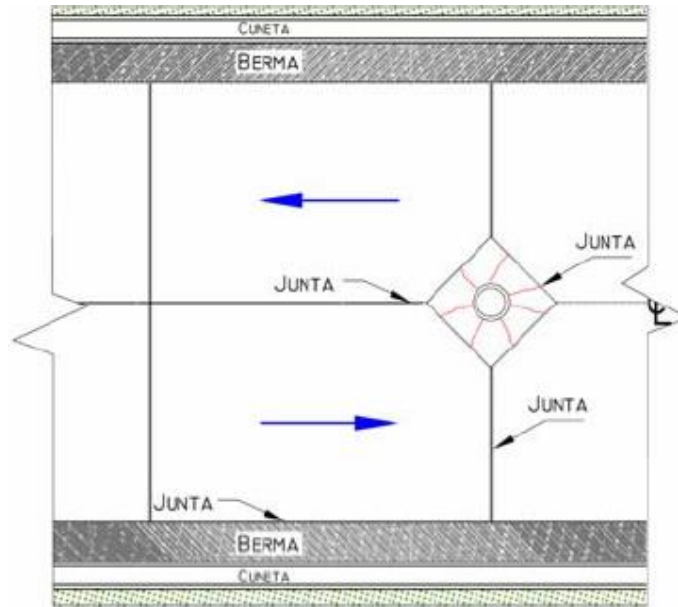
Posibles causas: Existe la posibilidad de presentarse una fracturación múltiple, la cual puede ser causada por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), un equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente.

Evolución probable: deterioro total de la estructura y/o hundimientos.

Grietas en pozos y sumideros (GA)

Descripción: Se presentan como una clasificación independiente, debido a que dichas grietas están directamente relacionadas con la presencia del pozo o sumidero. De acuerdo a lo anterior, dicho tipo de deterioro se presenta en todos los pavimentos rígidos.

Gráfica 8: Grietas en pozos y sumideros (GA)



Fuente: INVÍAS, 2006

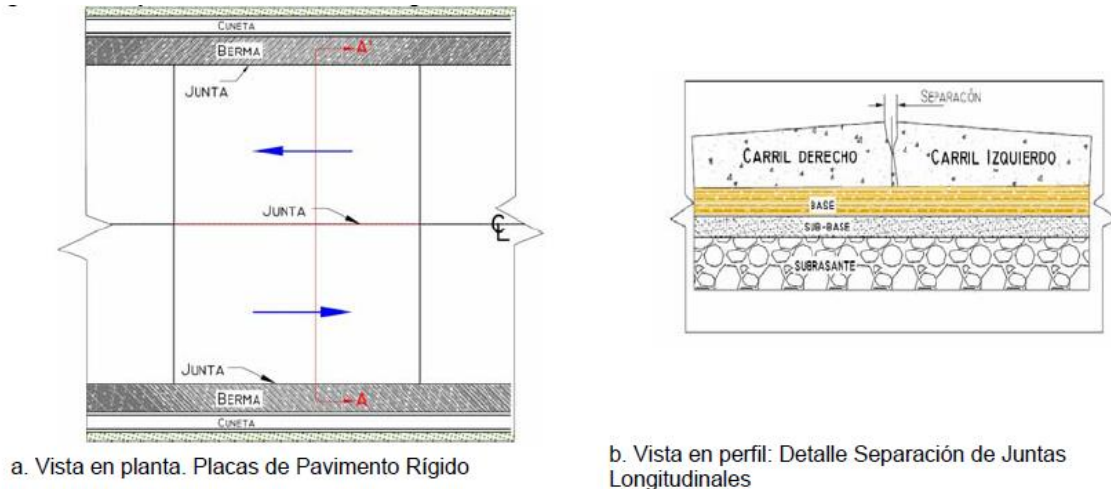
Posibles causas: se atribuye a la variación en la distribución de esfuerzos debida a la presencia de pozos y sumideros, estos se convierten en una zona vulnerable a la aparición de grietas derivadas de la geometría irregular de la zona adyacente al pozo que no permite una buena distribución de esfuerzos (de acuerdo con las reglas para modulación de losas, estas deben ser lo más regulares posibles, cuando hay formas irregulares estas se deben reforzar).

Evolución probable: Bombeo y deterioro total de la losa.

Separación de juntas longitudinales (SJ)

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

Gráfica 9: Separación de juntas longitudinales (SJ)



Fuente: INVÍAS, 2006

Sus principales causas son:

- Construcción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclaje entre carriles adyacentes.
- Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la subrasante.
- Ausencia de bermas.
- Asentamiento diferencial de la subrasante.

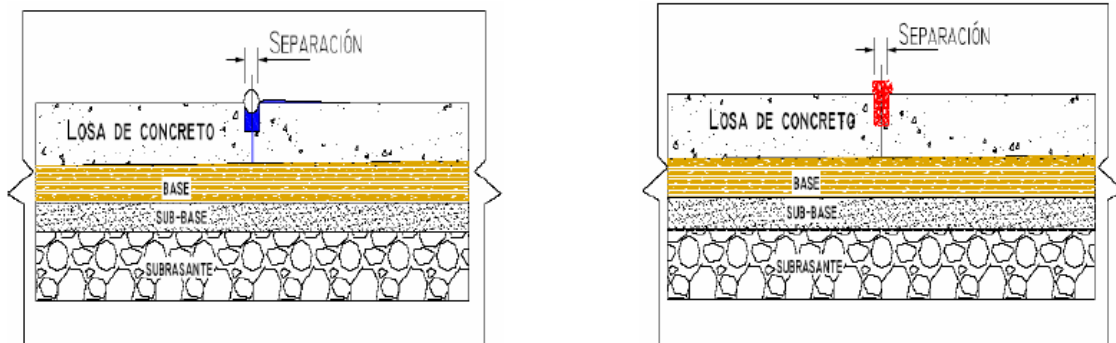
Evolución probable: El deterioro con mayor posibilidad de ocurrencia debido a la evolución de una separación de las juntas longitudinales es la pérdida de perfil longitudinal; de igual modo, puede haber bombeo debido a la entrada de agua en daño con severidad alta.

Deterioro del sello (DST-DSL)

Descripción: Desprendimiento o rompimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, permitiendo así la entrada de materiales incomprensibles 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 los materiales ajenos y crecimiento de vegetación. Dicho deterioro se presenta en los pavimentos de placas de concreto simple y en las placas de concreto reforzado.

Gráfica 10: Deterioro del sello (DST – DSL)



a. Desconfinamiento del sello por pérdida de adherencia y levantamiento de la tirilla de respaldo

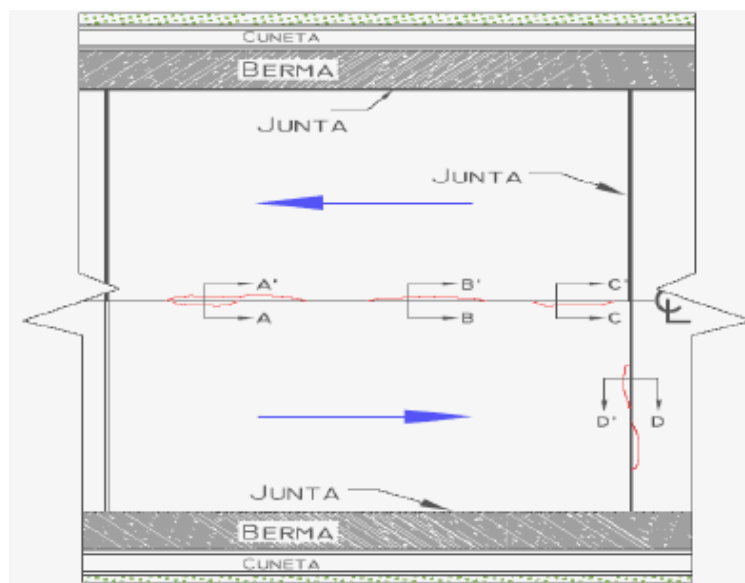
b. Perdida progresiva del sello en ausencia de la tirilla de respaldo

Fuente: INVÍAS, 2006

Desportillamiento de juntas (DPT, DPL).

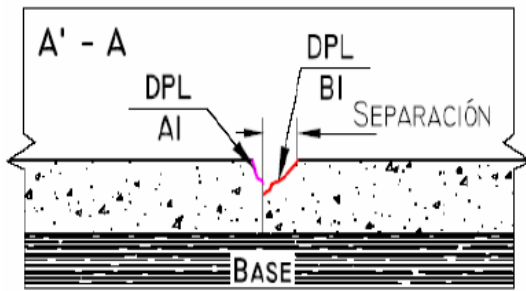
Descripción: Desintegración de las aristas de una junta (longitudinal, transversal), con pérdida de trozos, que pueden afectar hasta 0.15 m (15mm) a lado y lado de la junta. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos con juntas.

Gráfica 11: Desportillamiento de juntas vista en planta (DPT – DPL)

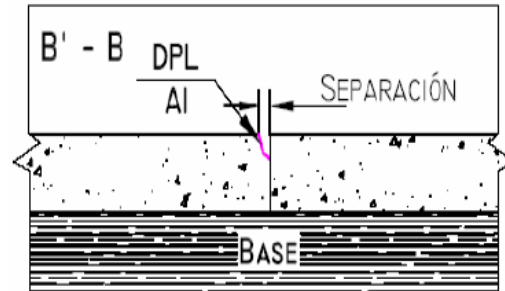


Fuente: INVÍAS, 2006

Gráfica 12: Desportillamiento de juntas vista en perfil (DPT – DPL)



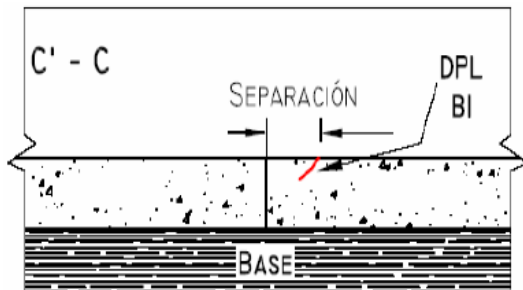
b. Vista en perfil: Desportillamiento longitudinal afectando dos losas.



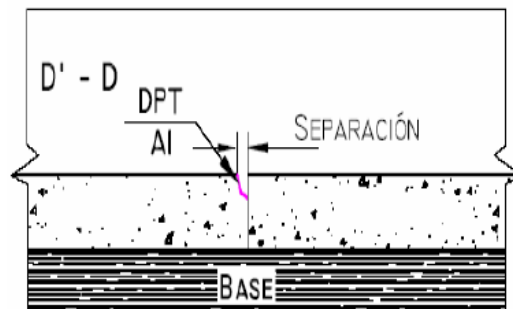
c. Vista de perfil: Desportillamiento longitudinal de una losa

Fuente: INVÍAS, 2006

Gráfica 13: Desportillamiento de juntas vista en perfil (DPT – DPL)



d. Vista en perfil: Inicio del desprendimiento



e. Vista en planta: Desportillamiento transversal.

Fuente: INVÍAS, 2006

Posibles causas: Dentro de las posibles causas se destaca:

- Desportillamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos.
- Desintegración del concreto, por mala calidad del material.
- Presencia de material incompresible en la junta, el cual al expandirse genera concentración de esfuerzos y la posterior falla ante el paso de vehículos.
- Mal procedimiento del corte de la junta.

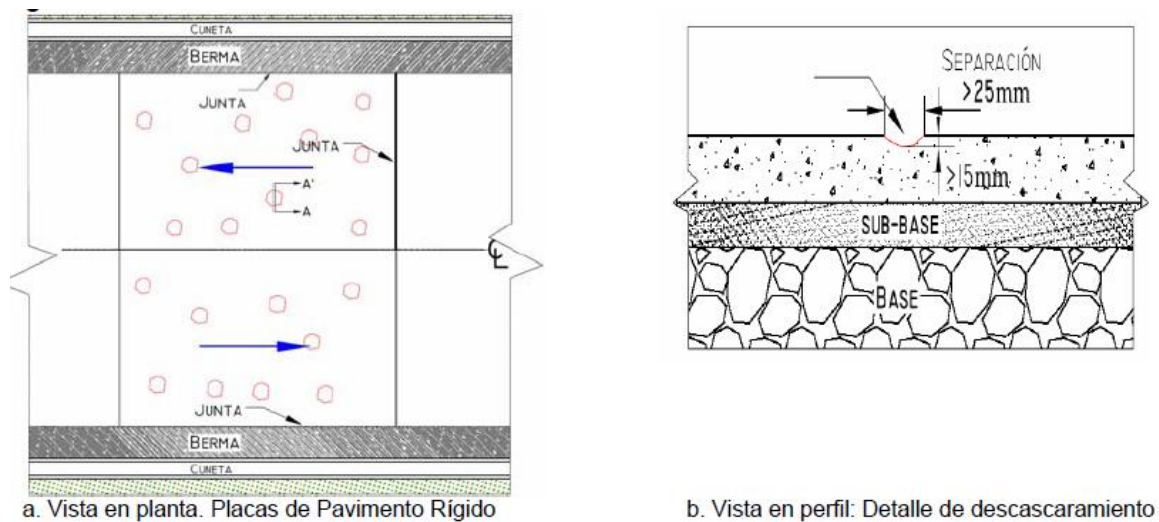
- Aplicación de carga antes de conseguir la resistencia mínima recomendada del concreto.

Evolución probable: entrada de agua a la base generando bombeo.

Descascaramiento (DE).

Descripción: 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.

Gráfica 14: Descascaramiento (DE)



Fuente: INVÍAS, 2006

Posibles causas: Los descascaramientos generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo a la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte muy débil frente a la retracción.

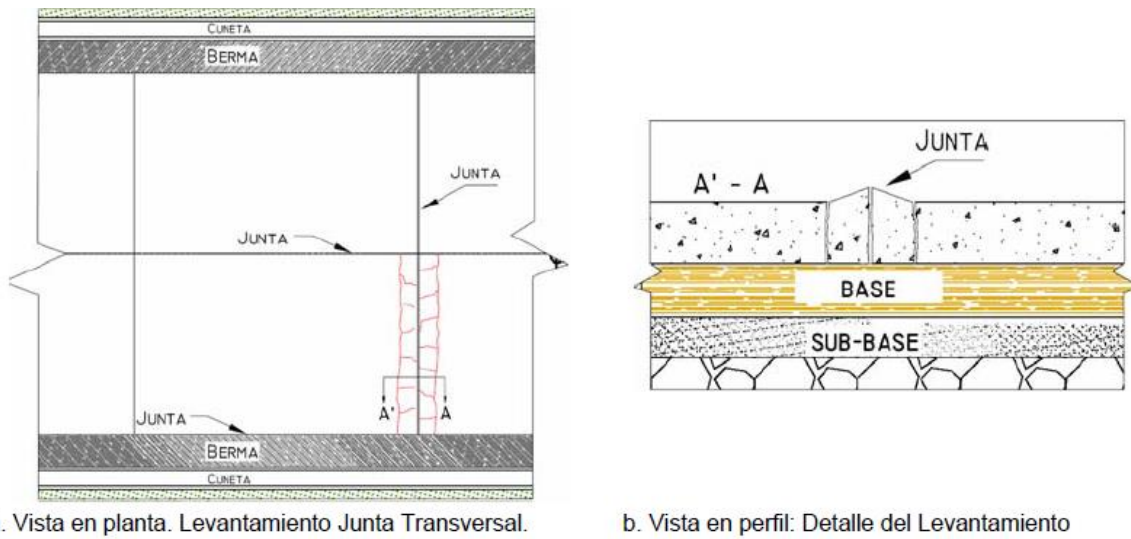
Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un levantamiento de material superficial que progresa tanto en profundidad como en área.

Evolución probable: El descascaramiento puede incrementar su grado de severidad hasta generar desintegración.

Levantamiento localizado (LET, LEL)

Descripción: Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o a una grieta, habitualmente en el concreto afectado se quiebra en varios trozos.

Gráfica 15: Levantamiento localizado (LET, LEL)



Fuente: INVÍAS, 2006

Posibles causas: Son causadas por la falta de libertad de movimiento de las losas de concreto. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

Evolución probable: El levantamiento localizado puede ocasionar grietas en bloque. Este daño también puede llegar a afectar la junta (producir pérdidas de sello, desprendimiento, etc.)

6.4 Marco Histórico

La historia de la infraestructura vial en los municipios del Huila se remonta a la época precolombina, cuando las comunidades indígenas construían caminos para desplazarse y comerciar. Durante la época colonial, se construyeron algunos caminos para la explotación de minas y la conexión entre poblaciones.

En el siglo XX, se construyeron carreteras importantes como la Vía Panamericana, que atraviesa el departamento de norte a sur, y la Carretera 45, que conecta el Huila con el Tolima y el Valle del Cauca. Además, se han construido y mejorado varias vías secundarias y terciarias que conectan los municipios y veredas del departamento.

En años recientes, se ha invertido en la construcción y mejoramiento de carreteras y puentes en el Huila, con el objetivo de mejorar la conectividad y el acceso a los servicios básicos para la población. Aunque aún existen desafíos en términos de mantenimiento y construcción de nuevas vías, se espera que la infraestructura vial continúe mejorando en el futuro.

Las primeras vías de acceso en el municipio de Iquira, Huila fueron construidas en la época precolombina por las comunidades indígenas que habitaban la región. Estos caminos eran usados para conectar las diferentes poblaciones y para el transporte de bienes y productos.

Durante la época colonial, se construyeron algunas vías para la explotación de minas y para conectar las poblaciones de la región. Sin embargo, la mayoría de las vías eran caminos de tierra y piedra que se encontraban en mal estado y eran difíciles de transitar.

En el siglo XX, se inició la construcción de la carretera que conecta a Iquira con la ciudad de Neiva, la capital del departamento del Huila. Esta vía se convirtió en la principal ruta de acceso al municipio y facilitó el transporte de personas y productos.

En años recientes, se han construido y mejorado varias vías secundarias y terciarias que conectan las veredas y corregimientos del municipio, mejorando la movilidad y la conectividad de la población. Aunque aún existen desafíos en cuanto al mantenimiento y construcción de nuevas vías, la infraestructura vial en Iquira ha mejorado significativamente en las últimas décadas.

Sistema de Caminos reales: Los caminos y los ríos navegables, al igual que las plazas y las calles por donde pasaban estos caminos hacían parte de un sistema central de vías públicas a cargo del Estado.

En el periodo colonial, los caminos del Alto Magdalena integraron, o al menos comunicaron, dos de las regiones más ricas de Colombia, el valle del río Cauca (Gobernación de Popayán) y el valle del Magdalena (Gobernación de Neiva), con Santafé de Bogotá, capital del Nuevo Reino de Granada.

Los principales componentes del sistema fueron los caminos centrales, destacándose en los siglos XVIII y XIX en nuestro departamento los siguientes:

- El de la banda oriental del Magdalena que, parte de Bogotá, conduce a la aldea de San Agustín, y pasa por Santa Rosa, Prado, Villavieja, Neiva, Campoalegre, Hobo, Gigante, Garzón, Jagua, Altamira, Naranjal, Timaná y Pitalito.
- El de la banda occidental del Magdalena que, parte de Honda, conduce al límite con el Estado del Cauca y pasa por Guayabal, Lérica, Venadillo, Caldas, Guamo, Purificación, Natagaima, Aipe, Guagua, Retiro, Íquira, Carnicerías, Paicol y La Plata.

Dado que estas rutas se convirtieron en vías troncales a partir de las cuales se construyeron ramificaciones que los comunicaban entre sí y entre poblados y caseríos vecinos, es por ello que de la vía principal se desprenden otros caminos más angostos y de segunda y tercera categoría. (Restrepo, 2015)

7. Alcances y limitaciones

Alcances:

- Realizar los estudios requeridos para identificar el estado de los elementos de la estructura de losa de pavimento rígido sobre la calle 5 entre carreras 3 y 6 del Barrio Loma de la Cruz.
- Realizar según las especificaciones técnicas los ensayos requeridos para el estudio de las patologías presentadas.
- Determinación de las causas y lesiones en la losa de pavimento.
- Identificar los procesos patológicos presentes en la estructura y sus elementos que la conforman.
- Realizar un diagnóstico del estado patológico de la estructura.
- Presentar un presupuesto y metodología de intervención.

Limitaciones:

- Escasez de información histórica de la estructura.
- No existe diseño inicial, ni su planimetría.
- Desconocimiento del proceso constructivo utilizado.
- No existe registro de intervenciones de mantenimientos.

8. Metodología

La metodología adoptada para realizar el presente estudio para el paciente estructura de losa de pavimento rígido que presenta deterioro, es la siguiente:

Inspección visual: Lo primero que se debe hacer es realizar una inspección visual detallada de la losa de pavimento, con el fin de identificar los tipos de deterioro presentes, como grietas, deformaciones, agrietamiento por fatiga, baches, desgaste superficial, entre otros. Es importante tomar fotografías y hacer un registro de las observaciones.

Análisis de muestras: Se debe tomar muestras del pavimento en las zonas afectadas para realizar un análisis en el laboratorio. Las muestras deben ser representativas del deterioro y se deben etiquetar adecuadamente para evitar confusiones.

Análisis en laboratorio: En el laboratorio se deben realizar pruebas para determinar las propiedades del material del pavimento, como la resistencia a la compresión, la densidad, la absorción de agua, entre otras. También se pueden realizar pruebas para identificar la presencia de sustancias químicas o contaminantes.

Análisis estructural: Se debe realizar un análisis estructural para determinar la capacidad de carga del pavimento y su resistencia a las cargas vehiculares. Este análisis puede incluir pruebas de deflexión y la medición del espesor de la losa.

Evaluación de las causas: Una vez que se han identificado las patologías presentes en el pavimento y se han realizado los análisis correspondientes, se deben evaluar las posibles causas del deterioro. Estas pueden ser debidas a factores como el diseño del pavimento, el tipo de material utilizado, la calidad de la construcción, el tráfico vehicular, las condiciones climáticas, entre otras.

Informe y recomendaciones: Finalmente, se debe elaborar un informe con los resultados del estudio patológico y las recomendaciones para reparar o reemplazar la losa de pavimento. Las recomendaciones pueden incluir la reparación de las patologías identificadas, la mejora del diseño del pavimento, la selección de materiales más adecuados, entre otras.

8.1. Descripción de la selección del paciente

La estructura de pavimento rígido presenta un desgaste evidente, con daños visibles como fisuras y grietas en su superficie. Evidenciando alta circulación vehicular, donde la carga constante y el desgaste natural del pavimento causaron daños significativos.

Las grietas y fisuras encontradas son parte significativa de su deterioro y además hay algunos lugares donde se puede evidenciar su poco espesor. Estas se presentan en diferentes formas, tamaños y direcciones, y pueden ser causadas por diversos factores, como cambios de temperatura, asentamientos del suelo, humedad, desgaste por tráfico vehicular y falta de mantenimiento.

En el paciente encontramos diversidad de grietas entre las cuales observamos las longitudinales, transversales o en forma de bloques, varían en profundidad y ancho. Por su parte, las fisuras son más delgadas y superficiales que las grietas, y pueden ser causadas por la contracción del pavimento durante su proceso de curado.

El deterioro del pavimento rígido también pudo ser evidente en su espesor, con una disminución de su grosor debido al desgaste y a la erosión. Esto puede ser preocupante, ya que el pavimento puede perder su capacidad de soportar la carga vehicular y puede ser necesario reemplazarlo por completo.

Las grietas y fisuras son los síntomas más evidentes de este problema, y pueden ser causadas por diversos factores como cambios de temperatura, asentamientos del suelo, humedad y desgaste por tráfico vehicular.

8.2. Preparación y planteamiento del estudio:

Se realizó la consulta bibliográfica y las respectivas investigaciones donde se determinaron los factores que influyen en las patologías presentadas en la estructura de pavimento y la visita técnica donde se realizó el registro fotográfico y el levantamiento de todos los traumatismos de la estructura.

8.2.1. Inspección preliminar del paciente.

La inspección preliminar a la estructura de pavimento permitió obtener información visual sobre el estado general. Esta inspección se realizó en la primera visita al sitio y con ella se detectaron las anomalías y los signos de deterioro.

Durante la inspección preliminar, se examinaron varias características del pavimento, incluyendo la textura de la superficie, el nivel de desgaste, la presencia de grietas, baches, hundimientos, deformaciones, fisuras, exudación, manchas, etc. También se revisaron las juntas y fisuras de dilatación para detectar cualquier signo de desplazamiento o deterioro.

Gráfica 16: Estado Calle 5, entre carreras 3 y 6



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 17: Estado del pavimento



Fuente: Elaboración propia

Gr3fica 18: Ancho total v3a Calle 5



Fuente: Elaboraci3n propia

Se realizaron preguntas sobre la historia del pavimento y las causas posibles del deterioro, como el tr3fico, la calidad de los materiales, la exposici3n a agentes clim3ticos, entre otros.

Adem3s de la inspecci3n visual, es importante realizar la programaci3n para la realizaci3n de las pruebas para este tipo de paciente que son destructivas para medir la resistencia del pavimento y determinar su capacidad de soportar cargas de tr3fico. Estas pruebas pueden incluir:

- Elaboraci3n de apiques de manera manual, con dicha actividad identificamos espesores de placa de pavimento y suelos de soporte de dicha placa de pavimento, se procede a realizar muestreo (Ver perfil del suelo).

- Se realiza el ensayo de CBR por el m3todo de PDC, con el fin de determinar la capacidad de resistencia de la subrasante para proyectos viales sean urbanos o rurales.
- Se realiza la extracci3n de n3cleos en concreto de la placa de pavimento, de esta manera conocer la resistencia a la compresi3n de dicha placa.

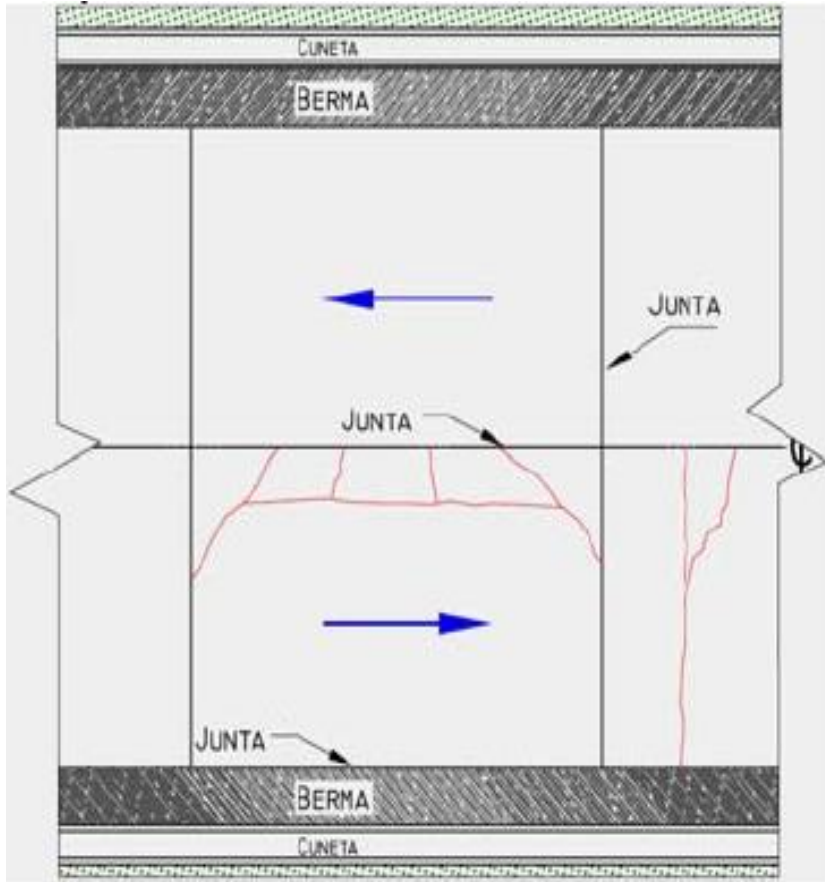
La inspecci3n preliminar a la estructura de pavimento permite obtener informaci3n visual sobre el estado general del pavimento. Esto ayuda a identificar cualquier signo de deterioro y a determinar el mejor curso de acci3n para el mantenimiento y/o reparaci3n del pavimento.

8.2.2. Recopilaci3n de informaci3n necesaria para el estudio.

Reporte de condiciones estado del pavimento r3gido:

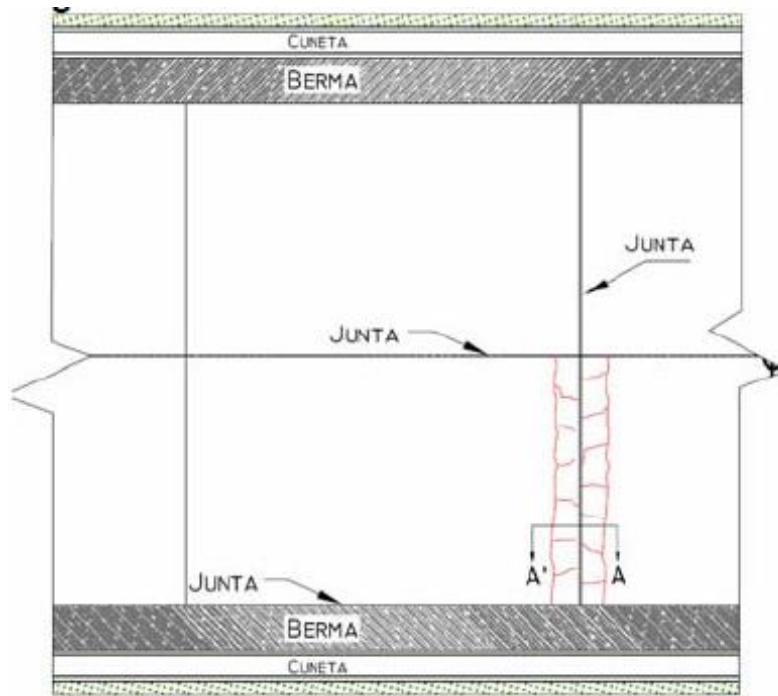
Tipo de da1o: Los da1os evidenciados en el levantamiento de la placa en pavimento r3gido son grietas en bloque o fracturaci3n m3ltiple (GB). Que se muestran por la uni3n de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa de pavimento r3gido simple y tambi3n se presenta Levantamiento localizado (LET).

Gráfica 19: Esquema de grietas en bloque



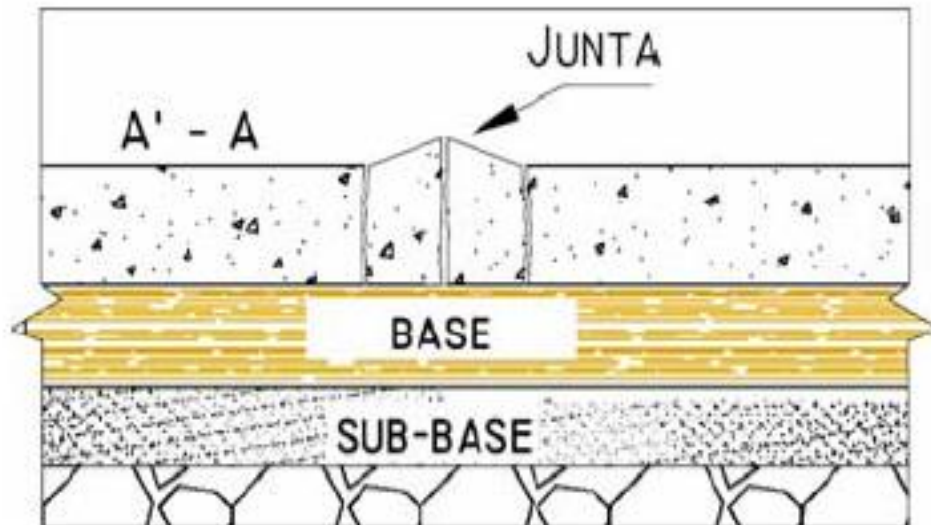
Fuente: Elaboración propia tomada invias, 2006

Gráfica 20: Vista en planta de levantamiento de juntas



Fuente: Elaboración propia tomada de invias, 2006

Gráfica 21: Vista en perfil detalle del levantamiento



Fuente: Elaboración propia tomada invias, 2006

Dimensiones: El paciente es una estructura de placa en concreto simple en la vía sobre la Calle 5 entre carreras 3 y 6 del municipio de Iquira – Huila.

Tabla 2: Dimensiones en campo

Longitud total de la vía	330 m
Área total	1980 m ²
Ancho total	6m
Juntas losa transversales	@ 3m
Juntas losa longitudinales	@3m – 3.5m
Grietas	0.003m hasta 0.01m

El paciente es una estructura de placa en concreto simple, con espesor de 0.08m – 0.1 m. El cual presenta grietas en bloque en la, mayoría de los cuadros dilatados con dimensiones de 3.5m x 3.5m aproximadamente, evidentemente causado por la repetición de cargas pesadas, tiempo de uso e intervenciones anteriores para reposición de red de acueducto. Adicionalmente se evidencia la carencia de manejo de aguas superficiales, las cuales gran parte son absorbidas por la capa de soporte del pavimento motivo por el cual presenta grandes asentamientos y posterior levantamiento localizado.

Estos factores de falta de reposición de la placa por años de servicio, del soporte deficiente de la estructura, el levantamiento de placa, daño en juntas y penetración de escorrentías superficiales fueron las causas de que el paciente presentara estas patologías.

8.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.

Se realizó la respectiva solicitud y trámite del permiso para poder acceder y realizar el estudio de la estructura con la entidad que está a cargo las empresas públicas del municipio de Iquira y la alcaldía Municipal. **ANEXO.1 SOLICITUD PERMISO**

8.2.4. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.

El estudio patológico de un pavimento requiere un equipo de trabajo multidisciplinario que incluye a profesionales de diferentes áreas. A continuación, se describen los roles y las herramientas que cada miembro del equipo debe utilizar:

- Ingeniero civil: se encarga de la planificación y la coordinación general del proyecto. Debe tener experiencia en diseño y construcción de pavimentos. También debe estar familiarizado con los códigos y estándares de construcción.
- Geotécnico: se encarga de realizar pruebas de suelo y determinar la capacidad portante del terreno. También puede realizar pruebas destructivas para medir la resistencia del pavimento.
- Especialista en materiales: se encarga de evaluar la calidad de los materiales utilizados en la construcción del pavimento. También puede realizar pruebas de laboratorio para analizar la composición de los materiales y la resistencia a la fatiga.
- Técnico en topografía: se encarga de realizar mediciones precisas del pavimento y del terreno circundante.
- Laboratoristas: Se encargan de la toma de muestras para la respectiva verificación en el laboratorio.

8.2.5. Definición de los medios para realizar la exploración.

En cuanto a las herramientas, el equipo de trabajo debe contar con:

- Equipos de medición de la resistencia del pavimento, en laboratorio con el fallo de muestras de núcleos de concreto tomados en el paciente.
- Equipos de pruebas de laboratorio para analizar la composición de los materiales utilizados en la construcción del pavimento.
- Software de modelado de pavimentos para crear modelos digitales del pavimento y del entorno circundante.

8.3. Historia clínica.

Registro detallado de la información recopilada durante todo el proceso de evaluación. La historia clínica del estudio patológico es importante para comprender la evolución de la condición del pavimento y proporcionar información detallada para la toma de decisiones sobre el mantenimiento y la reparación del mismo.

8.3.1. Responsables del estudio.

- Ingeniero Isaías Vargas González
- Ingeniero Jorge Leonardo Villegas Bermeo.

8.3.2. Fecha de realización del estudio

Este estudio se ejecutó en el periodo comprendido entre los meses febrero a mayo del 2023.

8.3.3. Datos generales del paciente:

Nombre

Estructura de pavimento Calle 5 entre carreras 3 y 6, Barrio Loma de las Cruz del municipio de Iquira-Huila.

Localización

La estructura de pavimento está ubicada en la Calle 5 entre carreras 3 y 6, Barrio Loma de las Cruz del municipio de Iquira-Huila.

El municipio de Iquira está localizado en la parte occidental del departamento del Huila sobre las estribaciones del volcán nevado del Huila.

Predomina en su topografía la característica montañosa, la cual alterna con valles, mesetas, colinas y pequeños cañones.

Gr3fica 22: Colombia – Huila - 3quira



Fuente: Elaboraci3n propia

Gr3fica 23: Municipio de 3quira, Huila



Fuente: Elaboraci3n propia tomada de Gobernaci3n del Huila

Gráfica 24: Ubicación de la vía en estudio



Fuente: Elaboración propia

Uso

Se realiza diariamente el tránsito vehicular, peatonal y pesado de la población, es una arteria principal del municipio por la cual se desplazan sus habitantes y allegados.

Fecha de construcción.

La fecha de construcción es aproximadamente hace 45 años en el año 1978.

Sistema constructivo

Pavimento rígido en concreto simple.

Técnica constructiva

El sistema constructivo de un pavimento rígido simple está compuesto por varias capas que se colocan sobre la base de la carretera. A continuación, se describen los componentes y pasos del sistema constructivo de un pavimento rígido simple:

- Preparación de la base: La base de la carretera se prepara eliminando cualquier materia orgánica, tierra, piedras o cualquier otro material que pueda afectar la estabilidad de la base. Luego, se compacta la base para darle mayor resistencia.
- Colocación de la capa de subbase: Se coloca una capa de subbase sobre la base compactada. La subbase puede estar compuesta de grava, piedra triturada, arena o material reciclado.
- Colocación de la capa de base: La capa de base se coloca sobre la subbase. Esta capa puede estar compuesta de material granular o de hormigón. La base se nivelará y compactará adecuadamente.
- Colocación de la capa de hormigón: La capa de hormigón se coloca sobre la base. El hormigón se vierte en la carretera y se extiende uniformemente usando reglas y herramientas de acabado. El espesor de la capa de hormigón dependerá del uso previsto de la carretera.
- Curado del hormigón: Después de colocar el hormigón, se debe permitir que se cure adecuadamente. El curado es un proceso esencial para garantizar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido.
- Acabado final: Después de que el hormigón se ha curado, se aplica un sellador o un recubrimiento protector para proteger la superficie del pavimento de los efectos del clima y el tráfico.

Uso actual y previsto del sector

Actualmente se encuentra en uso, se cuenta con el proyecto para la reposición de la red de acueducto, alcantarillado y parcheo de la estructura de pavimento intervenida; además estos ya aprobados para adjudicación de contrato.

- Importancia del paciente

Es una de las vías principales del municipio, conecta la entrada principal con el barrio Loma de la Cruz.

- Sistema estructural y constructivo

Placa de pavimento rígido en concreto simple.

- Normativa actual que lo rige

Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito – invias, Por ser una estructura construida antes del año 2007, esta fue diseñada con la NSR-98 y el TITULO C de la NRS-10 para los ensayos de resistencia del concreto.

8.3.4. En la edificación y/o construcción civil:

- Tipo de cimentación

Suelo natural areno arcilloso compuesto de gravas de hasta 1 1/2" de diámetro, de color café claro.

- Altura

Para esta estructura los espesores de placa encontrados

Tabla 3: Dimensiones de muestras de núcleos tomadas

Núcleo No.	Longitud (mm)	Resistencia (Mpa)
1	90,0	21,5
2	105,0	22,2
3	81,0	22,4
4	66,0	21,0
5	106,0	21,9
6	160,0	22,5

Nota: Diámetro de 75 mm en cada núcleo.

Esto quiere decir que el espesor de la losa tiene un promedio de 101,33 cm y su resistencia promedio obtenida es de 21,9 Mpa.

Área

La longitud total de la vía es de 330m, su ancho promedio es de 6m, esto quiere decir que el área a intervenir son 1.980 m².

Estado general de construcción

Observaciones generales de la placa de pavimento y el suelo de soporte:

Placa de pavimento en evidente estado de deterioro dada los hallazgos de fisuramiento tanto vertical como horizontal, así como la pérdida de la placa de pavimento en ciertos sectores poniendo en riesgo al usuario el transitar por dicha vía.

Información existente

Los resultados de resistencia a la compresión del concreto hidráulico de dicha placa de pavimento está promedio aproximado de 21,9 Mpa, resistencia menor según lo mínimo requerido por diseño para este tipo de pavimentos urbanos. Mínimo requerido por diseño

MR38 -Resistencia a la flexión, sería un concreto de 29 Mpa de resistencia a la compresión axial.

Teniendo en cuenta los resultados de los CBR por el método del PDC, la resistencia de la subrasante y quien en este momento soporta la placa de pavimento no es muy aportante dado que contamos con resultados de CBR que van desde el 2.3% hasta el 6.8%; como también los porcentajes de plasticidad varían entre el 6% y el 35%, por lo cual el suelo de soporte de la placa tiene un potencial de expansión medio.

- Fidelidad de los planos

No existen planimetría del paciente, pero se realizó un respectivo levantamiento topográfico que se encontrara anexo a este estudio.

- Constatación del estado del paciente

La vía calle 5 entre carreras 3 y 6 está al servicio de los habitantes y allegados la cual muestra pésimas condiciones de servicio, sanidad y estética.

Severidad: Alta, dado que la fisuración por bloque ocupa toda la sección del cuadro de dilatación con dimensiones de 3.5m x 3.5m promedio, su estado de serviciabilidad es bajo y su espesor es menor a 10cm. Presencia de vegetación y grandes asentamientos de placa.

8.3.5. Aplicación patológica:

- Geriátrica: Según los análisis y levantamiento de datos iniciales hemos definido nuestro paciente geriátrico por los años de uso, el evidente abandono en mantenimiento, calidad de los materiales y la funcionalidad de la estructura.

8.3.6. Datos específicos de las lesiones

Afectaciones: Se realizó el inventario de daños encontrados en cada una de las patologías y estos se relacionaron en las fichas. **VER ANEXO.2 FICHAS HISTORIA**

CLINICA Y DIAGNOSTICO

Localización y levantamiento de daños: **VER ANEXO.2 FICHAS HISTORIA**

CLINICA Y DIAGNOSTICO

Evaluación física y mecánica y composición y estructura del concreto y/o materiales

Se presentan los resultados de análisis de laboratorios de los materiales obtenidos. **VER ANEXO.3 ANALISIS DE LABORATORIOS**

8.3.7. Descripción de la patología más relevante en el paciente

La patología más relevante en el paciente placa de pavimento es el estado de deterioro dada los hallazgos de fisuramiento tanto vertical como horizontal, así como la pérdida de espesor de la placa de pavimento en ciertos sectores poniendo en riesgo al usuario el transitar por dicha vía.

8.3.8. Clasificación y origen de la patología

Los daños evidenciados en el levantamiento de la placa en pavimento rígido son grietas en bloque o fracturación múltiple (GB). Que se muestran por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa de pavimento rígido simple y también se presenta Levantamiento localizado (LET).

Causas: repetición cargas pesadas, inadecuado diseño estructural en su poco espesor de capa y falta de aceros de juntas y el material de soporte con condiciones de espesor y calidad deficientes.

Así como también por la falta de libertad de movimiento de las losas de concreto, no colocación de barras de transferencia, presencia de estrato de suelo expansivo a poca profundidad.

Para ambos casos con nivel de severidad bajo. Encontrando que se debe a tiempo de servicio y fatiga mayormente, pero que para futuras obras de reparación y reposición deben tenerse en cuenta los procesos constructivos y estéticos.

8.3.9. Datos generales del entorno:

Edificaciones u obras vecinas:

Las obras adyacentes a la vía son viviendas unifamiliares de 1 y 2 pisos, se encuentran 71 viviendas en total con su respectiva instalación de red de servicios de acueducto y alcantarillado, todas sus aguas superficiales son dirigidas a la losa de pavimento directamente y carecen de obras de drenaje superficial, así como la red de alcantarillado pluvial.

Medio ambiente

El surgimiento de cultivos ilícitos desde el año de 1995, ha traído consecuencias de diferente índole y sobre todo en el aspecto ambiental. Se hace necesario crear acciones para evitar la proliferación de estos cultivos mediante programas alternativos de sustitución. La tala la quema de bosques naturales, la contaminación de las quebradas, los desechos y aguas residuales de unidades sanitarias y basuras, la explotación de madera en forma incontrolada; están generando problemas de escasez hídrica en importantes zonas de amortiguación y esponjas naturales de las montañas, situación que es necesario controlar a través de procesos educativos y de concientización de la población respecto a los recursos naturales.

En Iquira se han declarado zonas de reserva para la conservación y protección de los recursos naturales, dos ecosistemas estratégicos de importancia regional por su alta producción hídrica y diversidad biológica de flora y fauna silvestre.

Zona Amortiguadora Parque Nacional Natural Nevado del Huila, se localiza en la periferia del Parque Nacional Natural Nevado del Huila y su función especial dentro del Sistema Nacional de Parques es atenuar las perturbaciones que pueda causar la acción humana. Está ubicada al norte del territorio municipal en zona limítrofe con el municipio de Teruel y el departamento del Cauca, en jurisdicción de las veredas Narvárez, Zaragoza, Nazareth, El Rosario y Lejanías, tiene un área aproximada de 11.478 Has.

Reserva Forestal Municipal Alto Banderas, ocupa la parte central del territorio tomando el filo de Banderas desde la Reserva Forestal de Tarpeya al Sur hasta la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Nevado del Huila al Norte; otra porción del territorio correspondiente a las zonas de recarga de las quebradas El Pato, La Perdiz y El Carmen. Es de gran valor estratégico por ser una estrella hidrográfica donde nacen fuentes tributarias de la cuenca del río Magdalena a través de los ríos Iquira, río Negro, Narvárez y Callejón; su extensión es de 4.511 Has., que comprenden predios de las veredas Villa María, Ibirco, El Pato, El Carmen, Quebradón, Nazareth y Zaragoza.

Por la fragilidad de estos ecosistemas y su alta vulnerabilidad a las actividades humanas, estas zonas han quedado sometidas a un régimen especial de uso con las siguientes características:

Uso principal, conservación, revegetalización y repoblamiento con especies nativas; uso Complementario, investigación, turismo supervisado, recreación pasiva, uso condicionado, construcción de infraestructura y uso prohibido, caza, explotación agrícola, pecuaria, forestal o minera.

Temperatura

La temperatura promedio es de 22°C. La precipitación promedio de Iquira en el casco urbano es de 1.880 mm/año, con una humedad relativa del 80% al 85%.

Los 516 Km² se encuentran distribuidos en los siguientes pisos térmicos:

- Piso subandino: temperatura promedio de 6° y 3° y una altitud de 4.000 a 4.500 msnm.
- Piso montano: temperatura promedio de 12° y 6° y una altitud de 3.000 a 4.000 msnm.
- Piso Montano bajo: temperatura promedio de 18° y 12° y una altitud de 2.000 a 3.000 msnm
- Piso Pre montano: temperatura promedio de 24° y 18° y una altitud de 1.000 a 2.000 msnm
- Piso basal o tropical: temperatura promedio más de 24° y una altitud de 0 a 1.000 msnm.

Precipitaciones

De acuerdo con los registros del IDEAM, la precipitación promedio en el casco urbano del municipio de Iquira es de 1.880 mm/año, con una humedad relativa del 80% al 85%. En la parte alta o zona de cordillera, a los 1.000 metros sobre el nivel del mar la precipitación es de 2.000 mm/año y la evaporación es de 1.700 mm/año. Se identifican periodos lluviosos entre marzo y mayo y el segundo entre octubre y diciembre con el 42% y 45% de precipitación respectivamente.

Nivel freático y escorrentías

Amenaza por Inundación: Las zonas con amenaza por inundación corresponden principalmente a los drenajes que tienen influencia en la cabecera municipal son las quebradas Grande o Ibirico, la lagartija y los caños que recogen aguas lluvias.

Al suroccidente del casco urbano pasa la quebrada Cachimbo, a la cual también se le ha determinado unas zonas con amenaza por inundación sobre ambas márgenes. Cada una de estas corrientes de agua tiene asociada un área sobre ambas márgenes donde existe amenaza alta por inundación. Para la quebrada Grande o Ibirico se delimita además una zona con amenaza media por inundación.

La zona donde se ha originado deslizamientos coincide con el área por donde pasa la traza de la falla de Pacarní. Allí existe un talud con pendiente alta. El material de suelo y roca está triturado. En el barrio el Jardín sobre la carrera 5^a, existen 7 viviendas ubicadas dentro de la zona mencionadas anteriormente, en las partes traseras de estas viviendas se evidencia el fenómeno de inestabilidad cuyo nombre se puede catalogar como un deslizamiento rotacional, el cual se activa durante épocas de invierno, tal como ocurrió en abril de 1998, que después de un fuerte aguacero, se desprendió material y obstruyó la vía Pacarní. El proceso se veía acelerado por la presencia de mangueras que descargaban aguas residuales de las viviendas sobre el talud.

Amenaza alta por erosión fluvial: Corresponde al sector localizado al norte de la calle 7 con carrera 7 sobre la margen derecha aguas debajo de la quebrada Grande o Ibirico, donde existe un escape y talud de la terraza muy inclinado y profundo. Este lugar corresponde a un cambio brusco en la dirección de la quebrada debido a que por ahí pasa la traza de la falla de Pacarní. Ese cambio en la dirección conlleva a que las aguas de la quebrada ejerzan una acción erosiva contra el talud de la margen derecha provocando su desestabilización. (Asis. Iquirá, 2017).

8.3.10. Arquitectura (descripción general)

Calificación:

El pavimento rígido, sectorizado por cuadra de 100 m con un ancho de 6 m con dos carriles (vía bidireccional) y estará confinada por sardineles en ambos extremos.

En la construcción de vías urbanas existen unas consideraciones mínimas, que deben cumplirse así:

Gráfica 25: Criterio estandarizado.

Tránsito	Ejes Acumulados de 8,2 Ton (máx)	1.000.000 ³
Periodo de diseño	(Años)	20
Suelo	CBR Subrasante (%)	5 - 10
	Mód. Resiliente (Kg/cm ²)	500 - 1000
	Mód. de Reacción Subrasante (Mpa/m)	40 - 55
	Mód. de Reacción Base Granular (Mpa/m)	49 - 62
Terreno	Plano	
Zona	Urbana	
Características de la vía	Ancho de la vía	7 ml
	Pendiente Bombeo	2%

Fuente: DNP, 2015

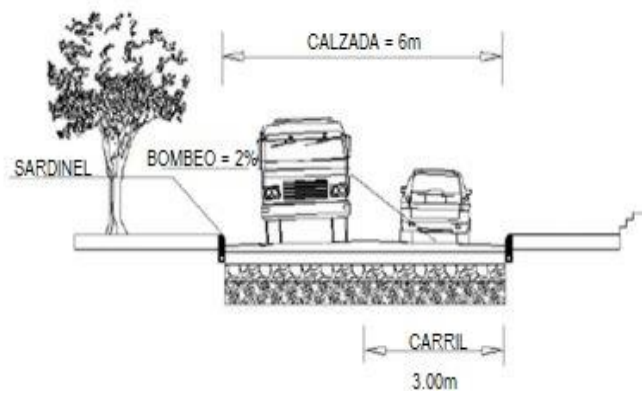
- Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo (técnico y tecnológico)

Detalles de un tramo de pavimento rígido de 100 m:

- El ancho de la vía será de 6 m entre los sardineles y tendrá pendientes de bombeo del 2%.
- La placa de concreto hidráulico tiene 18 cm de espesor con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm² con juntas transversales cada 3 m y una junta longitudinal en el centro de la calzada.

- La capa de base Granular de 15 cm de espesor cumpliendo con todas las características exigidas por el Invias.
- Los pasadores entre las juntas de 7/8" de diámetro con una longitud de 35 cm, separados entre si cada 30 cm.
- Las Juntas longitudinales tendrán barras de amarre de 1/2" con una longitud de 85 cm separadas entre sí cada 120 cm.
- El concreto debe tener un Módulo de Rotura mínimo de 29 Mpa y deberá cumplir con las condiciones establecidas en el Artículo 500 de las Normas y Especificaciones 2012 del INVIAS.

Gráfica 26: Esquema representativo eje transversal vía, en un escenario ideal

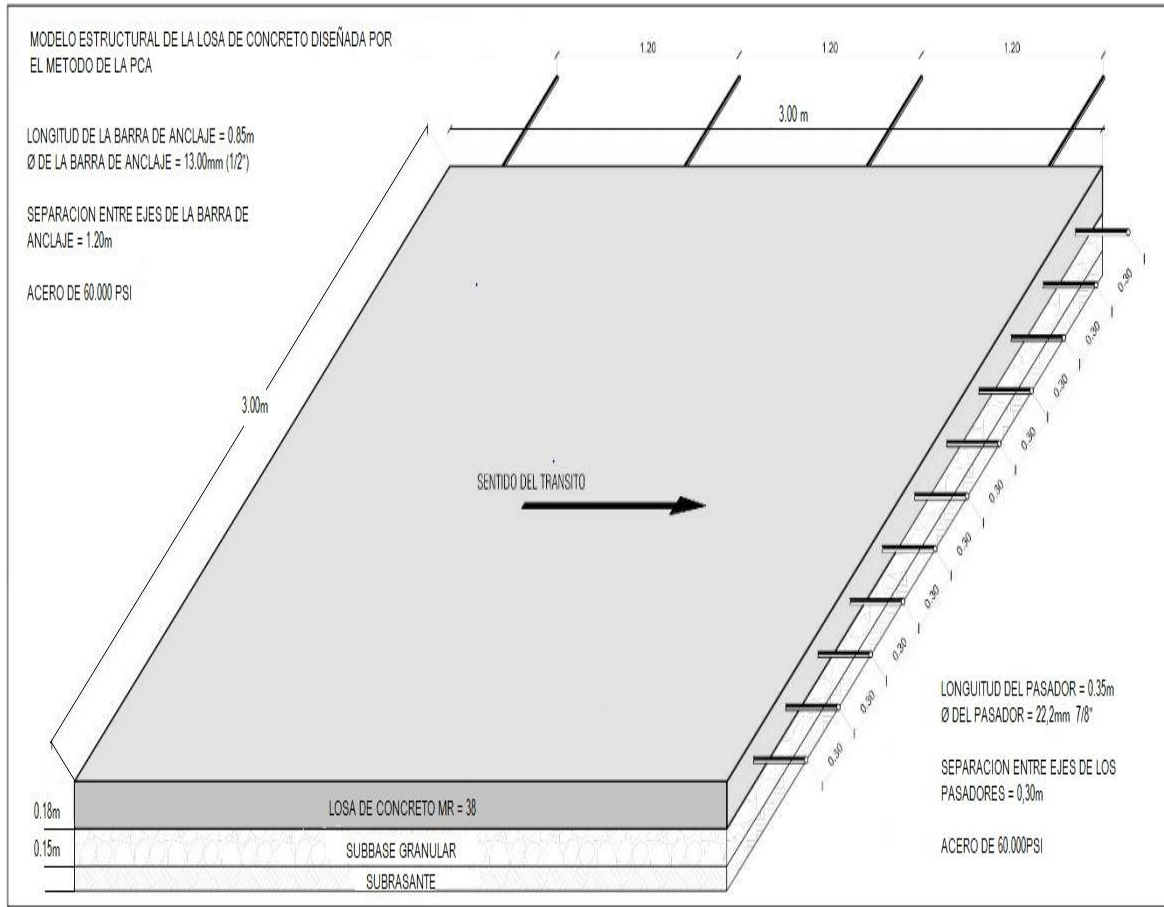


Fuente: Elaboración propia

8.3.11. Estructura

La losa de concreto existente no cumple con los diseños ni con las especificaciones técnicas de la norma por lo que se presenta el siguiente esquema en condiciones mínimas ideales:

Gráfica 27: Modelo estructural para estructura de pavimento nueva



Fuente: Elaboración propia

8.3.12. Suelos y cimentaciones

La empresa Construsuelos y suministros realizo las respectivas identificaciones del sector según el alcance físico del proyecto; para luego y de manera aleatoria y representativa ubicar puntos críticos del sector a intervenir.

Elaboraron apiques de manera manual, con dicha actividad identificaron espesores de placa de pavimento y suelos de soporte de dicha placa de pavimento, se realiza el muestreo (Ver perfil del suelo). **ANEXO 3. ANALISIS DE LABORATORIOS.**

Tabla 4: Apiques toma de muestras de suelos

Apique N°	Ubicación	Resultado s.u.c.s
1	Calle 5 No. 3-04	Limo baja plasticidad ML Arcilla de baja plasticidad CH
2	Calle 5 No. 3-59	Arena Arcillo limosa con Grava SC-SM Arcilla media plasticidad con arena CL
3	Calle 5 No. 4-38	Arcilla alta plasticidad arenosa CH
4	Calle 5 No. 4-75	Arena arcillosa SC
5	Calle 5 No. 5-04	Arena arcillosa con grava SC
6	Calle 5 No. 5-41	Grava arcillosa con arena GC

Nota: Profundidad de 1.5 m en cada uno de los apiques

Gráfica 28: Apique No. 3, Calle 5 No. 4 - 38



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 29: Apique No. 4. Calle 5 No. 4 - 75



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 30: Apique No. 5. Calle 5 No. 5 – 04



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 31: Apique No. 6. Calle 5 No. 5 – 41



Fuente: Elaboración propia

VER ANEXO 3. ANALISIS DE LABORATORIOS

8.4. Diagnostico.

Sintomatología:

La estructura de pavimento rígido contiene presencia de grietas y fisuras manifestadas a través de diferentes síntomas, como:

- Irregularidades en la superficie del pavimento, como baches y desniveles.
- Deterioro del borde de la grieta o fisura, con la aparición de huecos o agujeros.
- Acumulación de agua en las zonas afectadas, lo que puede aumentar el riesgo de accidentes.

Se evidencia bastante deterioro y levantamiento localizado de la estructura, la cual deja en descubierto el poco espesor de la losa, la perdida de soporte de la misma por el continuo desplazamiento de aguas superficiales, la estructura no cuenta con el bombeo necesario por lo que las aguas superficiales no son desplazadas a borde de ancho total.

As3 mismo la estructura no est3 confinada mediante bordillos en sus laterales, no est3n selladas las juntas de dilataci3n por lo que se produce infiltraci3n de las aguas superficiales. La falta de obras de drenaje acelera el deterioro de la estructura, la cual no cuenta con cunetas, sumideros u otras obras que minimicen este fen3meno de ca3da y desplazamientos de aguas; as3 tambi3n las aguas lluvias caen de manera directa a la losa de pavimento por la ausencia de tuber3as de bajantes de aguas lluvias.

Gr3fica 32: Presencia Grietas y fisuras, ausencia de obras de drenaje



Fuente: Elaboraci3n propia

Gr3fica 33: Levantamiento localizado, ausencia de bordillas de confinamiento



Fuente: Elaboraci3n propia

8.4.1. Lesiones

- Grietas
- Fisuras
- Levantamiento localizado
- Asentamiento
- Desgaste o descascaramiento
- Desplazamientos

VER ANEXO. 2 FICHAS HISTORIA CLINICA Y DIAGNOSTICO

8.4.2. Ensayos destructivos y no destructivos

Se propusieron realizar ensayos destructivos y no destructivos así:

- Caracterización del suelo mediante apiques, obtención de perfil estratigráfico.
- Ensayos de CBR por el método de PDC.
- Extracción de núcleos en concreto de la losa de pavimento.

Teniendo en cuenta las condiciones presentadas las lesiones en el pavimento pueden clasificarse de varias maneras:

- Grietas: Son fisuras que aparecen en la superficie del pavimento y que pueden presentarse en diferentes formas, como longitudinales, transversales o en forma de bloque.
- Fisuras: Son aberturas que se extienden más allá de la capa superficial del pavimento y pueden ser causadas por la expansión y contracción del pavimento debido a las fluctuaciones de temperatura.
- Agrietamiento por fatiga: Es el resultado del desgaste repetido que provoca la aparición de grietas finas y superficiales en la superficie del pavimento.
- Hundimientos: Son depresiones en la superficie del pavimento que pueden estar causadas por la falta de compactación del suelo subyacente, por erosión o por el desplazamiento de la base del pavimento.

- Desportillamiento: Es la pérdida de parte del material del pavimento en la superficie, generalmente en los bordes de las grietas o fisuras.

6. Abrasión: Es el desgaste de la superficie del pavimento debido al tráfico vehicular, lo que puede causar la aparición de baches y reducir la vida útil del pavimento.

Penetrómetro dinámico de cono (PDC).

Tabla 5: Resultado PDC

Punto:	Prueba	Ubicación	Resultado CBR % \bar{x}
1	PDC	Calle 5 No. 3-04	7,4%
2	PDC	Calle 5 No. 3-59	8,1%
3	PDC	Calle 5 No. 4-38	6,4%
4	PDC	Calle 5 No. 4-75	19,5%
5	PDC	Calle 5 No. 5-04	17,06%
6	PDC	Calle 5 No. 5-41	7,8%

Extracción de Núcleos concreto.

Tabla 6: Resultados extracción núcleos

Punto:	Prueba	Ubicación	Resultado Mpa \bar{x}
1	Extracción de núcleos	Calle 5 No. 3-04	21,5 Mpa
2	Extracción de núcleos	Calle 5 No. 3-59	22,2 Mpa
3	Extracción de núcleos	Calle 5 No. 4-38	22,4 Mpa
4	Extracción de núcleos	Calle 5 No. 4-75	21,0 Mpa
5	Extracción de núcleos	Calle 5 No. 5-04	21,9 Mpa
6	Extracción de núcleos	Calle 5 No. 5-41	22,5 Mpa

Gráfica 34: Punto prueba PDC 3. Calle 5 No. 4 - 38



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 35: Punto Extracción de Núcleo 4. Calle 5 No. 4 - 75



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 36: Punto Extracción de Núcleo 4. Calle 5 No. 4 - 75



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 37: Punto Extracción de Núcleo 5. Calle 5 No. 5 - 04



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 38: Punto prueba PDC 5. Calle 5 No. 5 - 04



Fuente: Elaboración propia

Gr3fica 39: Punto Extracci3n de N3cleo 6. Calle 5 No. 5 – 41



Fuente: Elaboraci3n propia

- Placa de pavimento en evidente estado de deterioro dada los hallazgos de fisuramiento tanto vertical como horizontal, as3 como la perdida de la placa de pavimento en ciertos sectores poniendo en riesgo al usuario el transitar por dicha v3a.
- Los resultados de resistencia a la compresi3n del concreto hidr3ulico de dicha placa de pavimento est3 promedio aproximado de 21 Mpa, resistencia menor seg3n lo m3nimo requerido por dise1o para este tipo de pavimentos urbanos. M3nimo requerido por dise1o MR38 -Resistencia a la flexi3n, ser3a un concreto de 29 Mpa de resistencia a la compresi3n axial.
- Teniendo en cuenta los resultados de los CBR por el m3todo del PDC, la resistencia de la subrasante y quien en este momento soporta la placa de pavimento no es muy aportante dado que contamos con resultados de CBR que van desde el 2.3% hasta el 6.8%; como tambi3n los porcentajes de plasticidad var3an entre el 6% y el 35%, por lo cual el suelo de soporte de la placa tiene un potencial de expansi3n medio.

9. Propuesta de Intervención.

Dadas las observaciones anteriores frente las deficiencias de la placa de pavimento:

Tanto en resistencia como espesor y las posibles afectaciones a generar por la ejecución del proyecto de intervención inicial programado se recomienda realizar la reposición total de la placa de pavimento en los tramos o sectores evaluados objeto de este estudio patológico.

Se recomienda realizar un diseño de pavimento en concreto hidráulico o pavimento rígido en el cual se realice un espesor de placa de 18cm con un soporte de estructura en subbase de 20cm material de dicha placa el cual mitigue en su totalidad los posibles cambios volumétricos por expansión o contracción del suelo natural.

Se recomienda realizar la construcción de obras complementarias (drenajes, desarrollo urbano, etc.) las cuales ayuden al mejoramiento de la calidad de vida de los múltiples usuarios de este tramo de vía.

Se recomienda en el momento de ejecutar el proyecto evaluar y mitigar los diferentes riesgos que hubieren dada la composición del suelo.

Así mismo la intervención de la red de acueducto y alcantarillado inicialmente planteados, para la reposición de tuberías, realizando la excavación mecánica con el respectivo retiro y disposición final de la misma; así como la instalación de material granular de calidad y compactación adecuado para el relleno de brecha.

10. Presupuesto.

Reposición de la red de acueducto y alcantarillado sanitario y mejoramiento la estructura completa de pavimento rígido de la calle 5 entre carrera 3 y 6 del barrio loma de la cruz, zona urbana del municipio de Iquira. Consta del desarrollo de las actividades de:

- Reposición de la red de acueducto: capítulo 1 con un costo total de **\$94,415,606.00**. Que incluyen la instalación de la red principal en tubería de 3” e instalación de 81 domiciliarias en tubería PF +UAD de 1/2" RDE 9.
- Reposición de la red de alcantarillado sanitario capítulo 2 con un costo total de **\$434,986,832.00**. Que incluyen la reposición de la red principal en tubería de 8” y domiciliarias en tubería de 6” con respectivas cajas de inspección, la construcción de 7 pozos de inspección.
- Estructura de pavimento: capítulo 3 con un costo total de **\$501,524,747.00**. Que incluye la excavación, suministro de subbase granular y compactación de la capa de soporte; y un concreto de resistencia de 29 Mpa.
- Total, costo Directo: **\$ 1,030,927,185.00**, más costos de administración, imprevistos y utilidad que representan un 30% con un valor de \$309.278.156. Para un gran total de la obra de **\$1,340,205,341.00**

ÍTEM DE PAGO	DESCRIPCIÓN	UND	VALOR UNITARIO	CANT	VALOR TOTAL
1 PRELIMINARES					
1.1	Replanteo topográfico de la red de acueducto	ml	\$ 2,548.00	330.00	\$ 840,840.00
			Subtotal		\$ 840,840.00
2 EXCAVACION					
2.1	Excavación manual en material conglomerado (H=0 a 2m)	m3	\$ 31,000.00	351.00	\$ 10,881,000.00
			Subtotal		\$ 10,881,000.00
3 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS EN RDE 21					
3.1	Suministro e Instalación de tubería PVC diámetro 3" RDE 21 unión mecánica Incluye: Transporte al sitio de la obra, cama y relleno en arena hasta 15cm por encima de cota clave y cinta de señalización sobre la tubería a una altura de 20 cm.	ML	\$ 69,076.00	330.00	\$ 22,795,080.00
3.2	Suministro e Instalación Tee de 3" x 3" x 3" en PVC RDE21 Incluye atraque en concreto 2.500psi	UND	\$ 662,381.00	1.00	\$ 662,381.00
3.3	Suministro e Instalación codo de gran radio PVC de 3 "x90° Unión mecánica RDE21. Incluye atraque en concreto 2.500psi	UND	\$ 134,792.00	0.00	\$ -
			Subtotal		\$ 23,457,461.00
4 DOMICILIARIAS					
4.1	Suministro e instalación de domiciliarias (Promedio de 0 a 6ml) en tubería PF +UAD de 1/2" RDE 9. Incluye: Tubería de 1/2", Collar de Derivación de 3" x 1/2", Válvula anti fraude, Válvulas de bola de 1/2", y accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	UND	\$ 253,112.00	81.00	\$ 20,502,072.00

Subtotal \$ 20,502,072.00

5 RELLENO DE BRECHA

5.1 Relleno de brecha con material recebo granular compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 30cm. IP < 10%, según norma INVIAS 96, Dm=95% según PM. M3 \$ 95,555.00 316.00 \$ 30,195,380.00

5.2 Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación, compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 30cm. IP <13%, según norma INVIAS 96, Dm=95% según PM. M3 \$ 16,691.00 35.00 \$ 584,185.00

Subtotal \$ 30,779,565.00

6 RETIRO DE MATERIAL

6.1 Recolección, cargue de material sobrante en volqueta hasta botadero distancia menor a 5 km. Incluye: herramienta menor, transporte, mano de obra, factor de expansión y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra M3 \$ 25,173.00 316.00 \$ 7,954,668.00

TOTAL COSTOS DE OBRA ACUEDUCTO **\$ 94,415,606.00**

REPOSICION DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE 5 ENTRE CARRERA 3 Y 6 DEL BARRIO LOMA DE LA CRUZ, ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE IQUIRA

1 PRELIMINARES

1.1 Localización, replanteo y control en campo de los niveles de precisión de la red de alcantarillado ML \$ 5,798.00 328.00 \$ 1,901,744.00

Subtotal \$ 1,901,744.00

2 EXCAVACION Y RELLENOS RED PRINCIPAL

2.1 Excavación Mecánica a todo factor. Incluye: Acompañamiento de mano de obra y equipo. M3 \$ 15,265.00 991.00 \$ 15,127,615.00

4.2	Relleno de brecha con material recebo granular compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 30cm. IP < 10%, según norma INVIAS 96, Dm=95% según PM.	M3	\$ 95,555.00	376.00	\$ 35,928,680.00
4.3	Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación, compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 30cm. IP <13%, según norma INVIAS 96, Dm=95% según PM.	M3	\$ 16,691.00	94.00	\$ 1,568,954.00
4.4	Recolección, cargue de material sobrante en volqueta hasta botadero distancia menor a 5 km. Incluye: herramienta menor, transporte, mano de obra, factor de expansión y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra	M3	\$ 21,591.00	376.00	\$ 8,118,216.00
4.5	Suministro e Instalación de tubería y accesorios de PVC. Incluye: localización, replanteo, nivelación, arreglo del fondo de la zanja, bajada y empalme del tubo, uso de herramienta y mano de obra, lubricante, suministro e instalación de gravilla para cimiento en una altura de 10 cm., material de recebo para atraque hasta 15 cm. por encima del tubo, compactado a mano y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra, para tuberías de: PVC Ø 6" Alcantarillado.	ML	\$ 71,112.00	401.00	\$ 28,515,912.00
4.6	Suministro e instalación de Cajilla de domiciliaria inspección para alcantarillado sanitario a todo costo en concreto simple de 3000 Psi impermeabilizado, de dimensión 0,60*0,60m libres; espesor de paredes de 0,10m. Tapa en concreto reforzado en hierro de 3/8" separados cada 0,15 m. en ambos sentidos, base 0,9*0,9*0,15 m. Incluye: producción, formaleta, vaciado, desencofrado y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.	UND	\$ 387,806.00	51.00	\$ 19,778,106.00
Subtotal					\$ 108,479,868.00

5 SUMINISTRO DE DOMICILIARIAS

5.1	Suministro kit Silla Y de 200 mm a 160 mm de tubería PVC.	UND	\$ 187,886.00	70.00	\$ 13,152,020.00
-----	---	-----	---------------	-------	------------------

Subtotal					\$ 13,152,020.00
----------	--	--	--	--	------------------

6 CONSTRUCCION DE POZOS

6.1	Construcción de pozo de inspección a todo costo, en concreto de 4000 PSI de resistencia a los 28 días, espesor de 0,20 m. Incluye: formaleta, producción, mezcla, vaciado, desencofrado, cañuelas pulidas en concreto puro, escalones en hierro de 3/4" separados cada 0,40 m. Llevará cono de reducción, diámetro interno de 1,20 m. y espesor 0,20 m., suministro e instalación de aro tapa, mano de obra, curado, desencofrada, equipo, herramientas y todo lo relacionado para la correcta ejecución de la obra; diámetro total 1,60 m. incluye: Base y cañuela. Pozo de Inspección 0- 3.0 metros de altura.	UND	\$ 3,244,183.00	7.00	\$ 22,709,281.00
-----	--	-----	-----------------	------	------------------

Subtotal					\$ 22,709,281.00
----------	--	--	--	--	------------------

TOTAL COSTOS DE OBRA ALCANTARILLADO					\$ 434,986,832.00
--	--	--	--	--	--------------------------

7 PRELIMINARES PAVIMENTO

7.1	Localización y replanteo	m2	\$ 2,409.00	1,930.00	\$ 4,649,370.00
-----	--------------------------	----	-------------	----------	-----------------

7.2	Demolición de Pavimento (Incluye retiro de sobrantes)	m2	\$ 27,793.00	1,930.00	\$ 53,640,490.00
-----	---	----	--------------	----------	------------------

Subtotal					\$ 58,289,860.00
----------	--	--	--	--	------------------

8 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

8.1	Excavación mecánica en material común hasta 2m, incluye transporte hasta 10 km	m3	\$ 35,732.00	834.00	\$ 29,800,488.00
8.2	Conformación de calzada existente.	m2	\$ 4,503.00	1,930.00	\$ 8,690,790.00
8.3	Suministro e instalación de subbase granular Esp. 320-13 INV.	m3	\$ 176,906.00	487.00	\$ 86,153,222.00
8.4	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; incluye la preparación de la superficie de apoyo	ml	\$ 68,850.00	660.00	\$ 45,441,000.00

8.5	Pavimento en concreto hidráulico MR 38, con trabazón de agregados, juntas de dilatación selladas con material texturizado y elástico máx. 3,8 m., pasadores transversales en hierro liso de 7/8" de diámetro, longitud 0,35 m, espaciados cada 0,30m y longitudinales en hierro corrugado de 1/2" de diámetro, longitud 0,85 m separadas 1,2 m, curado con antisol (según diseño)	m3	\$ 782,663.00	349.00	\$ 273,149,387.00
-----	---	----	---------------	--------	-------------------

Subtotal \$ 443,234,887.00

TOTAL, COSTOS DE OBRA PAVIMENTACION \$ 501,524,747.00

SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS \$ 1,030,927,185.00

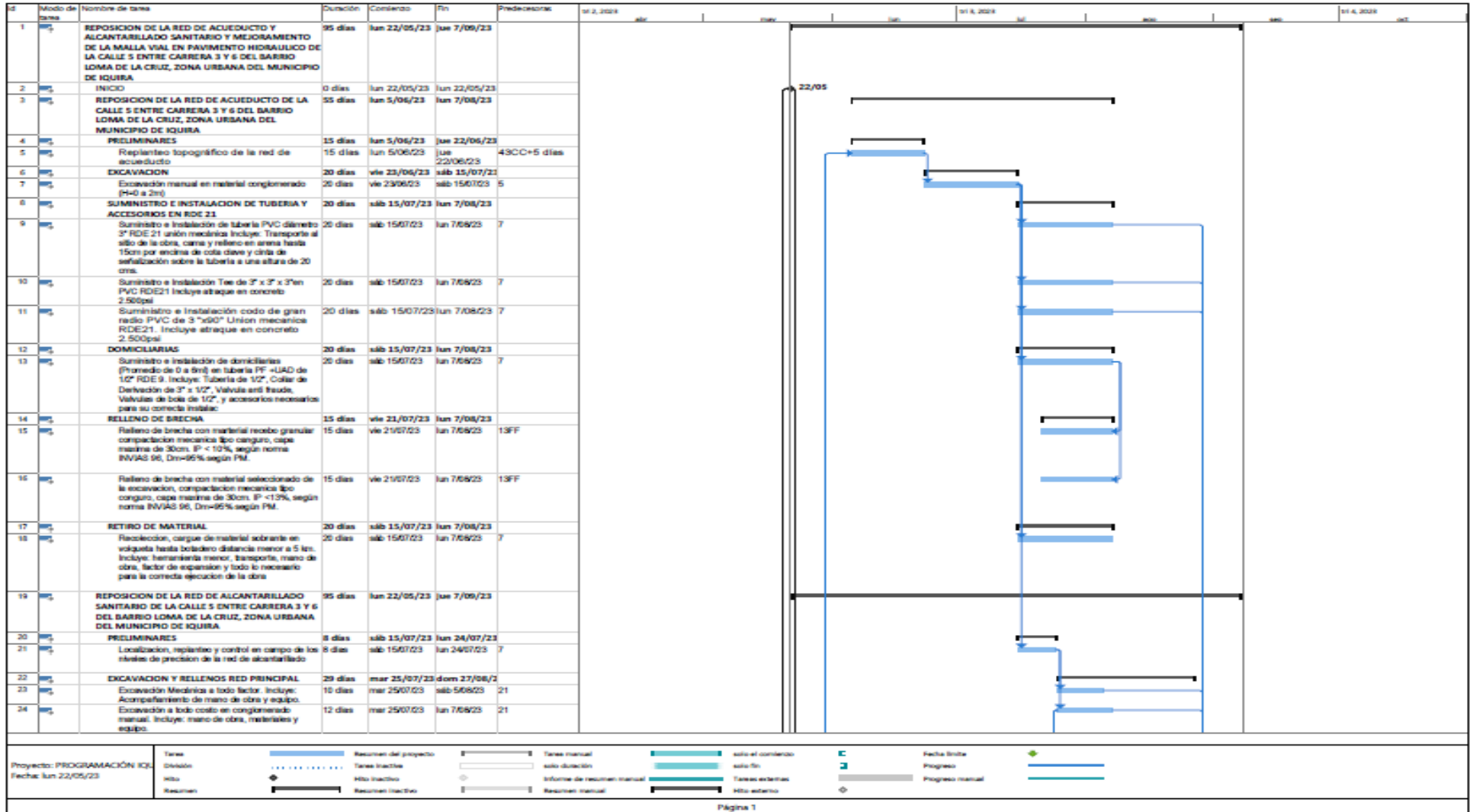
ADMINISTRACION 23.00% \$ 237,113,253.00

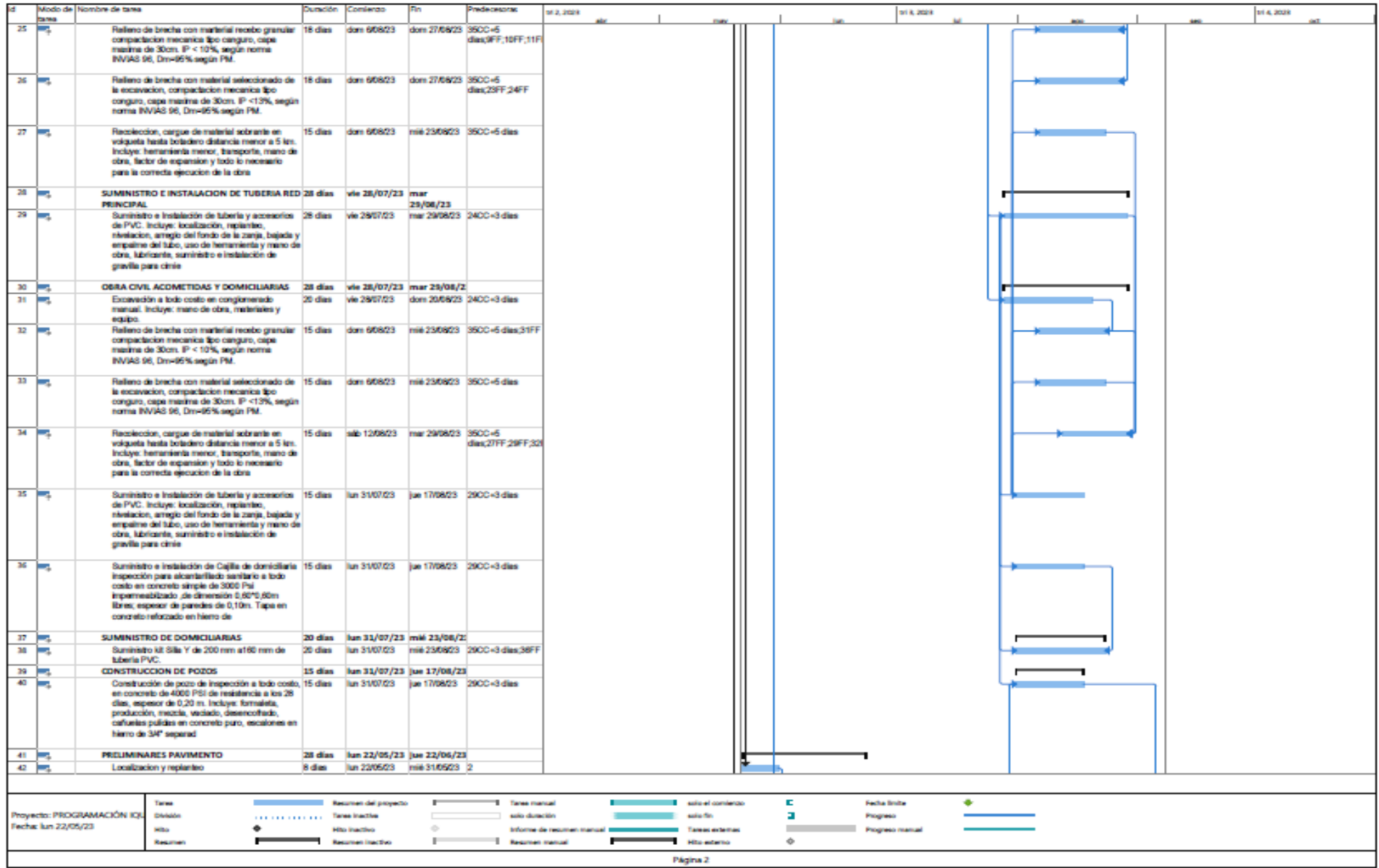
IMPREVISTOS 2.00% \$ 20,618,544.00

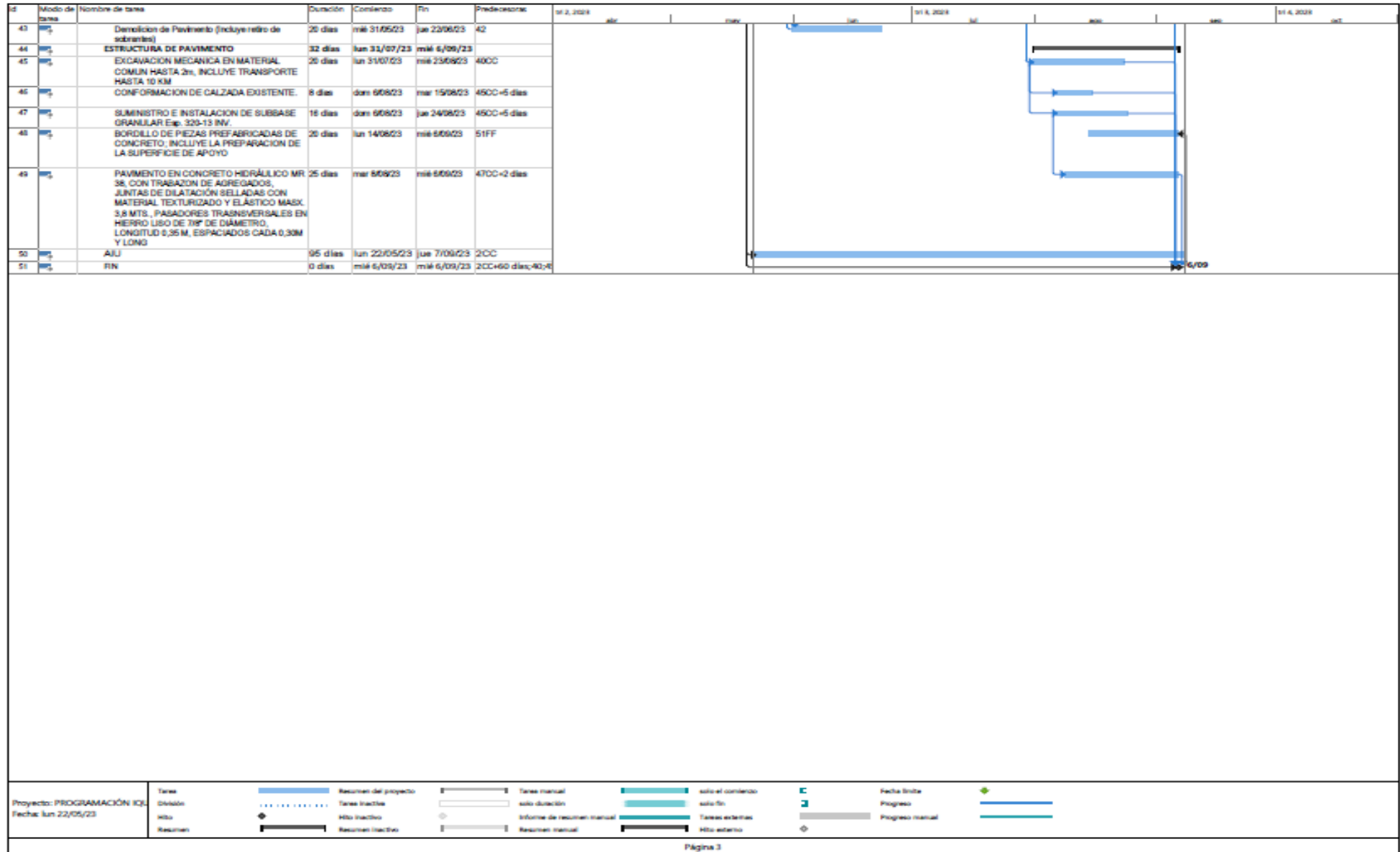
UTILIDADES 5.00% \$ 51,546,359.00

VALOR TOTAL \$ 1,340,205,341.00

11. Programación.







La programación presentada tiene una duración de cuatro (04) meses, los cuales comprenden inicialmente las obras de demoliciones y retiros de materiales de escombros, seguidamente iniciar dos frentes de trabajo con la reposición de las redes de acueducto y alcantarillado y la construcción de pozos de inspección obras que tomaran para su conformación 2.5 meses, finalizando con la construcción de la estructura de pavimento para la cual se tomara 1.5 meses para un total de 4 frentes de obra para su intervención.

12. Análisis de resultados.

El pavimento rígido no cumple con la resistencia requerida por la norma, una vez identificadas las causas, se pueden tomar medidas correctivas para mejorar la resistencia del pavimento. Esto puede incluir la reparación de áreas problemáticas, la adición de refuerzos estructurales, la mejora de la compactación o la modificación de la técnica de construcción utilizada.

Cuando se realiza una evaluación del suelo de soporte se determina que no cumple la resistencia requerida para el pavimento rígido, es necesario tomar medidas para mejorar la capacidad de soporte del suelo.

Esto demostró la identificación y análisis de las patologías presentes en el pavimento, tales como fisuras, desprendimientos, hundimientos, grietas, entre otros.

Las posibles causas de estas patologías pueden ser variadas, y pueden incluir problemas en la calidad del material utilizado, técnicas de construcción inadecuadas, falta de mantenimiento, tráfico pesado, impacto de la intemperie a lo largo del tiempo, entre otros factores.

Es importante considerar que el pavimento ya ha sufrido un daño significativo, la mejor solución puede ser la reconstrucción del pavimento. Toda vez que las condiciones iniciales

ya previstas contemplan solo la restitución de las áreas afectadas y en el proceso constructivo al realizar las actividades de demolición estas no serían favorables pues por más de realizar cortes de límite para levantar el concreto solo intervenido, se generaría desprendimiento del concreto adyacente ya que en su mayoría de encuentra con grietas y fisuras que van de extremo a extremo de las juntas de dilatación.

12. Conclusiones y recomendaciones.

El presente estudio patológico permitió identificar las patologías presentes y las causas que las originaron. Este proporciono información valiosa para tomar decisiones sobre las medidas correctivas que se deben tomar para restituir el pavimento y mejorar su resistencia.

Se lograron identificar las patologías presentes en el pavimento, tales como fisuras, desprendimientos, hundimientos, grietas, entre otros.

Se pueden analizaron las posibles causas de las patologías presentes, como problemas en la calidad del material utilizado, técnicas de construcción inadecuadas, falta de mantenimiento, tráfico pesado, impacto de la intemperie a lo largo del tiempo, entre otros factores.

Se logro determinar el estado actual del pavimento, lo que ayudo a tomar las decisiones sobre las medidas correctivas que se deben tomar.

Identificamos las medidas correctivas necesarias para restituir el pavimento y mejorar su resistencia. Esto incluyo la reparación del área completa, la adición de refuerzos estructurales como las canastillas con dovelas y aceros longitudinales para transmitir las cargas, pues la estructura existente carecía de refuerzo y la mejora de la capa de suelo de soporte además de la modificación de la técnica de construcción inicialmente sugerida.

El estudio patológico del pavimento rígido es esencial para garantizar su resistencia y durabilidad a lo largo del tiempo. Identificar las patologías presentes y las causas que las originaron puede proporcionar información valiosa para tomar decisiones informadas y efectivas sobre las medidas correctivas necesarias.

El costo total de la obra propuesto es de **\$1,340,205,341.00 pesos**, con una duración estimada de cuatro (04) meses, iniciando por labores de demolición de placa existente en mal estado retiro y disposición de la misma a sitio autorizado, y con la intervención de 4 frentes de trabajo en total para su ejecución total.

13. Bibliografía.

- 360 Concreto (s.f.). *Consideraciones para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico*. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/consideraciones-para-construccion-de-pavimentos-de-concreto-hidraulico/>
- 360 Concreto (s.f.). *Historia y origen de los pavimentos de concreto en Colombia*. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/historia-de-pavimentos-de-concreto-en-colombia/>
- Alcaldía de Bogotá (s.f.). *Documentos para construcciones: Sismorresistentes*. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=26149>
- Beltrán, C. & Cárdenas, J. (2018). *Evaluación preliminar del impacto ambiental de la pavimentación en la Carrera 46 entre Calles 14 y 16 del barrio Colinas, en el municipio de Acacías, departamento del Meta*. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/7059176f-981a-407e-b41a-559af1a24dec/content>
- Farzam, H. (2000). *Cement and Concrete Terminology*. http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20116R-00%20Cement%20and%20Concrete%20Terminology_MyCivil.ir.pdf
- Figuroa, T. & Palacio, R. (2008). Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín. *Revista E.I.A. Escuela de Ingenieros Antioquia*, No. 10. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372008000200010&lng=en&nrm=.pf&tlng=es

Hillón, A., López, V. & Ortega, A. (2017). *Estudio patológico de pavimento rígido Paso Nacional por Ipiales Carretera Guachucal – Ipiales PR 21+800 – PR 23+800 Carrera 7 entre Calles 24 y 34 Ipiales (Nariño)* [Trabajo de Especialización].
 Universidad Santo Tomás.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10203/Hill%20C3%B3nANDRES2017.pdf?sequence=1>

INVÍAS (2006). *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/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>

Lamond, J. (1997). *Guide for use of normal weight and heavyweight aggregates in concrete*.
http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20221R-96%20R01%20Guide%20for%20Use%20of%20Normal%20Weight%20and%20Heavyweight%20Aggregates%20in%20Concrete_MyCivil.ir.pdf

Mocondino, j. (11 de marzo de 2020). *¿Qué son los pavimentos y cómo se clasifican?*.
 LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-pavimento-y-c%C3%B3mo-se-clasifican-jhonn-jairo-mocondino-r-/?originalSubdomain=es>

Sika (2017). *Concreto: Reforzamiento de estructuras de concreto*.
<https://col.sika.com/dms/getdocument.get/c5fbb55d-9240-3b09-9eee-edf695806345/Reforzamiento%20Estructuras%202017.pdf>

Universidad Santo Tomás (s.f.). *La norma sismorresistente NSR-10 en nuestro libro guía, nuestra bitácora y nuestro principal material de consulta*.

https://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/leonardomartinez-tecnicasconstructivas-2/norma_nsr10.html

14. Anexos.

ANEXO.1 SOLICITUD PERMISO

ANEXO.2 FICHAS HISTORIA CLINICA Y DIAGNOSTICO

ANEXO.3 ANALISIS DE LABORATORIOS

ANEXO.4 PLANIMETRIA LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ANEXO.5 CRONOGRAMA DE EJECUCION INTERVENCIÓN