Gobernación de
RISARALDA
Sentimiento de Todos

“MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL CIRCUITO ECO TURISTICO RESERVA BARBAS BREMEN DE LA VÍA COD. 003 VÍA ARABIA - YARUMAL - CRUCE ARMENIA.”

ESTUDIO DE SUELOS

PEREIRA

SEPTIEMBRE DE 2021

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVOS 4
2.1. Objetivo general 4
2.2. Objetivos específicos 4
3. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5
Figura 1 Localización del departamento de Risaralda 5
3.1. Localización particular 6
4. ALCANCES 7
5. METODOLOGÍA 7
6. GEOLOGÍA REGIONAL 8
6.1. Sector Pereira 8
6.1.1. Estratigrafía 9
6.1.2. Condiciones Estructurales y Tectónicas 10
7. TRABAJOS DE EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO 13
7.1. Ensayos de campo 14
7.2. Ensayos de laboratorio 14
8. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 14
8.1. Perfiles estratigráficos y clasificación del suelo 14
8.2. Análisis de resultados de laboratorio y definición del valor del CBR 15
8.3. CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE 16
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 17

1. INTRODUCCIÓN

La Secretaría de Infraestructura de la Gobernación de Risaralda y el instituto de vías INVIAS, mediante la celebración del convenio interadministrativo No 1120 de 2021 para **AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS, FINANCIEROS Y JURÍDICOS PARA DESPLEGAR ACTIVIDADES CONJUNTAS DE COOPERACIÓN Y COORDINACIÓN, PARA EL DESARROLLO INTEGRAL Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES ESTRATEGICOS DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA,** busca realizar la AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL CIRCUITO ECO TURISTICO RESERVA BARBAS BREMEN K0+00 AL K12+600

“El transporte automotor si bien ha venido a facilitar la vida del hombre y a influir notablemente en sus actividades sociales y económicas, también ha llegado a constituir una importante causa de accidentes, siendo motivo de miles de muertes al año. Esto ha despertado gran inquietud entre todos los especialistas y ha motivado gran número de estudios, para determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las carreteras” Manual de Proyecto geométrico de carreteras 1977.

El presente informe técnico define el perfil estratigráfico a partir de la caracterización de los suelos del corredor vial en mención y realizado por la firma de ingeniería CONSULTORES Y ASESORES GSC, en aras de sugerir una solución constructiva propia para vías terciarias de carácter veredal mediante la implantación de placa huellas, y que presentan un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Definir el perfil estratigráfico de la vía, basados en las recomendaciones de los manuales de diseños de placa-huella del INVIAS para el tramo indicado en el convenio interadministrativo No 1120 de 2021, ubicado en el corredor ecoturístico BARBAS BREMEN del departamento de Risaralda

2.2. Objetivos específicos

- Analizar los datos suministrados de la exploración geotécnica por parte de la firma de ingeniería CONSULTORES Y ASESORES GSC, correspondiente al tramo en mención, con el fin de determinar el perfil estratigráfico del subsuelo.

- Determinar la variación en profundidad y los espesores de los tipos de suelos definidos.

- Definir el perfil de resistencia de los suelos de soporte de la placa-huella presentando el comportamiento geomecánica de la subrasante a partir de los valores obtenidos en laboratorio tales como: Limites de atterberg, granulometría humedades y (CBR).

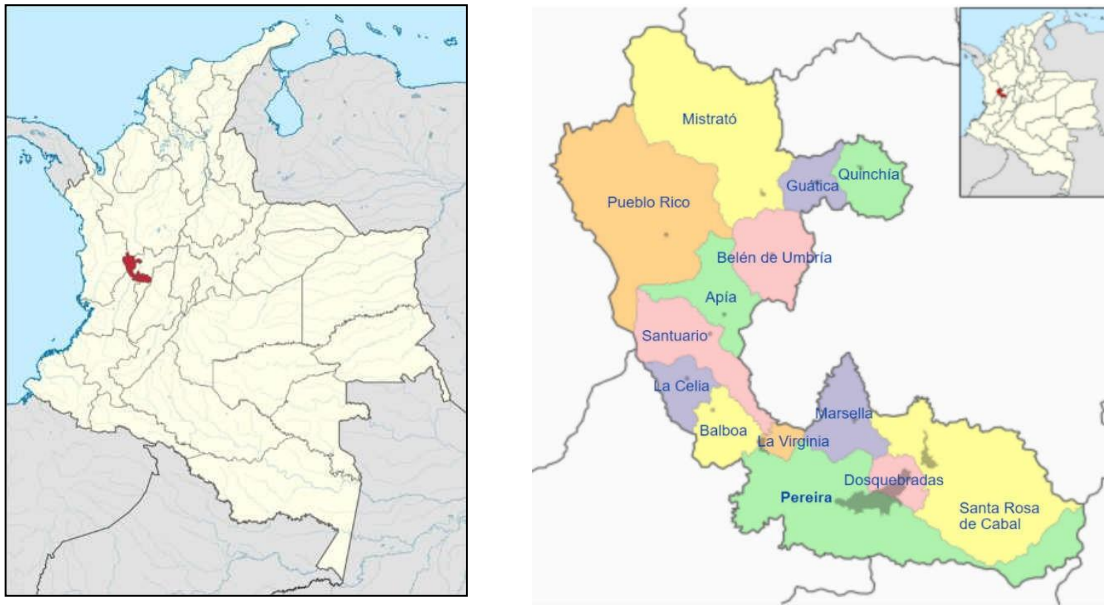
- Identificar sectores geotécnicamente inestables que pudiesen afectar a la implantación de la solución vial sugerida para la tipología de vía terciaria, mediante el análisis de los resultados de laboratorio como parte del procesamiento de datos de la recolección de muestras tomadas en campo.

3. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Risaralda es uno de los treinta y dos departamentos que, junto con Bogotá Distrito Capital, forman la República de Colombia. Su capital y ciudad más poblada es Pereira. Está ubicado en el centro-oeste del país, en la región andina, limitando al norte con Antioquia, al este con Caldas y Tolima, al sur con Quindío y Valle del Cauca, y al oeste con Chocó. Con 4140 km² es el cuarto departamento menos extenso (estando por delante los departamentos de Atlántico, Quindío y San Andrés y Providencia, el menos extenso) y con 230 hab/km², el cuarto más densamente poblado, por detrás de San Andrés y Providencia, Atlántico y Quindío. Pertenece a la región del Eje cafetero y a la región paisa.

El departamento de Risaralda está conformado por 14 municipios de los cuales la ciudad de Pereira es la capital. Los municipios se clasifican en subregiones: subregión 1 Pereira, Dosquebradas, Marsella y Santa Rosa de Cabal, subregión 2, Apía, Balboa, Belén de Umbría, Guática, La Celia, La Virginia, Quinchía y Santuario, y subregión 3, Mistrató y Pueblo Rico.

Figura 1 Localización del departamento de Risaralda



Fuente: Wikipedia

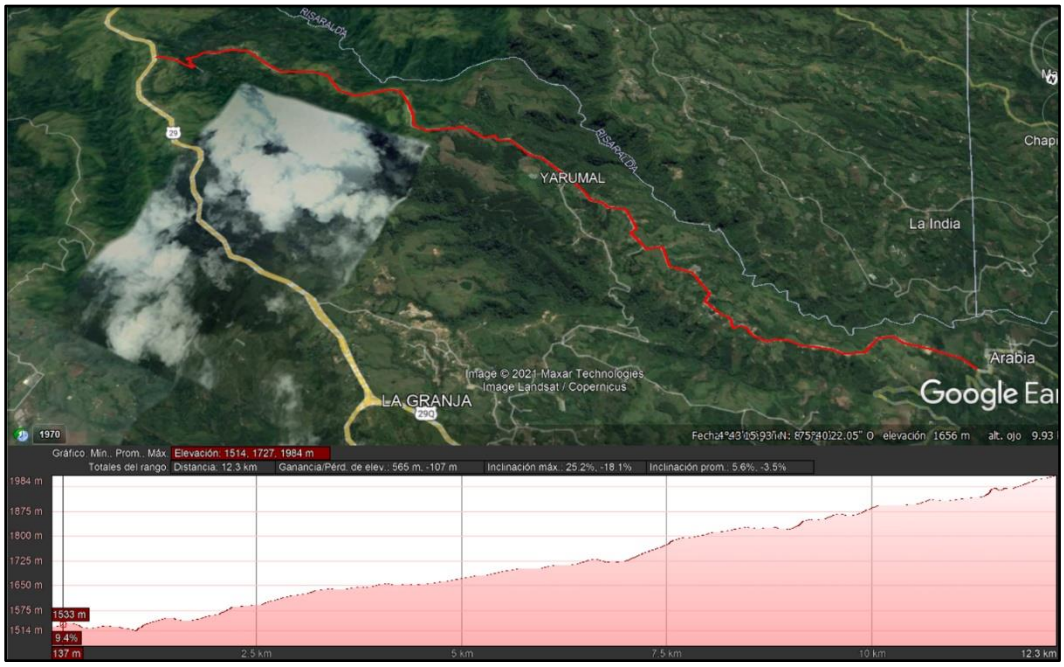
3.1. Localización particular

El tramo en estudio se encuentra ubicado sobre la vía Arabia - Yarumal - Cruce Armenia con código 003 departamento de Risaralda, el cual se describe en la tabla 1 donde se incorpora la longitud del tramo y coordenadas de inicio y fin.

Tabla 1 Descripción de tramos

No Tramo	Nombre	Municipio	Coordenadas Magna-Sirgas - Oeste		Longitud (m)
			Inicio	Final	
1	Vía Arabia - Yarumal - Cruce Armenia Municipio de Pereira	Pereira	1013662,922 1161291,697	1013979,083 1151260,469	12600

Figura 2 Localización Particular del Tramo



4. ALCANCES

El alcance del presente informe aplica lo mencionado en Guía de diseño de pavimentos con placa-huella del INVIAS y la cartilla de Placa Huellas de Colombia Rural del ministerio de trasnporte. Para tal fin, se presenta la caracterización geotécnica, basada en la exploración en campo realizada por *CONSULTORES Y ASESORES GSC*, la cual busca definir los parámetros del suelo que servirán como para el planteamiento constructivo de Placa Huellas, mediante la definición de: espesores y calidad de los materiales que componen el perfil estratigráfico, evaluación del comportamiento físico de la subrasante o terreno de soporte valorada mediante ensayos de CBR en estado inalterado o sumergido.

5. METODOLOGÍA

En la primera parte del trabajo se hace un reconocimiento a la información existente referente a la geología que puede afectar la construcción de la placa huellas ubicadas en el Departamento de Risaralda.

A continuación, en la vía se ejecutaron los trabajos de campo, los cuales se encuentran la ejecución de apiques con lo que se logra identificar el perfil estratigráfico. En los apiques se toman muestras de suelo inalteradas, tanto para la caracterización física como mecánica, con los ensayos CBR inalterados en el laboratorio y las respectivas clasificaciones de la subrasante a través de los ensayos de granulometría y límites de atterberg.

6. GEOLOGÍA REGIONAL

Para cada una de las 4 áreas identificadas, se indica la geología regional y se hace una descripción de la condición estructural, una valoración de amenaza sísmica, localización de ZODMES y de explotación de materiales de construcción.

6.1. Sector Pereira

A continuación, se presenta la geología regional, del área a intervenir, mostrando los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa.

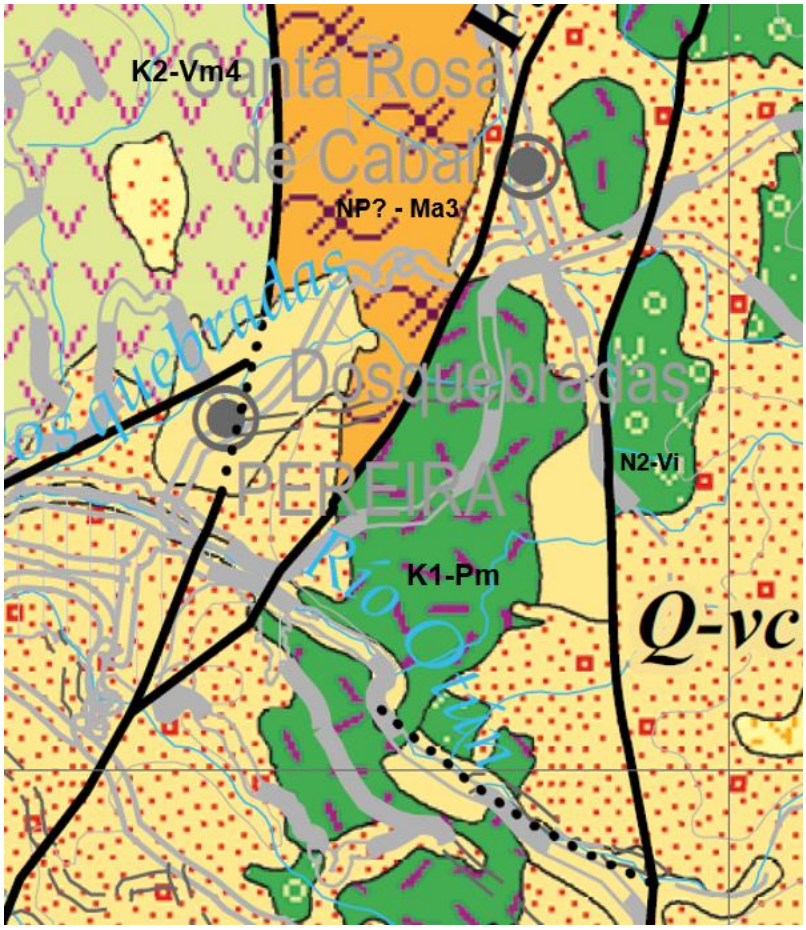


Figura 3. Mapa de geología Regional - Área 4
Fuente: Atlas geológico de Colombia, Ingeominas, Plancha 5-08.

6.1.1. Estratigrafía

Estratigráficamente de más reciente a más antigua, su descripción es la siguiente:

- *Periodo Paleozoico*

(NP - Ma3). Esquistos anfibólicos, cuarzosericíticos, cloríticos y talcosos; anfibolitas, algunas granatíferas, cuarcitas, metagabros, metadioritas y serpentinitas.

- *Periodo Cretácico*

(K2-Vm4). Basaltos toleíticos; doleritas, picritas, tobas básicas y brechas volcánicas.

(K1-Pm). Gabros bandeados e isotrópicos y dioritas.

- *Periodo Paleógeno*

(E3-Sc). Arenitas conglomeráticas y conglomerados en la base y el techo; y arenitas, arcillolitas y carbones en la parte media.

- *Periodo Neógeno*

(N2-Vi). Lavas e ignimbritas de composición andesítica

- *Periodo Cuaternario*

(Qal). Depósitos y llanuras aluviales pendientes suaves a moderadas, materiales sedimentarios arenas, gravas y bloques.
Periodo Neógeno

(Q-vc). Flujos vulcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica.

6.1.2. Condiciones Estructurales y Tectónicas

- *Falla Cauca – Almaguer (Falla de Romeral)*

Este fallamiento se encuentra cubierta por materiales de depósitos cuaternarios, se presenta como una serie de fallas paralelas y subparalelas. De acuerdo con Nivia (2001), se interpreta como una sutura en el cretácico inferior, tiene una dirección NNE, fallamiento con buzamiento subvertical. Este fallamiento afecta la ciudad de Pereira.

- *Falla Silvia Pijao*

Grupo de fallas subparalelas, con evidencias neotectonicas reportadas, pone en contacto el Complejo Quebradagrande, como bloque oriental con el complejo Arquia

y la formación Amaime, poniéndolas en contacto.

- *Geología local*

Para hacer la localización de los tramos a ejecutar en el área del municipio de Pereira y Santa Rosa de Cabal, donde se concentra casi el 70% del proyecto, se hace la localización de los tramos, en la cartografía geológica a escala 1:100.000. Las convenciones litológicas son las siguientes.

Qto. Flujos de lodo y cenizas recientes.
Qtl. Depósitos de pendiente.
Qal. Depósitos aluviales.
Qflv. Flujos de lodo volcánico.
Kds. Stock diorítico de Santa Rosa.
Kgp. Stock gábrico de Pereira

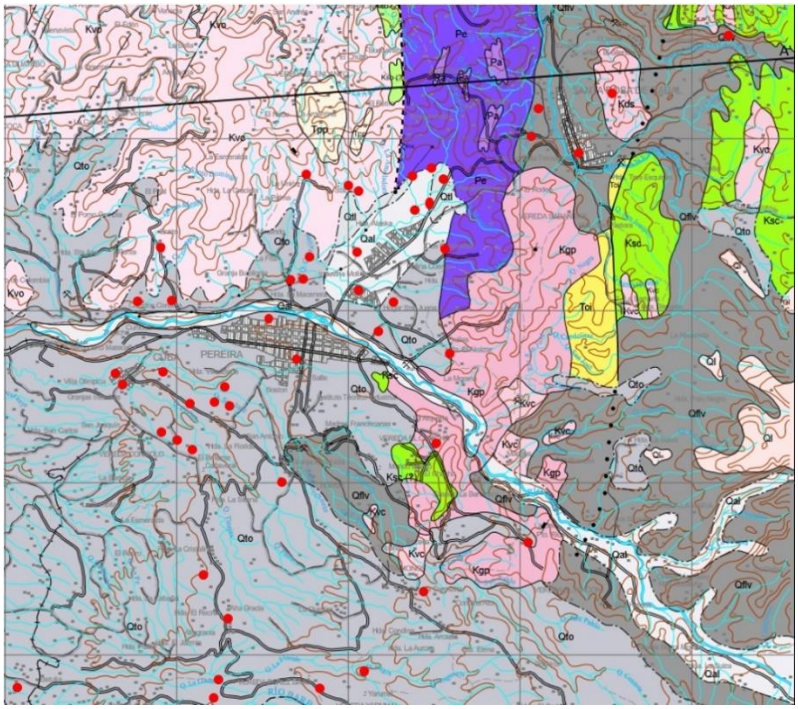


Figura 4. Mapa de geología Local - Área 4. Localización de tramos
Fuente: Geología de la Plancha 224 – Pereira (Esc 1:100.000).

Es así como la relación de litologías del tramo a intervenir predonima la formación (Qto) Flujos de lodo y cenizas recientes:

Evaluación de amenazas naturales

A continuación, se describen los sitios (abscisas), donde se han identificado procesos erosivos de origen natural, amenazas exógenas, que afectan o pueden llegar a afectar la vía.

Amenaza Sísmica.

El corredor del proyecto se localiza en el flanco occidental de la cordillera central, dentro de una zona de AMENAZA SÍSMICA ALTA. Según el estudio general de amenaza sísmica de Colombia, Comité AIS 300- Amenaza Sísmica. La nueva versión de las normas sismo resistentes colombianas establece tres (3) niveles de requisitos de diseño con datos suministrados por RSNC y OSSO. Según lo anterior, en las obras que se diseñen en la vía, se debe contemplar el grado de amenaza alta por sismicidad.

CIUDAD	CÓDIGO	Aa	Av
Pereira	66001	0.25	0.25

Tabla 14. Valores de Aa y Av según NSR-10.

Amenaza por movimiento de masa
Dado que la mayor parte de los proyectos de pavimentación, de la zona 4, se encuentran en la zona rural de Pereira, se consultó el Mapa de Amenaza Relativa por Movimiento de Masa, plancha 224 – Pereira y donde se observa que está sobre el área de Amenaza Alta, cuya descripción es la siguiente, cuya descripción es la siguiente:

ALTA	El 30,48% del área que comprende la Plancha 205 se encuentra en zonas de amenaza Alta o de laderas inestables con susceptibilidad que oscila entre Media y Alta, las inclinaciones de estas laderas se encuentran en un rango amplio abarcando ángulos desde 5° hasta superiores a 45°, debido a que estas zonas se observan en un alto y disperso porcentaje dentro de la plancha, las geoformas sobre las cuales se ubican son de tres principales ambientes (estructural, denudacional y volcánico) siendo las de menor extencion y aparición las geoformas de origen denudacional que se ubican en la parte norte de la ciudad de Pereira y alrededores de Cartago, litológicamente estas geoformas se ubican sobre las rocas del Grupo Diabasico. En general en esta zona de amenaza, las lluvias pueden llegar a ser mayores de 220 mm/día para un periodo de retorno de 25 años. Los sismos en el área pueden alcanzar una aceleración pico del suelo hasta de 200 cm/seg², condición que junto a la presencia de flujos de lodo volcánico pueden generar procesos como avalanchas principalmente en zonas encañonadas con alta pendiente. Pueden generarse deslizamientos de tipo translacional y flujos de lodo.

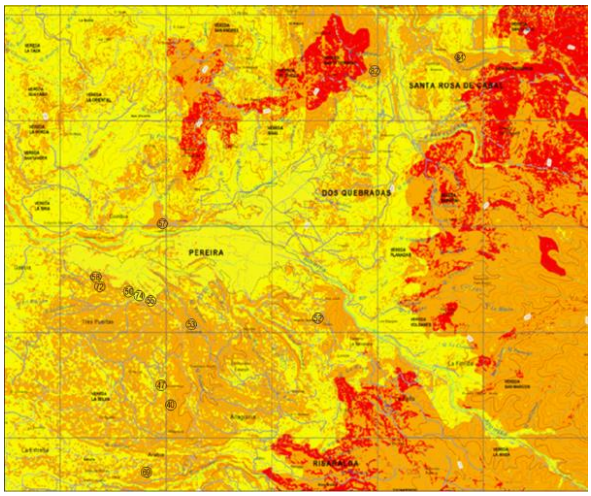


Figura 5. Localización de tramos en zonas de Amenaza Alta. Mapa de Amenaza Relativa por Movimiento de Masa, plancha 224 – Pereira.

Los sitios de amenaza alta, para FRM, se pueden llegar a presentar cuando los efectos detonantes exceden los límites, como son: 220 mm/día de precipitación para un periodo de retorno de 25 años y cuando los sismos alcancen una aceleración pico del suelo hasta de 200 cms/seg², condición que, junto a la presencia de flujos de lodo volcánico, pueden llegar a generar deslizamientos, bajo condiciones específicas.

7. TRABAJOS DE EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO.

Exploración geotécnica directa

Para la exploración del subsuelo se usaron técnicas directas (apiques). Además se estableció un procedimiento para desarrollar la exploración del subsuelo presentada en este estudio, el cual contempló la planeación y definición de los sitios de perforación, las pruebas de campo y la toma de muestras para ser enviadas al laboratorio, para lo cual se realizaron a cabo las labores de exploración geotécnica, revisión de datos en campo, trabajos en el laboratorio y finalmente el análisis de la información en oficina.

7.1. Ensayos de campo

Con el fin de conocer las propiedades y características principales del subsuelo y las condiciones geotécnicas de los tramos a intervenir, se planeó un programa de exploración directa a través de la ejecución de cincuenta y uno (51) apiques a lo largo del tramo en estudio. Los apiques se llevaron a cabo hasta la profundidad que permitió determinar la estratigrafía del sitio y la subrasante.

En los anexos se encuentran los registros de las perforaciones ejecutadas.

7.2. Ensayos de laboratorio

Los siguientes son los ensayos de campo y laboratorio que fueron realizados para el desarrollo del presente estudio:

- NTC 1493 - Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad. (ASTM D 4318).
- NTC 1494 - Suelos. Ensayo para determinar el límite líquido. (ASTM D 4318).
- NTC 1495 - Suelos. Ensayo para determinar el contenido de humedad. (ASTM D 2216).
- NTC 1522 - Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado NTC 1527.
- NTC 1504 - Suelos. Clasificación para propósitos de ingeniería. (ASTM D 2487).

8. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

8.1. Perfiles estratigráficos y clasificación del suelo

Los suelos que componen la subrasante se constituyen de limos y arcillas de baja plasticidad con variación de parámetros de consistencia así: límites líquidos entre 46% y 56%, índice de plasticidad entre 14% y 23%, límite plástico entre 29% y 32%, y una humedad natural que varía entre 46% y 54%.

8.2. Análisis de resultados de laboratorio y definición del valor del CBR

La subrasante se evalúo mediante ensayos de CBR sobre muestras inalteradas y sometidas a inmersión Los resultados del ensayo de CBR se tabulan a continuación:

ABSCISA	Hum.	Límites ATTERBERG			P/200	Clasificación		Ind.	C.B.R
	Natural (%)	LL. (%)	LP. (%)	IP. (%)		USC	AASHO	Grupo	(0.1"/0.2")
K00+000	48.47	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.43/4.86
K00+250	48.56	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	4.20/4.03
K00+750	50.12	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	4.82/4.44
K01+000	51.47	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	4.20/4.03
K01+250	49.68	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.43/4.86
K01+500	50.02	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	4.20/4.03
K01+750	53.26	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.43/5.06
K02+000	54.22	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.74/5.47
K02+250	52.48	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.43/4.86
K02+500	47.95	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.12/4.65
K02+750	54.48	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/5.06
K03+000	53.28	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.51/4.24
K03+250	48.65	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	3.89/3.42
K03+500	51.06	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.20/4.03
K03+750	51.44	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/5.06
K04+000	53.65	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.20/4.03
K04+250	52.48	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/4.86
K04+500	52.66	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.20/4.03
K04+750	47	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/5.06
K05+000	46.58	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.74/5.43
K05+250	50.14	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/4.86
K05+500	53.24	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.20/4.03
K05+750	52.44	49.6	30.42	19.18	57.27	OL	A-7-6	9	5.43/5.06
K06+000	54.75	49.6	30.42	19.18	57.27	OL	A-7-6	9	5.74/5.47
K06+250	53.26	49.6	30.42	19.18	57.27	OL	A-7-6	9	5.43/4.86
K06+500	54.89	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	4.20/4.03
K06+750	50.78	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.43/5.06
K07+000	53.21	49.6	30.42	19.18	57.27	OL	A-7-6	9	5.74/5.47
K07+250	47.98	49.6	30.42	19.18	57.27	OL	A-7-6	9	5.74/5.47
K07+500	52.04	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.20/4.03
K07+750	51.46	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/5.06
K08+000	52.88	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.74/5.47
K08+250	54.27	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/4.86
K08+500	51.96	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.20/4.03
K08+750	47.98	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/4.86
K09+000	48.99	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.74/5.47
K11+250	53.33	53.37	29.86	23.51	54.7	CL	A-7-5	11	5.43/4.86
K11+500	52.87	49.6	30.42	19.18	57.27	OL	A-7-6	9	4.20/4.03
K11+750	50.98	49.6	30.42	19.18	57.27	OL	A-7-6	9	5.43/5.06
K12+000	52.87	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.74/5.47
K12+250	51.87	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/4.86
K12+500	52.68	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	4.20/4.03
K12+750	51.47	46.57	31.88	14.69	53.33	ML	A-5	6	5.43/5.06

En general los suelos presentan un comportamiento favorable para la ejecución normal de la obra de o pavimentación.

8.3. CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE

Para verificar el potencial de expansión de los suelos de la subrasante se hace uso de la tabla 4.2 de la Guía de diseño de pavimentos con Placa-Huella (Ministerio de transporte (2015)) en la cual se presentan una correlación entre los porcentajes de Límite líquido y de índice de plasticidad versus el potencial de expansión del suelo. De igual forma, se debe de hacer una revisión de la zona para descartar fallas en obras vecinas por este tipo de fenómenos, situación que indicaría que estos suelos pueden llegar a verse afectados.

LL (%)	IP (%)	Clasificación del hinchamiento potencial
> 60	> 35	Alto
50 - 60	25 - 35	Marginal
50 <	< 25	Bajo

Tabla 4.2 Correlación Límites de consistencia vs. Potencial de expansión

Como se puede ver, el tramo a intervenir está catalogado con potencial MARGINAL de expansión del suelo. Así mismo y teniendo en cuenta la clasificación del suelo a lo largo del corredor, se evidencian sectores con suelos de características orgánicas (OL) por lo que siguiendo con las recomendaciones dadas en la Guía de diseño de pavimentos con Placa-Huella (Ministerio de transporte (2015)), se sugiere realizar la restitución en un espesor tal que el estrato no se presente material orgánico.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proyecto se desarrolla en municipio localizado, en el flanco oriental de la cordillera occidental y occidental de la cordillera central, entendiendo que las obras se desarrollaran en el espesor de meteorización de la roca y de suelo. Los materiales pétreos que se identifican regionalmente son de edad cuaternaria hasta cretácica.

- En el presente estudio no se realizaron cálculos ni recomendaciones para el manejo y control de taludes ya que no hay intervención de taludes en los tramos estudiados.

- En los sectores donde el CBR es menor que 3%, se sugiere la restitución de la subrasante en un espesor no menos de 20 cm, con material de afirmado, o material que cumpla las solicitudes de las especificaciones del INVIAS 230-13, en aras de garantizar la estabilización del terreno de fundación de la estructura a implementar.

Elaboro:
SECRETARIA DE INFRAESTRUCUTRA DE RISARALDA