

ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA VÍA SOPAPO (RICAURTE) - AGUA DE DIOS

ESTUDIANTES:

ING. SANDY YISETH SERRANO LEAL

ING. STEPHANNI CAROLINA OLAYA JIMENEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

IBAGUÉ

2021

ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA VÍA SOPAPO (RICAURTE) - AGUA DE DIOS

ESTUDIANTES:

ING. SANDY YISETH SERRANO LEAL

C.C. 1070585873 DE GIRARDOT

ING. STEPHANNI CAROLINA OLAYA JIMENEZ

C.C. 1069174702 DE RICAURTE

DOCENTE:

ARQ. WALTER MAURICIO BARRETO CASTILLO

DIRECTOR

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

IBAGUÉ

2021

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	9
1. JUSTIFICACIÓN.....	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 OBJETIVO GENERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
4. MARCO REFERENCIAL	13
4.1 MARCO TEÓRICO	13
Pavimento.....	13
Características de pavimento	13
4.2 MARCO CONCEPTUAL	16
4.3 MARCO LEGAL	17
5. METODOLOGIA	18
5.1 PRINCIPALES HERRAMIENTAS	18
HISTORIA CLÍNICA:	18
DIAGNÓSTICO.....	18
PROPUESTA DE INTERVENCION	19

PRESUPUESTO Y PROGRAMACION	19
CIERRE.....	19
5.2 DESARROLLO DE FASES	20
FASE 1: INVESTIGACIÓN	20
DATOS GENERALES	28
FASE 2: EJECUCIÓN EN CAMPO.....	30
Box Coulvert K10+283	36
Alcantarilla K10+360	37
Box Coulvert K10+629	38
Box Coulvert K10+873	39
Alcantarilla K5+886.....	40
Box Coulvert K10+105	41
Alcantarilla K10+316.....	42
Alcantarilla K11+591	43
Box Coulvert K11+734	44
Pontón K11+996	44
FASE 3: DIAGNÓSTICO.....	52
ESTUDIO DE TRÁNSITO DEL PROYECTO	52
FASE 4: INTERVENCIÓN	60
Descripción de las alternativas de Solución.	62

Análisis Técnico	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
Lesión Fisuras en medialuna	68
Lesión Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT)	69
Lesión Piel de Cocodrilo (PC).....	70
Lesión Perdida de la capa de la estructura (Descascaramiento).....	71
Pérdida de agregados (PA)	72
REGISTRO FOTOGRAFICO	73
BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de principales vías rurales.....	17
Tabla 2. Sector de intervención.....	23
Tabla 3. Registro de vía	28
Tabla 4. Tipos de daños de pavimento por Categoría.....	30
Tabla 5. Resumen de Auscultación del Pavimento	34
Tabla 6 Localización de Perforaciones	36
Tabla 7. Ensayos patológicos.....	52
Tabla 8. Tráfico por sector – Automotores y Motos.....	52
Tabla 9. Tasas de crecimiento por tipo de vehículo	53
Tabla 10. Proyecciones de tránsito.....	54
Tabla 11 Resultados de Ensayos de Laboratorio	56
Tabla 12. Resultados Ensayos de CBR laboratorio/ Cono Dinámico	59
Tabla 13. Materiales de construcción.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fallas en pavimentos flexibles.....	15
Figura 2. Macro localización del proyecto (Departamento de Cundinamarca)	21
Figura 3. Micro localización del proyecto (Municipio de Ricaurte).....	22
Figura 4. Micro localización del proyecto (2 KM DE Vía Ricaurte - Agua de dios)	23
Figura 5. Geología regional del tramo sopapo – agua de dios, abscisando sobre la vía el tramo en estudio, sobre un segmento de la plancha 245 – Girardot (SGC, 1999).	25
Figura 6. Mapa de amenaza sísmica para la zona, resaltando en rojo el corredor vial Río Calandaima – San Gabriel (INGEOMINAS-UNC, 2010).	26
Figura 7. Panorama montañoso del sector	27
Figura 8. Perfil vía existente tramo 1ª	29
Figura 9. Áreas Falladas y Tipos de Falla.....	35
Figura 10 Vista general box Coulvert K5+283.....	37
Figura 11 Vista general alcantarilla K5+360	38
Figura 12 Vista general Box Coulvert K5+629	39
Figura 13 Vista general de Box Coulvert K5+873.....	40
Figura 14 Vista general Alcantarilla K4+886	41
Figura 15 Vista general Box Coulvert K5+105	42
Figura 16 Vista general alcantarilla K6+316	43
Figura 17 Vista general alcantarilla K6+591	43
Figura 18 Vista general alcantarilla K6+734	44
Figura 19 Vista general del pontón K6+996.....	45

Figura 20 Superficie de rodadura K6+996.....	45
Figura 21 Ausencia de junta, puente K6+996.....	46
Figura 22 Bordillos puente K6+996.....	47
Figura 23 Aletas puente K6+996	48
Figura 24 Estribos puente K6+996	48
Figura 25 Ausencia dispositivo de apoyo, puente K6+996.....	49
Figura 26 Losa puente K6+996.....	50
Figura 27 Estado del cauce puente K6+996.....	51
Figura 28. Características Geotécnicas del Material de Relleno.....	57
Figura 29. Características Geotécnicas de la Subrasante	58
Figura 30. Capacidad Portante de la Subrasante	58
Figura 31. Perfil estratigráfico	60
Figura 32. Perfil Vía Propuesto Pavimento Rígido.....	62
Figura 33. Perfil Vía Propuesto Pavimento Flexible	63
Figura 34. Espesor de terreno.....	66

INTRODUCCION

La obra vial que une el municipio de Ricaurte y el municipio de Agua de Dios es denominada como “vía regional secundaria debido a que conecta centros urbanos con poblaciones inferiores a 30.000 habitantes”¹. En otras palabras, es una vía importante para la comunicación y el desarrollo económico y social entre los pueblos, un hito importante para estos tiempos en Colombia. En la actualidad esta estructura vial construida en pavimento flexible hace más de 10 años atrás, se encuentra en un estado de deterioro severo progresivo, debido a las múltiples lesiones que se pudieron evidenciar a través de la visita de campo.

En efecto, a partir de esta situación se crea la necesidad de realizar un estudio patológico teniendo en cuenta la importancia del tramo, y debido a que la vía presenta múltiples tipos de deterioro que son originados por diversos factores que se establecieron mediante ensayos, visitas de campo entre otros.

Entre los resultados más importantes y en contraste con los estándares de la clasificación dada por el Instituto Nacional de Vías, se observó que los daños más comunes que presenta el pavimento flexible son fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales. El presente Trabajo Profesional Integrado (TPI) pretende mostrar los síntomas, las causas y presentar posibles soluciones a las lesiones identificadas y así poder escoger el procedimiento más acertado.

1. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del estudio patológico de la vía denominada Ricaurte Agua de Dios, se realiza con el fin de conocer cómo identificar y atender técnicamente daños estructurales y lesiones de estructuras viales en el país; asimismo, es la importancia de este trabajo es reconocer el valor de la Norma Invias para la sustentación de soluciones y evitar así daños o accidentes que pongan en riesgo la integridad de las personas que transitan por el sector.

El valor práctico de este trabajo es la implementación de un diagnóstico y la propuesta de un plan de mejora para intentar recuperar las zonas más afectadas debido a que la mayoría de las lesiones son progresivas. El estudio de la patología de las vías no solo considera la situación crítica de las obras, sino que además brinda ejes de consideración para la mejora.

Por lo anterior, el presente TPI, pone a prueba los conocimientos y habilidades como futuros patólogos de la universidad Santo Tomás y así poder realizar una valoración del daño y una posible propuesta para intervención de las lesiones que se presentan en la actualidad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir del diagnóstico se pudo identificar los siguientes puntos problemáticos de la vía en estudio:

- Fisuras: Longitudinales, Transversales, en Juntas de construcción, por flexión de juntas o grietas en placa de concreto, en media luna, de borde, en bloque, piel de cocodrilo, incipiente entre otras
- Deformaciones: Ondulación, abultamiento, hundimientos, ahuellamiento.
- Pérdida de capa estructural: Descascaramiento, baches, parches.
- Daños Superficiales: Desgaste superficial, perdida de agregado, surcos, entre otros.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Efectuar un estudio patológico de dos de los catorce kilómetros de la vía que se encuentra entre el Municipio de Ricaurte y El municipio de Agua de Dios para determinar el origen y las causas de las lesiones patológicas con el fin de proponer una posible intervención.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer un diagnóstico de las fallas presentadas en los elementos estructurales de la vía
- Evaluar la situación actual y la funcionalidad del asfalto existente en la vía.
- Proponer una solución basada en los puntos críticos de la vía

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

Pavimento

Entre los principales conceptos acerca de pavimento se tiene lo siguiente

Una estructura de pavimento es un sistema compuesto por capas de materiales cuyas propiedades mecánicas y espesores han sido especificados y dimensionados de manera que las cargas aplicadas por el tráfico sean reducidas y transmitidas a la sub-rasante. Adicionalmente, la estructura debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales circundantes. (Morales, Chávez, & López, 2009)

Desde el punto de vista estructural, un pavimento transmite en forma adecuada las cargas hacia el terreno de fundación, es decir, sin rotura de los materiales o deformaciones exageradas para la estructura, durante el período para el cual se diseña. (División de Investigación y Asesorías Universidad de Medellín, 1997)

Características de pavimento

Según Montejo (2002) en su libro Ingeniería de Pavimentos Para Carreteras, en el primer capítulo, las características de un pavimento son:

- Resistencia a la acción de cargas de tránsito.
- Resistencia a la intemperie.
- Poseer una textura superficial adecuada según la velocidad de diseño.
- Resistencia al desgaste producido por la abrasión de las llantas de los vehículos.

- La superficie debe ser regular dando confort a los usuarios.
- Debe tener alto grado de durabilidad.
- Altas condiciones de drenaje que evite el hidropiano y las salpicaduras de agua a otros vehículos.
- Un reducido ruido de rodadura.
- Debe ser económico.
- Su color debe ser adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos y ofrecer seguridad al transitar.

Tipos de daños de pavimentos flexibles

Según Figueroa y otros (2011),

Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas, entre las cuales se encuentran las debidas a la mala calidad de las mezclas asfálticas, ocasionadas por fallas en los procesos industriales de su fabricación o a los materiales usados en la producción de las mismas, ya sean los áridos de base o subbase o los ligantes, y por los procesos constructivos, por lo que se exige un mayor control de calidad que se debe aplicar desde el diseño y construcción de la estructura. (p. 45)

Los daños que presenta una estructura de pavimento flexible se pueden clasificar en 5 categorías:

- Grietas o fisuras.
- Deformaciones.
- Perdida de capa estructural.
- Deficiencias de textura superficial.
- Otros daños.

Es importante señalar que dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diversos factores, algunos de los cuales se han establecido mediante la revisión bibliográfica, y otros mediante evaluación de campo y ensayos de laboratorio”. (Instituto nacional de vías- INVIAS, 2006)

Existen tipos de fallas en pavimentos flexibles como se aprecia en la:



Figura 1. Fallas en pavimentos flexibles

Fuente: Bernal, Gómez y Céspedes (2017, p. 35)

4.2 MARCO CONCEPTUAL

PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN: Son los procesos de rehabilitación, mejoramiento y/o reforzamiento aplicados a los elementos estructurales y/o arquitectónicos que presentan daños dentro la edificación

LESIONES: Son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico.

PAVIMENTOS FLEXIBLES: Se denomina pavimentos flexibles a aquellos cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él.

SUB- BASE: En los pavimentos flexibles, la subbase es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento.

SUB-RASANTE: Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento.

FISURAS Y GRIETAS POR FATIGAMIENTO: Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.

GRIETAS DE BORDE. Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de

nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2

4.3 MARCO LEGAL

La sección de la vía que tomamos para realizar la investigación pertenece a el municipio de Ricaurte Cundinamarca. Esta denominada como vía regional secundaria debido a que conecta centros urbanos con poblaciones inferiores a 30.000 habitantes. En esta clasificación se incluyen las dos vías que comunican a Ricaurte con el municipio de Agua de Dios y la vía de Casa Blanca que comunica con el municipio de Nilo.¹

Tabla 1. Descripción de principales vías rurales

CUADRO NUMERO 3. DESCRIPCION DE PRINCIPALES VIAS RURALES		
DENOMINACION	LOCALIZACION	OBSERVACIONES
VÍA PRINCIPAL		
Troncal Girardot-Melgar	Hace parte de la carretera Panamericana, atraviesa el municipio en sentido oriente – occidente.	Completamente asfaltada y señalizada. Comunica el centro y sur del país. Zona de alta accidentalidad por el flujo vehicular.
VÍAS REGIONALES SECUNDARIAS		
Ricaurte - Agua de Dios, vía San Francisco.	Se inicia en el sitio conocido como el Sopapo, con dirección sur-norte.	Es una carretera secundaria. Pavimentada pero en mal estado, comunica la zona urbana con las veredas Limoncitos, Llano del Pozo, Las Varas y San Francisco. Tiene gran importancia por la salida de productos agrícolas y el transporte de pasajeros, hay servicio de bus urbano hasta la vereda San Francisco.
Ricaurte - Agua de Dios, vía Los Mánuels.	Se inicia en el sitio conocido como Puerta Amarilla en sentido Sur-Norte.	Es una carretera secundaria que se encuentra en regular estado por la falta de mantenimiento de la capa asfáltica, comunica la zona urbana con las veredas La Tetilla, La Carrera, La Balsita, Manuel Sur y Manuel Norte; tiene gran importancia económica por la salida de productos agrícolas y pecuarios y el transporte de pasajeros. Hay servicio de bus urbano hasta la vereda Manuel Norte.
VÍAS DE PENETRACIÓN RURAL		
Cruce la Y La Carrera-Balsita.	Atraviesa la vereda La Tetilla y La Carrera en sentido Sur-Norte.	Carretera destapada recebada con buen afirmado. Hace falta algunas obras de arte. Beneficia las veredas La Tetilla, La Carrera y La Balsita.

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial - Municipio de Ricaurte ACUERDO

5. METODOLOGIA

5.1 PRINCIPALES HERRAMIENTAS

HISTORIA CLÍNICA:

- Realizar la inspección preliminar del paciente para conocer los criterios identificados.
- Recopilación de la información necesaria para el estudio.
- Diagnosticar las causas de las lesiones patológicas de acuerdo a los criterios identificados.
- Clasificar datos específicos de las lesiones (Clasificación y origen de las patologías más relevantes.
- Clasificar mediante fichas técnicas las lesiones patológicas. (Afectaciones, localización, levantamiento de daños y/o lesiones y la descripción más relevante de la patología).
- Realizar el Levantamiento arquitectónico de la zona.
- Recolectar información general del entorno. (Medio ambiente, temperatura, precipitaciones y nivel freático).
- Analizar el Suelo y la Cimentación (Geología general del paciente, estudio de suelos cercano o de ahí mismo de la zona).

DIAGNÓSTICO

- Evaluar las lesiones mecánicas, físicas, químicas y biológicas (Origen, causa, evolución y estado actual de las lesiones).
- Elaborar Ensayos no destructivos (Descripción del porque y para que se hizo un determinado ensayo).

PROPUESTA DE INTERVENCION

Realizar mínimo dos (2) propuestas de intervención (Una descripción sin olvidar la causa – lesión para no aumentar los daños en el paciente y así poderlo mejorar).

PRESUPUESTO Y PROGRAMACION

- **Presupuesto:**

Elaborar un presupuesto estimado para realizar las propuestas de intervención a realizar en el paciente, dinero.

- **Programación:**

Realizar un cronograma para poder determinar el tiempo estimado en la realización del estudio del paciente y el de las propuestas de intervención.

CIERRE

- Realizar el diagnóstico de las lesiones patológicas encontradas y la intervención a cada una de ellas.

El presente estudio se realiza de acuerdo con las siguientes fases de investigación, ejecución en campo y diagnóstico.

FASE 1: INVESTIGACIÓN. Se realiza la recolección de la mayor cantidad de información relacionada con los 2 km de la vía que del Municipio de Ricaurte conduce a el municipio de Agua de Dios.

La mayor parte de la información recolectada es con base en testimonios verbales y reconstrucción de información sobre planos levantados por nosotros mismos.

FASE 2: EJECUCIÓN EN CAMPO. Se llevan a cabo las mediciones y delimitación de las áreas en estudio, se analiza su estado actual, se identifican y localizan lesiones patológicas.

FASE 3: DIAGNÓSTICO. Una vez terminada la ejecución en campo, se procede a realizar un análisis de resultados, a clasificar la información obtenida y a procesarla con el fin de obtener un diagnóstico preciso y fidedigno del origen de las lesiones presentes.

FASE 4: INTERVENCIÓN Teniendo las etapas de investigación y diagnóstico terminadas, se procede a analizar la información y realizar dos propuestas de intervención con presupuesto y cronograma.

El presente estudio se realiza de acuerdo a las siguientes fases de investigación, ejecución en campo, diagnóstico e intervención.

5.2 DESARROLLO DE FASES

FASE 1: INVESTIGACIÓN

Localización Del Proyecto

Macro Localización del proyecto

El Departamento de Cundinamarca, está ubicado en el centro del país, en la región andina, limitando al norte con Boyacá, al este con Casanare, al sur con Meta y Huila, al oeste con Tolima y Caldas, y con el distrito capital de Bogotá al que engloba excepto por la frontera sur de este.

Con unos 2 800 000 habitantes (sin incluir Bogotá) en 2018 es el tercer departamento más poblado. Fue creado el 5 de agosto de 1886 bajo los términos de la Constitución de 1886².

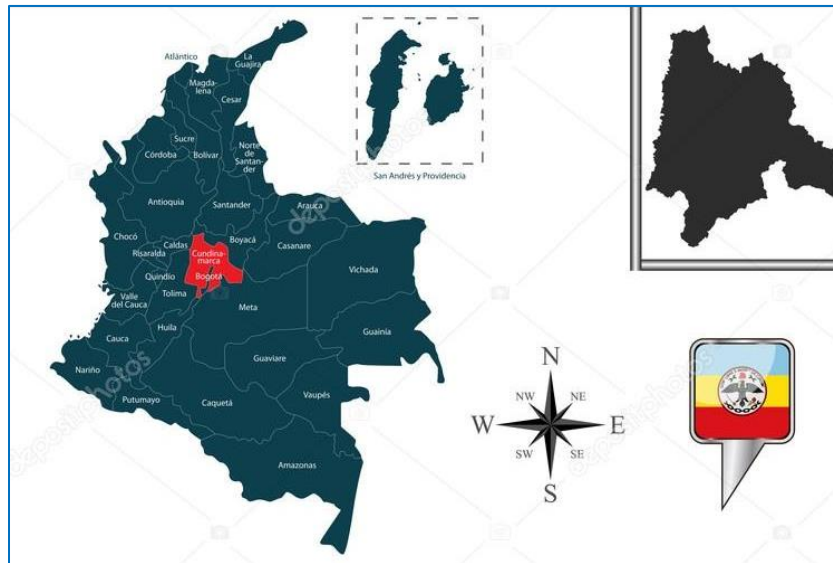


Figura 2. Macro localización del proyecto (Departamento de Cundinamarca)

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cundinamarca>

Micro Localización

Ricaurte es un municipio del departamento de Cundinamarca (Colombia), ubicado en la Provincia del Alto Magdalena. Ricaurte se encuentra a orillas del río Magdalena, en la desembocadura de los ríos Bogotá y el Sumapaz. El municipio de Ricaurte está conurbado con los municipios de Girardot (Cundinamarca) y Flandes (Tolima).

Limita al norte con los municipios de Tocaima y Agua de Dios, al este con el municipio de Nilo y el río Sumapaz, al sur con el río Magdalena y los municipios de Flandes

(Tolima), Suárez (Tolima), Carmen de Apicalá y Melgar, al oeste con los municipios de Girardot y Flandes (Tolima) y el Río Bogotá.³



Figura 3. Micro localización del proyecto (Municipio de Ricaurte)

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ricaurte_\(Cundinamarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Ricaurte_(Cundinamarca))

El segmento vial objeto de estudio se encuentra ubicado en el Departamento de Cundinamarca, sobre un tramo de 2 Km que inicia en el Km 10 de la vía Ricaurte (Sopapo) - Agua de Dios y termina en el Km 12 de la misma carretera.

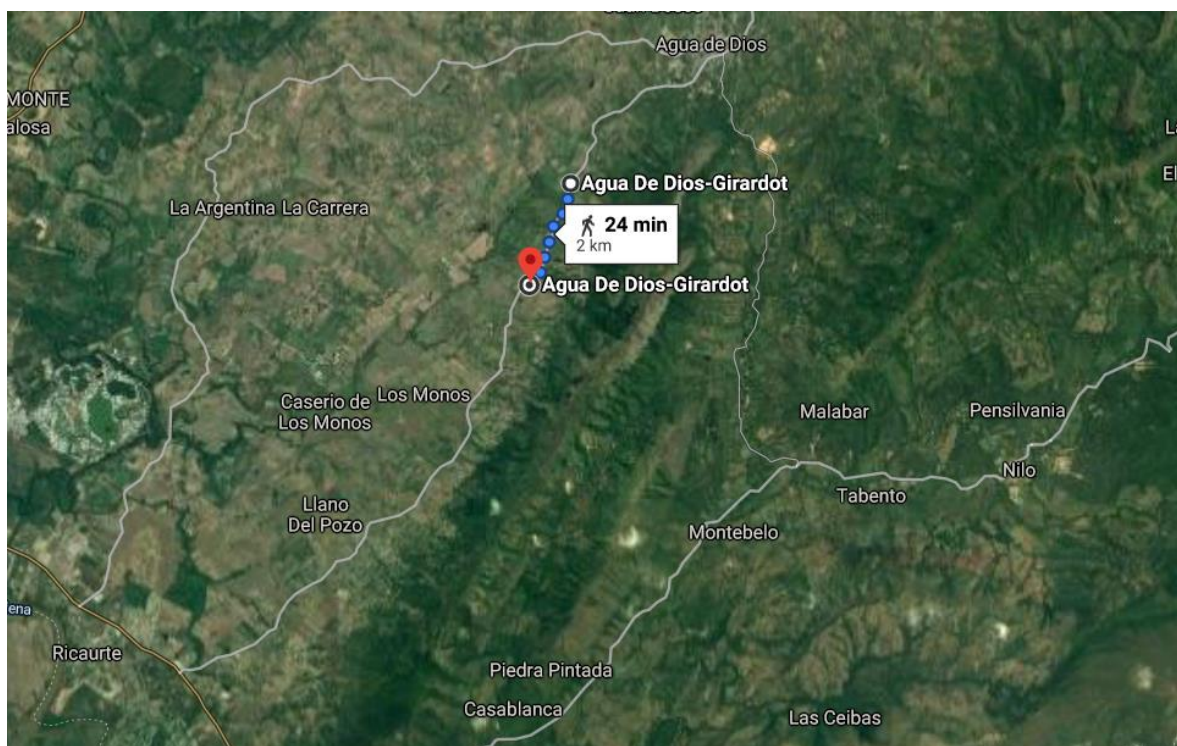


Figura 4. Micro localización del proyecto (2 KM DE Vía Ricaurte - Agua de dios)

FUENTE: Google Earth

Tabla 2. Sector de intervención

ID	MUNICIPIO	TRAMO	ALCANCE (KM)	K INICIAL	K FINAL
1	AGUA DE DIOS	VÍA SOPAPO-(RICAURTE)-AGUA DE DIOS	2	KM 10+000	KM12+0

Fuente: Elaboración propia

INFORMACION EXISTENTE

Se investigó y analizo la información regional, que se relaciona a continuación:

- El corredor vial Sopapo – Agua de Dios está incluido en la cartografía geológica regional de la plancha 245 – Girardot (SGC, 1999).
- Se revisaron las imágenes del sector, como las LandSat de Google Earth.
- La amenaza sísmica en la región se define a partir de la última publicación, en 2010: INGEOMINAS – UNC-Escuela de Geociencias, Bogotá, en el escenario de sismos frecuentes (periodo de retorno de 475 años).

GEOLOGÍA REGIONAL

La cartografía del Servicio Geológico Colombiano (SGC, ver figura 4), muestra el corredor vial Sopapo – Agua de Dios desarrollado sobre el fondo plano y amplio del valle de la quebrada La Palmara, conformado por una terraza aluvial antigua, alta respecto del cauce activo de la quebrada con salientes de la unidad que conforma la vertiente montañosa al oriente del corredor vial, el Grupo Honda (Ngh-amarillo pálido en figura 2), la cual está constituida por arenitas, arcillolitas y niveles conglomeráticos, buzando hacia el talud interior (hacia el este). El tren estructural de la secuencia sedimentaria tiene rumbo NE. La terraza cubre el trazo de una falla de cabalgamiento de poca continuidad, paralela al tren estructural regional; al oriente de la franja de sedimentitas del Grupo Honda, se presenta una faja de sedimentitas cretáceas del Grupo Olini (Ksli, Ksom), levantadas por el sistema de Fallas de Agua de Dios, con el mismo rumbo NE y buzamiento al este.

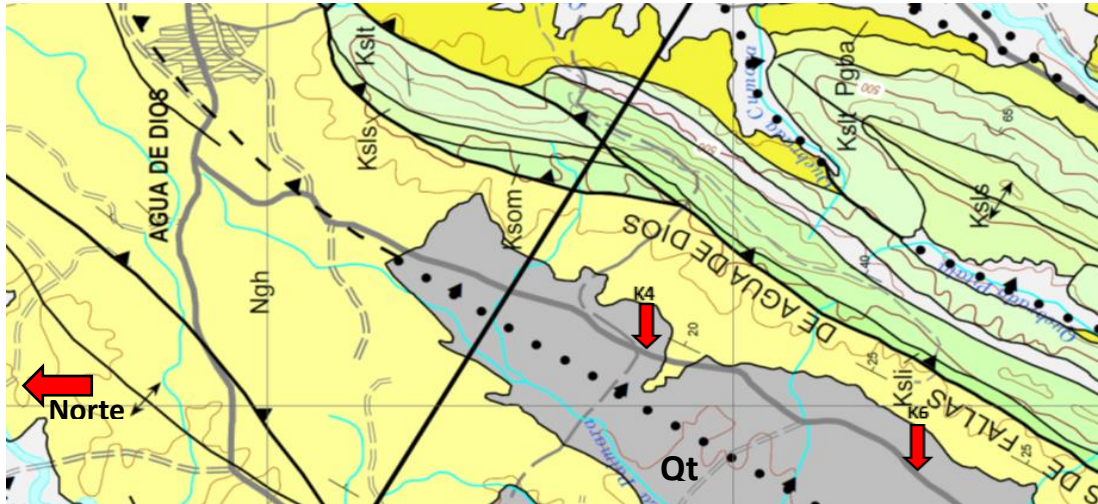


Figura 5. Geología regional del tramo sopapo – agua de dios, abscisando sobre la vía el tramo en estudio, sobre un segmento de la plancha 245 – Girardot (SGC, 1999).

AMENAZA SÍSMICA

Una vez revisado y analizado el estudio general de amenaza sísmica de Colombia vigente (AIS, 2009), podemos constatar que dentro del señala el área de la zona de amenaza sísmica intermedia. El mapa de amenaza sísmica deja ver como la historia del país registra más de un centenar de sismos destructores, ubicados principalmente en la región andina, el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental y el Océano Pacífico, y con menor frecuencia en el Caribe. Las extensas fallas que delimitan las cadenas montañosas, y las zonas de convergencia de placas litosféricas que se hallan en el territorio colombiano, muestran también evidencias de actividad sísmica en el pasado geológico reciente, sugiriendo posibles zonas de generación de sismos. Esta historia de la actividad pasada permite construir un modelo de la probable actividad futura, que se representa en los mapas de amenaza sísmica de Colombia.

El mapa de amenaza sísmica representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El movimiento del terreno se calcula en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA), y se estima para probabilidades del 2%, 10% o 50% de ser sobrepasado en un tiempo de 50 años, tiempo estimado de vida útil de una construcción corriente. Estas probabilidades se asocian con la frecuencia de ocurrencia (o periodo de retorno) de los sismos potencialmente destructores: de ocurrencia excepcional (periodo de retorno de 2475 años), frecuentes (periodo de retorno de 475 años) o muy frecuentes (periodo de retorno de 75 años).

En la figura 6 se presenta el mapa de amenaza sísmica del área del corredor vial, para un periodo de retorno de 475 años (sismos frecuentes). Los valores de PGA se sitúan entre 150-200 cm/s^2 .

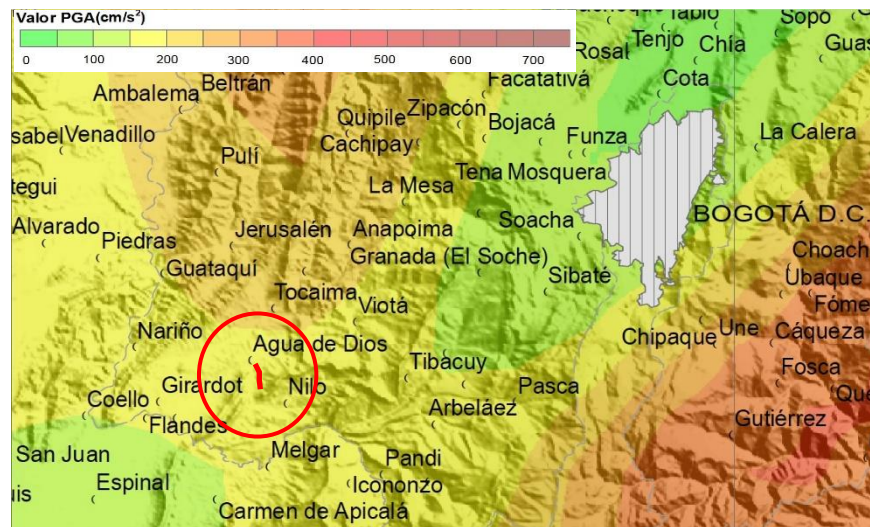


Figura 6. Mapa de amenaza sísmica para la zona, resaltando en rojo el corredor vial Río Calandaima – San Gabriel (INGEOMINAS-UNC, 2010).

APLICACIÓN GEOLÓGICA EN EL SECTOR

Durante el recorrido, se realizó inspección visual del terreno en la cual pudimos constatar que el Tramo vial posee relieve ondulado, sin amenazas de mayor importancia. Puntualmente taludes de corte bajos, sobre sedimentitas (arenitas, arcillolitas, niveles conglomeráticos), del Grupo Honda (Ngh), que por su carácter friable pueden erosionarse, generando caídas y pequeños flujos de detritos sobre la vía. Potencialmente socavación de quebradas afluentes de la Palmara, que cruzan transversalmente el corredor vial, como se puede observar en la figura No. 6

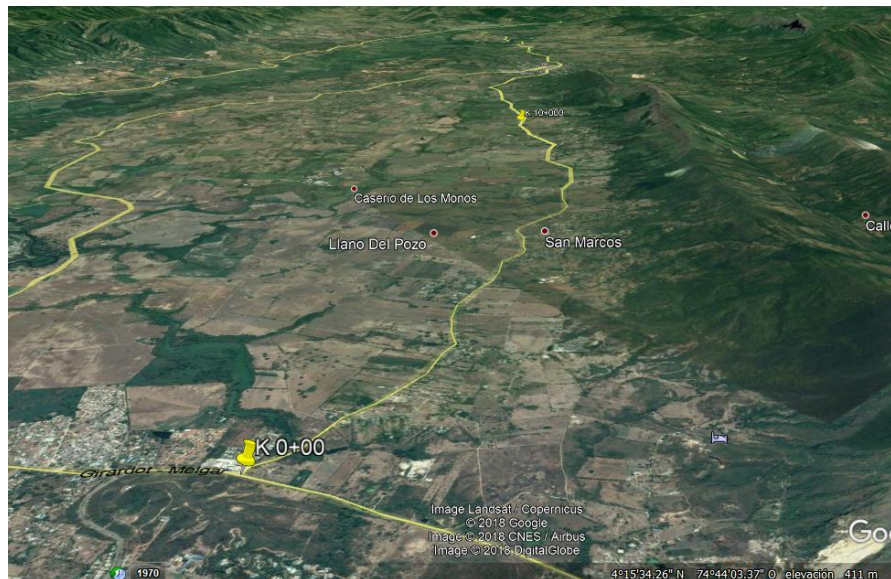


Figura 7. Panorama montañoso del sector

ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

MATERIALES SUPERFICIALES

La vía se desarrolla sobre un depósito consolidado de terraza aluvial, conformada por arena, gravas y limos. El carácter friable de estos materiales los hace fácilmente rodables por las corrientes de agua.

SITIOS CRITICOS

No se aprecian sitios críticos en el tramo vial analizado.

DATOS GENERALES

Tabla 3. Registro de vía

DATOS	VIA RICAURTE AGUA DE DIOS
PROPIETARIO	Departamento de Cundinamarca
LONGITUD OBJETO DE ESTUDIO	2 km
ANCHO DE LA VÍA	6 m
CARACTERIZACIÓN DE LA VÍA	Pavimento Flexible
TRÁNSITO VEHICULAR	Motocicletas, automóviles, camioneta y maquinaria pesada.
OBRAS DE ARTE	Pocas
SEÑALIZACIÓN	Deficiente
LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN OBTENIDAS:	No tiene
PLANOS ESPECÍFICOS FUTUROS:	Rehabilitación de la vía con sus obras complementarias

Fuente: Elaboración propia

El segmento vial presenta las siguientes características física

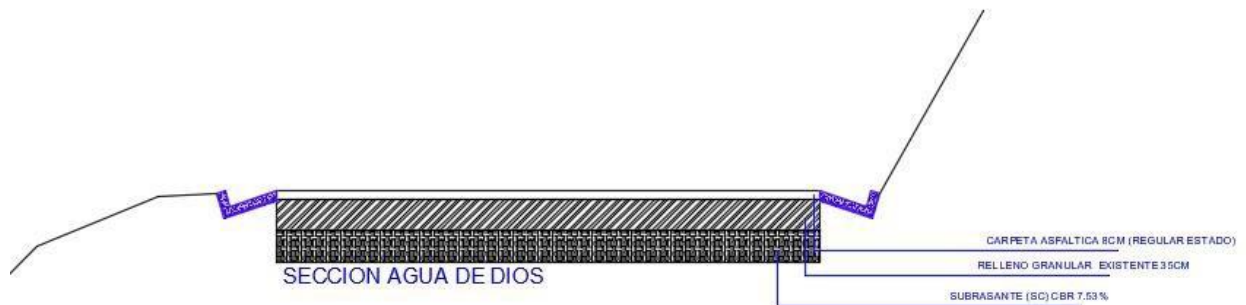


Figura 8. Perfil vía existente tramo 1ª

Condiciones Actuales

Las características del corredor vial analizado son las siguientes:

Terreno: Curva ondulada - Pavimentada

Estado de la vía actual: Regular

Estado de la vía con proyecto: Bueno

Longitud: 2 kilómetros

FASE 2: EJECUCIÓN EN CAMPO

Evaluación Visual del estado actual del pavimento:

Dado que el proyecto se desarrolla sobre el corredor vial existente, se ha procedido a hacer la evaluación visual del estado actual de la calzada, para lo cual se ha ejecutado una revisión segmentada del corredor en secciones de 50 m en los sectores urbanos y de 100 m en los sectores rurales, en cada segmento se ha procedido a identificar las fallas existentes para lo cual se ha tenido en cuenta la metodología propuesta por INVIAS estableciendo los grados de severidad de la falla y determinando el porcentaje de área fallada en cada segmento.

El procesamiento de las fallas de pavimento se realizó teniendo en cuenta el manual para inspección de pavimentos flexibles y rígidos del INVIAS, que clasifica las fallas en 5 categorías:

- 1- Fisuras
- 2- Deformaciones
- 3- Pérdida de capas estructurales
- 4- Daños estructurales
- 5- Otros Daños

En cada categoría existen diferentes deterioros y a cada uno de ellos se debe asignar la severidad según corresponda.

En la siguiente tabla se presentan los daños establecidos en este manual y severidad establecida para cada daño como se aprecia Tabla 4.

Tabla 4. Tipos de daños de pavimento por Categoría

TIPO DE DAÑO	CONVENC.	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTO
FISURAS				
Fisuras longitudinales (m)	FL	Abertura < 1mm o selladas.	Abertura 1-3mm, sin sello,	Abertura > 3mm, posee alto

TIPO DE DAÑO	CONVENC.	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTO
Fisuras transversales (m)	FT		algunas fisuras leves la cruzan.	desgaste, algunas fisuras medias las cruzan, causa vibración al vehículo.
Fisuras en juntas de construcción (m)	FCL, FCT			
Reflexión de juntas de pavimentos rígidos (m)	FJL, FJT			
Fisuras en media luna (m2)	FML			
Fisuras de borde (m)	FBD			
Fisuras en bloque (m2)	FB	Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras < 1mm o selladas, sin desgaste en ellas.	Bloques definidos por fisuras 1-3mm, o sin sellante, con desgaste leve.	Bloques bien definidos por fisuras > 3mm que presentan alto desgaste.
Piel de cocodrilo (m2)	PC	Serie de fisuras longitudinales paralelas con abertura de hasta 3 mm, principalmente en la huella.	Las fisuras han formado bloques que tienen un ligero desgaste en los bordes.	Área con bloques sueltos de bordes desgastados, puede existir bombeo.
Fisuras por deslizamiento de capas (m2)	FDC	Fisuras < 1mm o selladas.	Fisuras 1-3mm, pueden existir agrietamientos alrededor con aberturas menores a 1 mm	Fisuras > 3mm, pueden existir agrietamientos entre las fisuras con aberturas mayores a 1 mm.
Fisuración incipiente (m2)	FIN	Sin grados de severidad asociados		
DEFORMACIONES				
Ondulaciones (m2)	OND	Altura < 10mm	Altura 10-20mm	Altura > 20mm
Abultamiento (m2)	AB			
Hundimiento (m2)	HUN	Altura < 20mm	Altura 20-40mm	Altura > 40mm

TIPO DE DAÑO	CONVENC.	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTO
Ahuellamiento (m2)	AHU	Altura < 10mm	Altura 10-25mm	Altura > 25mm
DAÑOS SUPERFICIALES				
Desgaste superficial (m2)	DSU	Pérdida de la textura uniforme de la superficie, con irregularidades hasta de 3 mm.	Profundidad de las irregularidades entre 3 mm y 10 mm , se observa el agregado grueso, el vehículo experimenta vibración y ruido.	Ha comenzado desintegrarse la superficie, presenta desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada
Pérdida del agregado (m2)	PA	Se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15 m.	Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.	Desprendimiento extensivo de agregados con separaciones menores a 0.05 m, superficie muy rugosa, se observan agregados sueltos.
Pulimento del agregado (m2)	PU	Sin grados de severidad asociados.		
Cabezas duras (m2)	CD	Sin grados de severidad asociados.		
Exudación (m2)	EX	Se hace visible en la superficie en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.	Exceso de asfalto libre que conforma una película cubriendo parcialmente los agregados.	Cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, aspecto húmedo de intensa coloración negra.
Surcos (m2)	SU	Sin grados de severidad asociados.		
DETERIORO DE CAPAS ESTRUCTURALES				
Descascaramiento (m2)	DC	Altura < 10mm	Altura 10-25mm	Altura > 25mm

TIPO DE DAÑO	CONVENC.	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTO
Bache o hueco (m ²)	BCH	Profundidad < 25 mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.	Profundidad entre 25-50 mm, afecta incluso la base asfáltica	Profundidad > 50mm, llega a afectar la base granular
Parcheo (m ²)	PCH	Está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.	Presenta algunos daños de severidad baja a media y deficiencias en los bordes.	Presenta daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.
OTROS DAÑOS				
Corrimiento vertical de la berma(1) (m, h)	CV	Altura < 6mm	Altura 6-25mm	Altura > 25mm
Separación de la berma (m, s)	SB	Ancho < 3mm	Altura 3-10mm	Altura > 10mm
Afloramiento de agua (m) (2)	AFA	Sin grados de severidad asociados.		
Afloramiento de finos (3)	AFI	Sin grados de severidad asociados.		

Fuente: Elaboración propia

El inventario de fallas se realizó de acuerdo con los tipos de fallas que establece el manual, en el anexo 5 se registran los daños reportados en el tramo.

INVENTARIO DE FALLAS

De acuerdo con el inventario de fallos realizado a lo largo del corredor el cual se anexa, se ha establecido que un 12.75% del área pavimentada presenta nivel de daño alto, un 25.10% tiene un nivel de daño medio y un 2.03% tiene un nivel de afectación bajo; en general el 60% de la calzada está en un estado funcional adecuado, aunque se observa a todo lo largo del corredor daños superficiales (pulimento y cabezas duras) lo que denota el envejecimiento de la mezcla

asfáltica. Este tipo deterioro no tiene incidencia en el comportamiento estructural por lo tanto se puede corregir con algún tratamiento superficial.

En resumen, adicional a la condición superficial del pavimento se observa las siguientes patologías como se aprecia en la tabla 5:

Tabla 5. Resumen de Auscultación del Pavimento

-		FISURAS (m2)	DEFORMACIONES (m2)	DAÑOS SUPERFICIALES (m2)	DAÑOS ESTRUCTURA L (m2)	TOTAL AREA FALLADA (m2)	%AREA FALLADO
K10+000	K10+200	0,0	0,0	252,7	3,0	255,7	41,9%
K10+200	K10+400	0,0	0,0	481,0	91,5	572,5	93,9%
K10+400	K10+600	0,0	0,0	240,0	15,0	255,0	41,8%
K10+600	K10+800	0,0	0,0	30,0	0,0	30,0	4,9%
K10+800	K11+000	12,0	0,0	360,0	2,0	374,0	61,3%
K11+000	K11+200	24,0	0,0	40,0	0,0	64,0	10,5%
K11+200	K11+400	48,0	0,0	20,0	60,0	128,0	21,0%
K11+400	K11+600	24,0	0,0	220,0	0,0	244,0	40,0%
K11+600	K11+800	9,0	0,0	0,0	0,0	9,0	1,5%
K11+800	K12+000	0,0	0,0	75,0	0,0	75,0	12,3%
ÁREA TOTAL FALLADA		247,5	0,0	3062,7	1555,2	4865,4	
% TOTAL		2,03%	0,00%	25,10%	12,75%		39,88%

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la tabla anterior, se revisaron los porcentajes de afectación cada 200 metros para ver si existen sectores puntuales que deben intervenir para mejorar la condición actual, se puede apreciar que el porcentaje de daños superficiales a lo largo del corredor corresponde al 25.1% siendo la patología de mayor representación seguida de los daños estructurales (baches y Parches) con un porcentaje 12.75%.

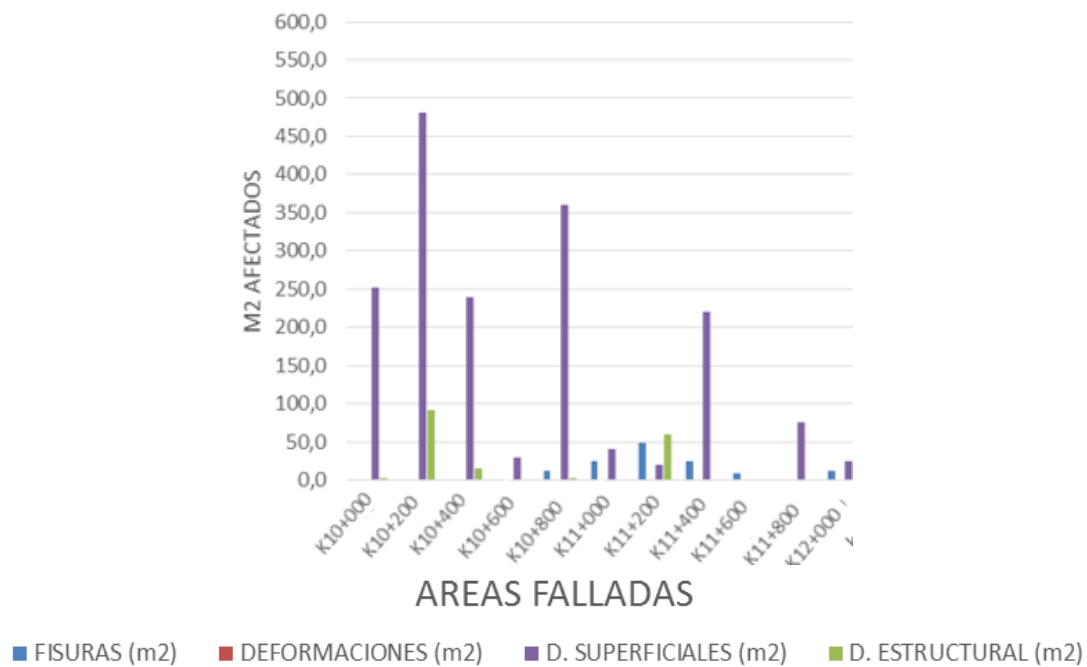


Figura 9. Áreas Falladas y Tipos de Falla

Los sectores más afectados son los tramos comprendidos entre el k11+200 al k11+400, en general se observa un estado aceptable de la superficie de pavimento con una afectación a lo largo de la calzada cercana al 25%.

EXPLORACIÓN DE LA SUBRASANTE

Para determinar la condición estructural del pavimento se ha ejecutado jornadas de exploración de la subrasante en las cuales se ha ordenado la ejecución de Apiques y Sondeos cortos manuales en cada uno de los sectores que comprenden el tramo.

En total se ejecutaron 4 perforaciones; las perforaciones se han ejecutado de forma alternada y distanciada cada 500 m una de la otra a una profundidad mínima de 1,50 m y espaciados cada 500 m.:

Tabla 6 Localización de Perforaciones

APIQUE	
Apique / Sondeo No	Abscisa
1	K10+150
2	K10+400
3	K11+680
4	K11+900

Fuente: Elaboración propia

En cada una de las perforaciones ejecutadas se toma registro del perfil geotécnico encontrado determinando el espesor y las principales características de las capas halladas.

De cada tipo de material encontrado se ha tomado muestras en Bolsa o Lona para establecer las principales características como son Humedad, Limite Liquido, Limite Plástico, Granulometría o porcentaje de finos. De la misma forma a nivel de subrasante se ha tomado muestras inalteradas para ejecutar ensayos de CBR (inalterados y sumergidos) y/o se ha tomado en campo ensayos de Penetración con Cono dinámico y SPT alternadamente dependiendo de las características del material hallado.

INSPECCIÓN VISUAL DE OBRAS DE DRENAJE.

Box Culvert K10+283

Ubicado en el K10+283, este Box Culvert tiene una longitud de 7.00m y una sección de 3.00m de ancho y 1.50m de alto; en mal estado, este Box internamente tiene disminuida su sección aproximadamente 50 cm, lo cual reduce su capacidad hidráulica considerablemente. Presenta socavación del 80% y sedimentación del 50%. Se recomienda reemplazar esta obra por Box culvert de 3.0 m x 2.0 m.



Figura 10 Vista general box Coulvert K5+283

Alcantarilla K10+360

Ubicada en el K10+360, esta alcantarilla tiene una longitud de 6.50m y un diámetro de 0.60m; existe acumulación vegetación, socavación de 30% y sedimentación del 20%. Se requiere reemplazo por diámetro mínimo: Alcantarilla ϕ 36" (0.90 m), para así en un futuro facilitar las actividades de limpieza y mantenimiento. Se recomienda reconformar el encole y descole.



Figura 11 Vista general alcantarilla K5+360

Box Coulvert K10+629

Ubicado en el K10+629, este Box Culvert tiene una longitud de 7.00m y una sección de 3.00m de ancho y 1.50m. Requiere actividades de limpieza y mantenimiento de manera frecuente. Se deben reparar las aletas. Pasa tubería de agua potable de 16”.



Figura 12 Vista general Box Coulvert K5+629

Box Coulvert K10+873

Ubicada en el K10+873, este box culvert posee un cajón simple con sección de 2.00 X 1.00 m, una longitud de 7.00m y un diámetro de tubería de 0.60m; solera presenta erosión, requiere rehabilitación en la entrada y salida. Socavación del 20% y sedimentación del 30%. Se recomienda limpieza, mantenimiento y rehabilitación. Se requiere reconformar encole y descole.



Figura 13 Vista general de Box Coulvert K5+873

Alcantarilla K5+886

Ubicado en el K10+886, esta alcantarilla posee una longitud de 7.00m; con diámetro ϕ 24" (0.60 m) esta obra presenta vegetación, socavación de 20% y sedimentación del 40%. Se requiere reemplazo por diámetro mínimo: Alcantarilla ϕ 36" (0.90 m), para así en un futuro facilitar las actividades de limpieza y mantenimiento. Se recomienda reconformar el encole y descole.





Figura 14 Vista general Alcantarilla K4+886

Box Culvert K10+105

Ubicada en el K10+105, este Box Culvert posee un cajón simple con sección de 3.00 X 2.00 m, en mal estado, solera erosionada, entrada y salida en mal estado, el piso presenta un 70% de socavación, la aleta del descole está rota. Socavación del 50% y sedimentación del 40%. Se recomienda reemplazar por Box Culvert de 4.0 m x 2.0 m.





Figura 15 Vista general Box Coulvert K5+105

Alcantarilla K10+316

Ubicado en el K10+316, esta alcantarilla posee una longitud de 7.00m; diámetro ϕ 24" (0.60 m) insuficiente hidráulicamente. Esta obra se encuentra totalmente colmatada, presenta vegetación, socavación de 20% y sedimentación del 20%. Se requiere reemplazo por diámetro mínimo: Alcantarilla ϕ 36" (0.90 m), para así en un futuro facilitar las actividades de limpieza y mantenimiento. En el descole pasa tubería de agua potable.



Figura 16 Vista general alcantarilla K6+316

Alcantarilla K11+591

Ubicada en el K11+591, esta alcantarilla tiene una longitud de 7.00m, diámetro ϕ 24" (0.60 m) esta obra presenta vegetación, socavación de 80% y sedimentación del 60%. En el encole tiene un volcamiento al lado izquierdo, en el descole el guarda rueda se encuentra colapsado, tubería esta colmatada. Se requiere reemplazo por diámetro mínimo: Alcantarilla ϕ 36" (0.90 m), para así en un futuro facilitar las actividades de limpieza y mantenimiento. Se recomienda reconformar el encole y descole.



Figura 17 Vista general alcantarilla K6+591

Box Coulvert K11+734

Ubicada en el K11+734, Box Coulvert existente de 1.8 m x 1.8 m en regular estado, la estructura de encole se encuentra partida, en el descole el muro guardarueda también se encuentra partido. Socavación del 40% y sedimentación del 50%. Se recomienda reconstruir el encole y el descole, rehabilitar la obra y programar actividades limpieza y mantenimiento de manera frecuente.



Figura 18 Vista general alcantarilla K6+734

Pontón K11+996

- **Localización**

Ubicado en el K11+996 de la vía Sopapo (Ricaurte) – Agua de Dios.

- **Tipología estructural**

Puente de losa en concreto reforzado simplemente apoyado; tiene una longitud de 4.50m y un ancho total de 7.70m; el estribo es de concreto reforzado tipo silla y al parecer, cuenta con una cimentación superficial.



Figura 19 Vista general del pontón K6+996

- **Superficie de rodadura**

La superficie de rodadura del puente está conformada por la parte superior de la placa y posee carpeta asfáltica; se encuentra en buen estado.



Figura 20 Superficie de rodadura K6+996

Calificación: 1

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

- **Juntas de expansión**

La estructura carece de juntas



Figura 21 Ausencia de junta, puente K6+996

Calificación: 1

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

▪ **Andenes y bordillos**

Estos componentes se encuentran en buen estado, no evidencian señales de colisión ni acero de refuerzo expuesto; presenta acumulación de material vegetal.



Figura 22 Bordillos puente K6+996

Calificación: 1

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

- **Barandas**

El puente no cuenta con estos elementos, se deben adicionar las barandas con el propósito de incrementar notablemente la seguridad de los usuarios.

Calificación: 3

- **Conos y taludes**

Se observan en buen estado

Calificación: 0

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

- **Aletas**

Acumulación de material vegetal y no presentan movimientos que indiquen una falla por estabilidad.



Figura 23 Aletas puente K6+996

Calificación: 1

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

- **Estribos**

Estos elementos se encuentran en buen estado

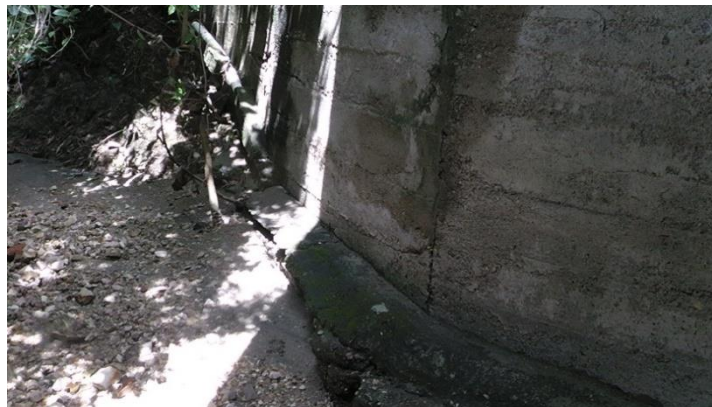


Figura 24 Estribos puente K6+996

Calificación: 1

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

- **Apoyos**

No se observaron dispositivos de apoyo entre las vigas de concreto y la silla del estribo



Figura 25 Ausencia dispositivo de apoyo, puente K6+996

Calificación: 0

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

- **Losa**

Este componente se encuentra en buen estado.



Figura 26 Losa puente K6+996

Calificación: 1

Grado de mantenimiento: (Falta mantenimiento rutinario)

▪ **Cauce**

No se presenta erosión



Figura 27 Estado del cauce puente K6+996

Calificación general puente: 2

FASE 3: DIAGNÓSTICO

Tabla 7. Ensayos patológicos

ENSAYOS PATOLOGICOS	
TIPO DE ENSAYO	NOMBRE DE EL ENSAYO
ENSAYO NO DESTRUCTIVO	ESTUDIO DE TRANSITO
	LEVANTAMIENTO DE FALLAS
ENSAYO DESTRUCTIVO	ESTUDIOS DE SUELOS

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE TRÁNSITO DEL PROYECTO

El volumen de tránsito se presenta de la siguiente manera en la actualidad y en las proyecciones calculadas a 10 años de operación de la vía que se encuentra en estudio con los correspondientes costos de operación:

Tabla 8. Tráfico por sector – Automotores y Motos.

TRANSITOS PROMEDIO DIARIO ANUAL CARRIL DE DISEÑO													
Intervalo	Autos	Buses Pequeño	Buses Grandes	Camiones						Motos	Total Camiones	Total Vehiculos	Total Vehiculos Equivalentes
				C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5				
TPDS	343	10	6	23	31	6	2	2	2	692	65	1115	882
FACTOR DE DIRECCIONALIDAD	0.480	0.200	0.461	0.400	0.667	0.667	0.500	0.500	0.500	0.457			
TPDA POR CARRIL DE DISEÑO	189	2	3	11	23	5	1	1	1	363	42	600	486

Fuente: Elaboración propia con información volumen de tránsito

En la Tabla 8 se observa que el tráfico Vía sopapo-(Ricaurte)-Agua de Dios. En todos los sectores, existe una participación importante de motocicletas en el total de tráfico de vehículos.

En su análisis, el especialista ha determinado las tasas de crecimiento para el periodo de análisis, las cuales son definidas en el aparte 5.1, del volumen del estudio de tránsito. La Tabla 9 presenta el resultado de este parámetro.

Tabla 9. Tasas de crecimiento por tipo de vehículo

AÑO	CAT I	CAT II	CAT III	CAT IV	CAT V
2017	4,52%	1,76%	6,26%	6,58%	4,86%
2018	4,33%	1,73%	5,90%	6,18%	4,64%
2019	4,15%	1,70%	5,57%	5,82%	4,43%
2020	3,98%	1,67%	5,27%	5,50%	4,24%
2021	3,83%	1,64%	5,01%	5,21%	4,07%
2022	3,69%	1,61%	4,77%	4,95%	3,91%
2023	3,56%	1,59%	4,55%	4,72%	3,77%
2024	3,44%	1,56%	4,35%	4,51%	3,63%
2025	3,32%	1,54%	4,17%	4,31%	3,50%
2026	3,21%	1,52%	4,01%	4,13%	3,38%
2027	3,11%	1,49%	3,85%	3,97%	3,27%
2028	3,02%	1,47%	3,71%	3,82%	3,17%
2029	2,93%	1,45%	3,58%	3,68%	3,07%
2030	2,85%	1,43%	3,45%	3,55%	2,98%
2031	2,77%	1,41%	3,34%	3,43%	2,89%
2032	2,69%	1,39%	3,23%	3,31%	2,81%
2033	2,62%	1,37%	3,13%	3,21%	2,74%
2034	2,56%	1,35%	3,03%	3,11%	2,66%
2035	2,49%	1,33%	2,94%	3,01%	2,59%
2036	2,43%	1,32%	2,86%	2,92%	2,53%
2037	2,37%	1,30%	2,78%	2,84%	2,47%
2038	2,32%	1,28%	2,71%	2,76%	2,41%

Fuente: Volumen Estudio de tránsito.



Con el uso de estas tasas de crecimiento, y los volúmenes de tráfico por tipo de vehículo determinados para el año base para cada uno de los sectores de análisis, se ha determinado por parte de esa especialidad el tráfico proyecto de la siguiente manera.

Tabla 10. Proyecciones de tránsito

PROYECCIONES DE TPDA CARRIL DE DISEÑO CORREDOR VIAL AGUA DE DIOS - RICAUTE																	
TRAMO 1																	
			B uses	Buses									I	Total		Equiv	
					C2P	C2G											
2017		189	2	3	11	23	5	1	1	1	1	363	42	600	486		
2018		198	2	3	11	24	5	1	1	1	1	379	43	625	505		
2019		206	2	3	11	24	5	1	1	1	1	395	44	650	524		
2020		214	2	3	11	25	6	1	1	1	1	411	45	675	542		
2021		222	2	3	11	25	6	1	1	1	1	426	46	700	561		
2022		230	2	3	11	25	6	1	1	1	1	442	47	725	580		
2023		238	2	3	12	26	6	1	1	1	1	458	48	750	599		
2024		247	2	3	12	26	7	1	1	1	1	473	49	775	618		
2025		255	2	3	12	27	7	2	2	2	1	489	50	800	636		
2026		263	3	4	12	27	7	2	2	2	1	505	51	825	655		
2027		271	3	4	12	27	8	2	2	2	1	521	52	850	674		
2028		279	3	4	13	28	8	2	2	2	2	536	53	875	693		
2029		288	3	4	13	28	8	2	2	2	2	552	54	900	712		
2030		296	3	4	13	29	8	2	2	2	2	568	55	925	731		
2031		304	3	4	13	29	9	2	2	2	2	583	56	950	749		
2032		312	3	4	13	29	9	2	2	2	2	599	57	975	768		
2033		320	3	4	13	30	9	2	2	2	2	615	58	1.000	787		
2034		328	3	4	14	30	10	2	2	2	2	630	59	1.025	806		
2035		337	3	4	14	31	10	2	2	2	2	646	60	1.050	825		
2036		345	3	4	14	31	10	2	2	2	2	662	62	1.075	843		
2037		353	3	4	14	31	10	2	2	2	2	678	63	1.100	862		
TOTAL VOLUMEN VEHICULAR A			4.211	5.820	20.213	44.919	10.257	2.198	2.233	2.107	749.283	81.927	1.231.584	989.864			
TOTAL VOLUMEN VEHICULAR A			8	8.768	12.117	42.085	93.522	23.083	4.946	5.048	4.643	1.641.887	173.328	2.691.448	2.151.381		
TOTAL VOLUMEN VEHICULAR A			2.0	18.917	26.143	90.803	201.783	56.442	12.095	12.423	11.001	3.857.054	384.548	6.296.014	4.989.368		

Fuente: Volumen Estudio de tránsito.



ESTUDIO DE SUELOS



CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Con base en los resultados obtenidos tanto de los trabajos de exploración del subsuelo, como de los ensayos de laboratorio, los cuales se pueden apreciar en el Anexo No 3 “registros de los ensayos de laboratorio”, se elaboraron los registros definitivos de los sondeos y apiques de los cuales se presenta el resumen:

Resultados de los ensayos de laboratorio

Se tiene el siguiente reporte de ensayos de caracterización:

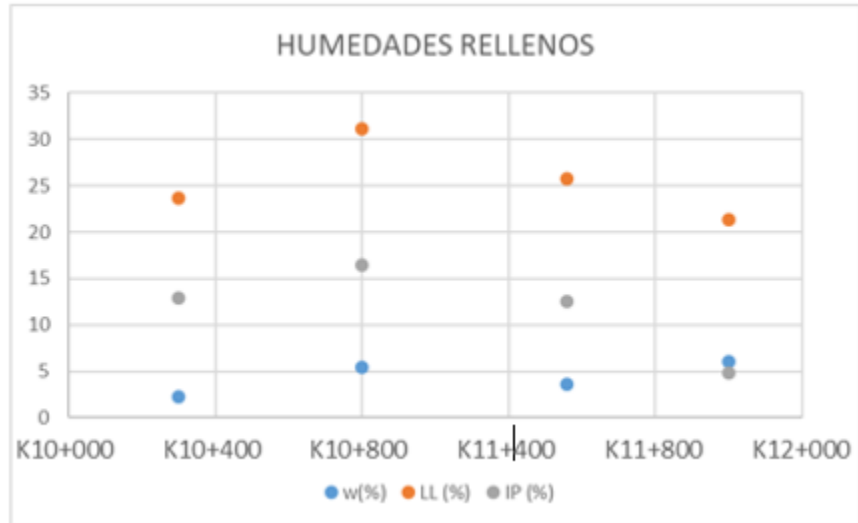
Tabla 11 Resultados de Ensayos de Laboratorio

Apique / Sondeo No	Abscisa	Asfalto	Relleno					Subrasante				
		Espesor m	Espesor m	Tipo USCS	w(%)	LL (%)	IP (%)	Tipo USCS	w(%)	LL (%)	IP (%)	SPT (Golpes)
1	K10+400	0,17	0,16	GC	2	24	13	CL	6	29	14	21
2	K10+800	0,10	0,27	GP-GC	5	31	17	SC	8	32	16	
3	K11+400	0,06	0,17	GC	4	26	13	SC	5	23	10	
4	K11+800	0,09	0,35	GC-GM	6	21	5	SC-SM	7	23	6	17

De acuerdo con los resultados reportados se tiene que los materiales de relleno presentan niveles de humedad natural inferiores al 4% con limite liquido en promedio del 27% e índices de plasticidad cercanos al 12%, para el sector donde se tiene mayor nivel de relleno K10+800 a K11+800 se tiene un relleno granular de mejor calidad No Liquido No plástico.



Figura 28. Características Geotécnicas del Material de Relleno

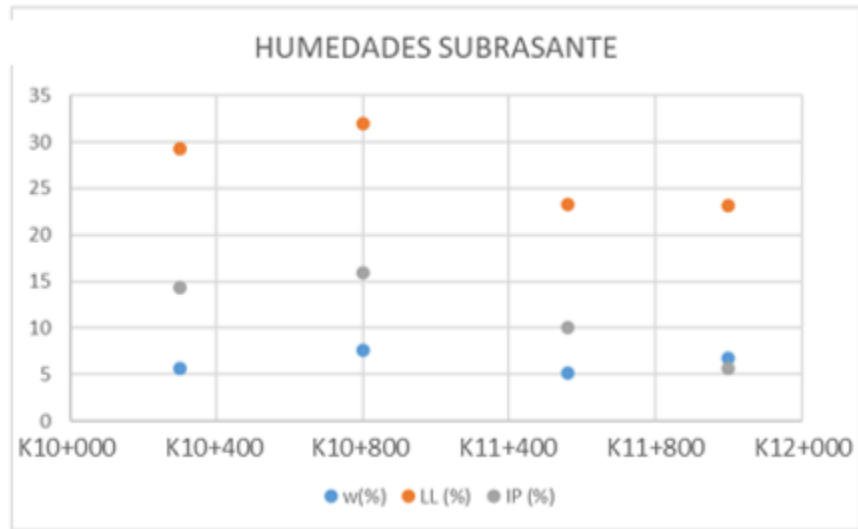


Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la subrasante presenta una humedad natural media de 7% con valores mínimos de 4% y máximos del 13%, los límites líquidos son superiores a 23% y llegan hasta el 36% el promedio es de 30% y los índices de plasticidad se encuentran entre 5% y 20% en promedio de 13%, estas características denotan un nivel medio de expansibilidad ya que se reporta valores de límite líquido menores a 30% y de Índice de plasticidad menores 20%.



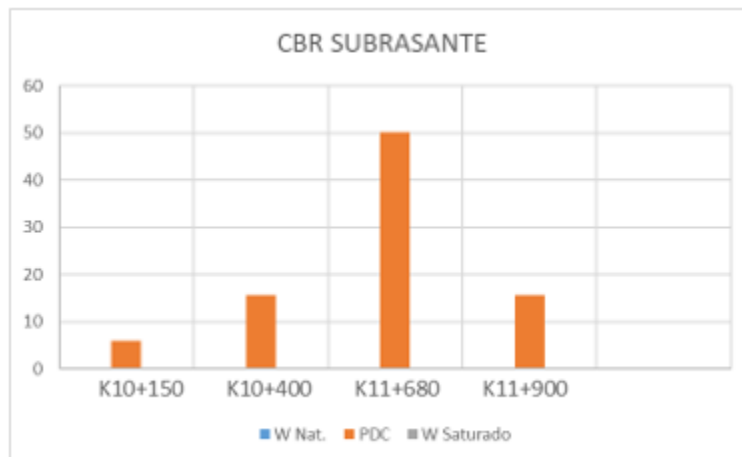
Figura 29. Características Geotécnicas de la Subrasante



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la capacidad de soporte de la subrasante se reporta valores de CBR en condición de humedad natural de 14.24% y en condición sumergida de 7.53%.

Figura 30. Capacidad Portante de la Subrasante



Fuente: Elaboración propia



Para el tramo teniendo en cuenta las características geotécnicas de la subrasante, las condiciones ambientales (precipitación y temperatura) del sector se estima como CBR de diseño el valor de CBR Sumergidos obtenidos en la exploración geotécnica.

Tabla 12. Resultados Ensayos de CBR laboratorio/ Cono Dinámico

Apique / Sondeo No	Abscisa	CBR %		
		PDC	W Nat.	W Saturado
1	K10+150	5,91		
2	K10+400	15,67		
3	K11+680	50,09		
4	K11+900	15,58		
		11,33		7,53

CBR
DISEÑO

7,53

Fuente: Elaboración propia

Perfil estratigráfico

Se caracteriza por la presencia de una carpeta Asfáltica en regular estado de promedio 8.0cm, esta carpeta está apoyada sobre una capa de grava arcillosa de baja plasticidad, su clasificada según la USCS como GC y según la AASTHO como A-2-4(0), esta capa tiene un espesor entre 16 cm y 62 cm en promedio de 35 cm. Como subrasante se ha encontrado principalmente una arcilla y una arena; la arcilla de baja plasticidad, su clasificación según la USC es CL y según la AASTHO es A-6 (8), adicionalmente se encontró una arena su clasificación según la AASTHO es SC y según la AASHTO es A-6(2).

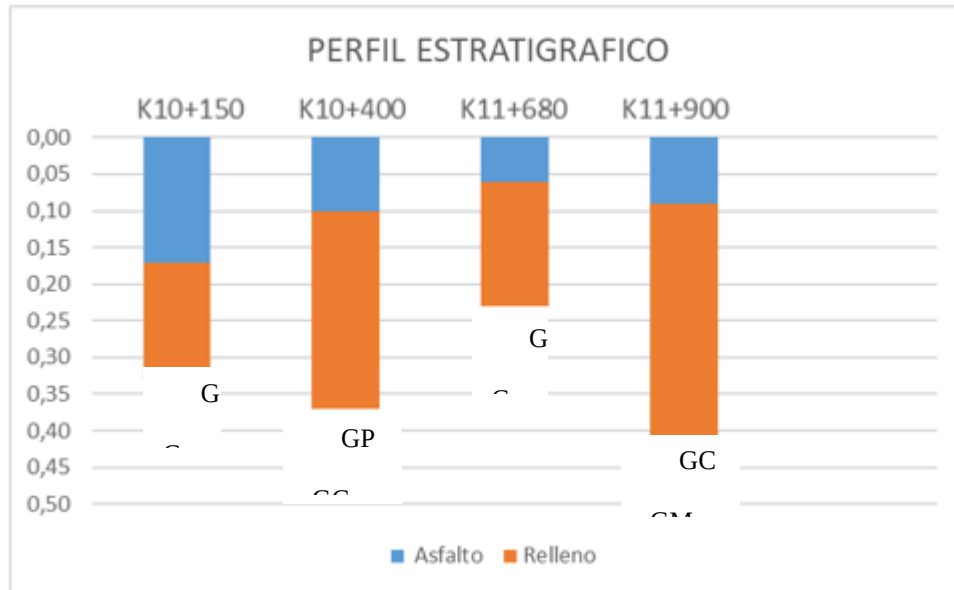


Figura 31. Perfil estratigráfico

FASE 4: INTERVENCIÓN

Teniendo las etapas de investigación y diagnóstico terminadas, se procede a analizar la información y realizar dos propuestas de intervención.

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN DE SOLUCIÓN

Se construyen 2 alternativas de intervención, las cuales se deberán realizar a lo largo de 2,00 km distribuidos en un sector: K10+000 a K12+000.



La estructura de pavimento flexible consiste en dejar una capa de material de relleno de 15.0cm de espesor como mínimo y sobre esta colocar una capa de sub-base granular de 20.0cm de espesor, posteriormente una base granular de 15.0cm de espesor y finalmente una carpeta asfáltica de tipo MD-19 de 9cm de espesor.

Para el adecuado funcionamiento del corredor se deberá perfilar el talud con el fin de acondicionar el espacio requerido para la sección de diseño y la cuneta y construir filtros en la pata de estos para mantener los niveles de humedad óptimo en la subrasante y garantizar la adecuada confinación de la estructura de pavimentos mediante la adecuación de bordillos y/o bermas laterales.

Descripción de las alternativas de Solución.

Análisis Técnico

La vía no presenta cortes importantes, ni taludes importantes, no se requiere la construcción de obras como cunetas o filtros.

Estructuras recomendadas.

Alternativa 1.

Consiste en dejar una capa de material de relleno de 15 cm de espesor como mínimo, sobre esta una capa de subbase granular de 30 cm de espesor, colocar una losa de concreto MR 4.3 Mpa de 18 cm de espesor.

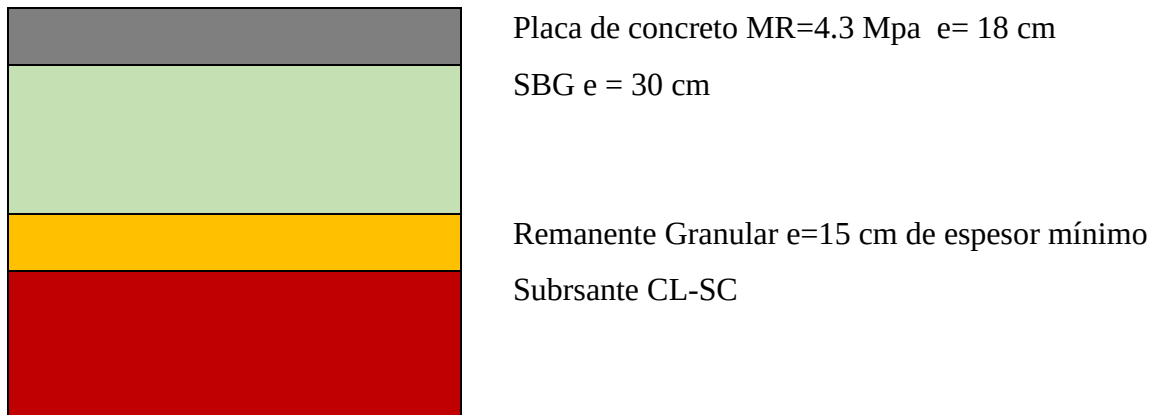


Figura 32. Perfil Vía Propuesto Pavimento Rígido

Alternativa 2

La estructura de pavimento flexible consiste en dejar una capa de material de relleno de 15.0 cm de espesor como mínimo y sobre esta colocar una capa de subbase granular de 20.0 cm de espesor, posteriormente una base granular de 15.0 cm de espesor y finalmente una carpeta asfáltica de tipo MD-19 de 9cm de espesor.

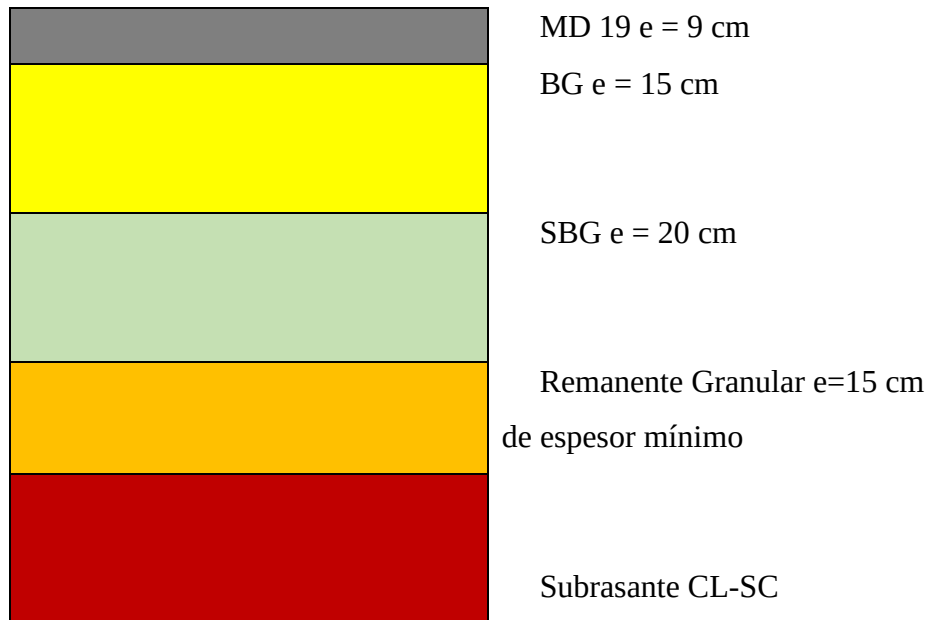


Figura 33. Perfil Vía Propuesto Pavimento Flexible

Para el adecuado funcionamiento del corredor se deberá perfilar el talud con el fin de acondicionar el espacio requerido para la sección de diseño y la cuneta.

Los materiales para emplear en la construcción de la vía en estudio deberán cumplir en todo



con las especificaciones de construcción que a continuación se enuncian

Tabla 13. Materiales de construcción

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN
Material seleccionado	Art 230 INV
Subbase Granular	Art 320 INV
Base Granular	Art 330-02 INV
Imprimación	Art 420-02 INV
Mezcla asfáltica	Art 400 INV Art 450-02 INV
Rellenos para estructuras	Art 610 INV
Pavimento en concreto hidráulico	Art 500 INV

Fuente: Elaboración propia



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con el inventario de fallos realizado a lo largo del corredor el cual se anexa, se ha establecido que un 12.75% del área pavimentada presenta nivel de daño alto, un 25.10% tiene un nivel de daño medio y un 2.03% tiene un nivel de afectación bajo; en general el 60% de la calzada está en un estado funcional adecuado, aunque se observa a todo lo largo del corredor daños superficiales (pulimento y cabezas duras) lo que denota el envejecimiento de la mezcla asfáltica. Este tipo deterioro no tiene incidencia en el comportamiento estructural por lo tanto se puede corregir con algún tratamiento superficial. Durante la auscultación del pavimento se ha encontrado preponderancia en el desgaste superficial del pavimento y daños de tipo estructural como, fisuras en bloque baches y deformaciones , que aunque no abarcan el 40% de la superficie total del tramo de estudio evidencian el deterioro causado por un deficiente de sistema de drenaje , durante la inspección visual , se ha observado que la sección transversal de la vía se desarrolla a nivel o en algunas ocasiones por debajo de las cotas laterales , lo que propicia el estancamiento del agua superficial y del subsiguiente envejecimiento del pavimento y saturación de los rellenos. Teniendo en cuenta lo anterior, se propone subir la rasante con el fin de permitir el drenaje y la evacuación de las aguas superficiales hacia las estructuras hidráulicas existentes y/o proyectadas

en el diseño.

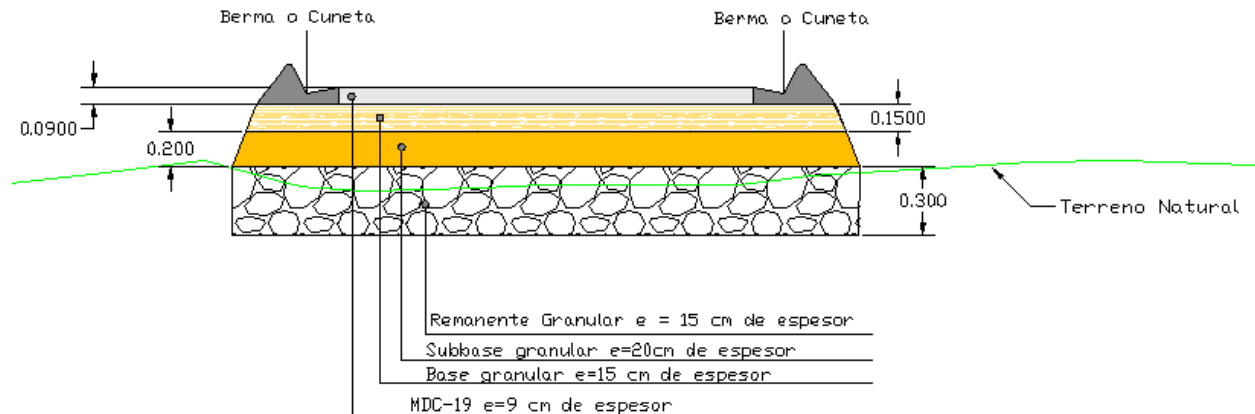


Figura 34. Espesor de terreno

- Para la consultoría cualquiera de las alternativas es aplicable. la alternativa 1 compuesta de un pavimento flexible presenta de ventajas de ser más económica, luego de colocada la mezcla puede entrar en servicio más rápidamente y desventaja es que requiere mayor transporte y escombro, mayor mantenimientos periódicos, la alternativa 2 como ventaja requiere menor excavación, menos mantenimientos , ya que un pavimento rígido es más duradero , desventaja es más costosa y presenta más tiempo de elaboración y puesta en servicio, sopesar criterio de economía y ambientales para seleccionar la mejor alternativa.
- Las estructuras recomendadas arriba corresponden a un periodo de diseño de 10 años, por tanto para prolongar la vida útil del pavimento es necesario garantizar un programa de mantenimiento de la vía adecuado (mantenimiento de drenes, bacheos y parcheos



puntúales, sello de fisuras periódico) de forma tal que la estructura no sea afectada por la carencia de esta actividad y envejezca normalmente hasta su periodo de diseño.

- Durante la etapa de construcción se debe considerar la construcción y /o reparación de los drenajes y subdrenajes de la vía y garantizar la adecuada confinación de la estructura de pavimentos mediante la adecuación de bordillos y/o bermas laterales.

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Todos los sitios en los que sea necesario hacer la recuperación de banca de la vía o el reemplazo de estructuras requieren las siguientes obras complementarias:

- Cunetas de borde interno y externo de vía
- Filtros tipo Dren Francés en la pata del talud superior
- Zanjas o cunetas de coronación en el talud superior
- Disipadores para la entrega de aguas, instalados en los flancos de los sitios intervenidos, y tanto en el talud superior como en el inferior a la vía.

En varios casos, especialmente si hay flujos de tierra activos, pueden emplearse filtros y zanja – filtros en espina de pescado en los taludes superiores.

Lesión Fisuras en medialuna

68

[illegible]

Lesión Piel de Cocodrilo (PC)

[illegible]

FICHA GENERAL DE EVALUACION PATOLOGICA

FICHA GENERAL DE EVALUACION PATOLOGICA



REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 1. Abscisa k0+000



Foto 1. Via Ricaurte – Agua de Dios



CONCLUSIONES

Durante el recorrido se realizó el registro de las fallas identificadas, estas evidencian los deterioros superficiales y estructurales, los cuales han generado incomodidad, inseguridad y falta de confort.

De mismo modo se pudo evidenciar que un 60% de la vía presenta fallas superficiales, lo cual ocasiona una sensación de inseguridad a los transeúntes de la zona.





BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

- <https://es.wikipedia.org/wiki/Cundinamarca>
- <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>
- INGEOMINAS (SGC) – UNC, 2010. Mapa de amenaza sísmica de Colombia, periodo de retorno de 475 años.
- INGEOMINAS (SGC), 1998. Mapa geológico de la plancha 246 – Fusagasugá.
- INGEOMINAS (SGC), 2001. Memoria de la plancha geológica 246 – Fusagasugá.
- Google Earth, 2017. Imágenes landsat de varios años.