

Práctica Empresarial En La Gobernación De Boyacá Prestando Apoyo En Actividades De Revisión, Supervisión Y Estructuración De Proyectos A Cargo De La Dirección De Desarrollo De La Infraestructura Vial De La Secretaria De Infraestructura Pública.

Laura Natalia Ruiz Pidiache

Práctica Empresarial Para Obtener El Título De Ingeniero Civil

Director

José Alberto Rondón

Ing. Civil, MSc

Tutor

Alexey Rojas Chaparro

Ing. Civil.

Universidad Industrial de Santander

Facultad De Ingenierías Físicomecánicas

Escuela De Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

Cuando empecé sexto grado, alguien nos denominó “pequeños científicos”, nos enseñó la importancia de la curiosidad, observar, cuestionarse y solucionar. No fue hasta más tarde, en mi vida universitaria que valoré su enseñanza, ingeniería es ciencia y ciencia fue esta persona.

Hay más, recuerdo que me dio un desafío, demostrar que ahora que no me encontraba en ese pequeño pueblo, donde comenzó todo, aun así, podía estar entre los mejores, demostrar que no depende de donde sino de quien, la base de un buen aprendizaje. Bueno, ahora estoy redactado la dedicatoria para mi tesis en una de las mejores universidades del país. Su exigencia fue importante en mi camino, espero que donde se encuentre, vea que pude demostrarlo.

A esa persona, maestro, científico, artista y a todos los estudiantes de la institución educativa Ramón Barrantes, no importa el origen, importan los sueños.

Laura Natalia Ruiz Pidiache

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por brindarme las habilidades que me han permitido llegar hasta este momento significativo en mi vida. A mi madre, por proporcionarme las alas para conseguir este logro impulsándome siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas.

A mamá Rosita, que, con su protección, amor y sabiduría, ha formado en mi grandes principios morales, siempre será una guía de lo correcto para mi vida.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, sus consejos y exigencias, por ser guías y motivación en mi vida.

A Neyla Ruiz Correa, por ser un pilar en mi formación, enseñándome que siempre se puede llegar más lejos y que sin importar los ataques, siempre vale más ser buena persona.

A la Universidad Industrial de Santander por la oportunidad de formarme como ingeniera civil, con las mejores condiciones de aprendizaje.

A mi director José Alberto Rondón y mi tutor Alexey Rojas, por guiarme durante mi primer acercamiento con la vida profesional.

Al personal de trabajo con el que interactúe durante mi práctica, que me dieron confianza y apoyo durante el proceso.

A mis compañeros, que me motivaron durante las largas horas de estudio, a Joseph Rojas por su optimismo y complicidad. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados y las historias vividas.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo General	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. Descripción de la empresa	17
2.1. Gobernación de Boyacá	17
2.2. Misión	17
2.3. Visión.....	17
2.4. Política Del Sistema De Gestión MIPG.....	17
3. Marco Teórico.....	18
3.1. Infraestructura vial	18
3.2. Conservación Vial.....	18
3.3. Mantenimiento vial	19
3.4. Rehabilitación	19
3.5. Adecuación de una vía en afirmado.....	19
3.6. Talud	20
3.7. Estabilidad.....	20
3.8. Deslizamiento	20
4. Metodología	20
4.1. Fase 1: Inducción y capacitación	21
4.2. Fase 2: Reconocimiento de asignaciones.....	22

4.3. Fase 3: Desarrollo de actividades de apoyo.....	22
4.3.1. Mejoramiento y Rehabilitación Del Tramo Labranzagrande - Alto Del Oso (65BY01) ...	22
4.3.1.1. Supervisión de obra.....	23
4.3.1.2. Informes de obra	24
4.3.2. Mejoramiento Y Rehabilitación De La Vía Moniquirá –Togüi, Muros De Contención, Departamento De Boyacá	24
4.3.2.1 Revisión de planos	26
4.3.2.2. Estimación de cantidades de obra	27
4.3.2.3. Análisis de precios unitarios	28
4.3.3. Informes de visitas de campo.....	29
5. Análisis Geotécnico Talud Km 6 Corredor Vial Pisba – Labranzagrande, Vereda Moniquirá, Sector Gormú.....	31
5.1. Localización.....	31
5.2. Topografía de la zona de estudio	33
5.3. Aspectos Geológicos.....	35
5.3.3. Formación Chipaque (K2ch).....	36
5.4. Geomorfología	37
5.5. Investigación geotécnica.....	38
5.5.1. Exploración del subsuelo	39
5.5.2. Ensayos De Laboratorio.....	40
5.5.3. Perfiles Litológicos y Caracterización Del Suelo	41
5.6. Análisis General.....	45
5.6.1. Cálculo de factores de seguridad	46

5.6.1.1. Configuración de cargas	49
5.6.1.2. Secciones transversales	50
5.6.1.3. Estado actual condición estática	53
5.6.1.4. Estado actual condición dinámica:.....	55
5.6.2. Propuestas planteadas.	57
5.6.3. Análisis de Alternativas:.....	68
6. Conclusiones	70
Referencias Bibliográficas	76

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Distribución muros de contención.	25
Tabla 2 Localización de los sondeos.	40
Tabla 3 Propiedades compresión inconfina da sondeo 3.	44
Tabla 4 Propiedades compresión inconfina da sondeo 3.	45
Tabla 5 Resumen resultado de factores de seguridad.	66
Tabla 6 Factores de seguridad muro de contención planteado.	68

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Presentación metodología MIPG.....	21
Figura 2 Detalle mantenimiento vial de la vía Labranzagrande -Alto del oso	23
Figura 3 Detalle bitácora de campo mantenimiento vial	24
Figura 4 Mejoramiento Y Rehabilitación Vía Moniquirá –Togüi, Muros De Contención	27
Figura 5 Mejoramiento Y Rehabilitación Vía Moniquirá –Togüi, Cantidades de obra	28
Figura 6 Mejoramiento Y Rehabilitación Vía Moniquirá –Togüi, APU.....	29
Figura 7 Formato actas visitas de campo, Dirección de infraestructura vial.....	30
Figura 8 Localización Área de estudio.	32
Figura 9 Vista Frontal del Talud de estudio.....	33
Figura 10 Vista Superior del Talud de estudio.	34
Figura 11 Características topográficas de la zona de estudio.	34
Figura 12 Perfil topográfico del talud.....	35
Figura 13 Características geológicas de la zona de estudio.	35
Figura 14 Leyenda geológica.....	36
Figura 15 Visualización falla inversa en la zona de estudio.....	37
Figura 16 Características geomorfológicas de la zona de estudio.	38
Figura 17 Leyenda características geomorfológicas.....	38
Figura 18 Visualización daños en el tramo vial afectado.	39
Figura 19 Visualización daños en el tramo vial afectado.	39
Figura 20 Ejemplo de muestra de suelo tomada en campo.....	40

Figura 21 Perfil Estratigráfico sondeo 2.	42
Figura 22 Carta de plasticidad sondeo 3 y 4.	43
Figura 23 Curva Esfuerzo-Deformación sondeo 3.	44
Figura 24 Curva Esfuerzo-Deformación sondeo 4.	45
Figura 25 Zona de estudio.	47
Figura 26 Configuración de materiales, software SLIDE.	49
Figura 27 Ubicación de cortes en el terreno.	50
Figura 28 Perfil sección 1 de estudio en SLIDE.	51
Figura 29 Perfil sección 2 de estudio en SLIDE.	52
Figura 30 Perfil sección 2 de estudio en SLIDE.	53
Figura 31 Análisis condición estática sección 1.	54
Figura 32 Análisis condición estática sección 2.	54
Figura 33 Análisis condición estática sección 3.	55
Figura 34 Análisis condición dinámica sección 1.	55
Figura 35 Análisis condición dinámica sección 2.	56
Figura 36 Análisis condición dinámica sección 3.	56
Figura 37 Modelamiento alternativa sección 1.	57
Figura 38 Análisis alternativa sección 1 condición dinámica.	57
Figura 39 Propiedades y espaciamiento de los Soil Nails.	58
Figura 40 Modelamiento alternativa sección 2.	59
Figura 41 Análisis alternativa sección 2 condición dinámica.	59
Figura 42 Propiedades y espaciamiento de los Soil Nails.	60
Figura 43 Propiedades Geomanto.	61

Figura 44 Modelamiento alternativa sección 3.....	61
Figura 45 Análisis alternativa sección 3 condición dinámica.....	62
Figura 46 Propiedades y espaciamiento de los Soil Nails.	63
Figura 47 Propiedades Geomanto.....	64
Figura 48 Propiedades y espaciamiento de anclajes.....	64
Figura 49 Propiedades y espaciamiento de micropilotes.....	65
Figura 50 Predimensionamiento muro en voladizo.	67
Figura 51 Modelamiento alternativa muro en voladizo.....	67

Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

Apéndice A. Evidencia y formatos desarrollados durante la practica empresarial

Apéndice B. Caracterización visual del talud estudiado mediante Mapas hechos con herramientas de geomática.

Apéndice C. Evidencia del análisis geotécnico.

Resumen

Título: Práctica Empresarial En La Gobernación De Boyacá Prestando Apoyo En Actividades De Revisión, Supervisión Y Estructuración De Proyectos A Cargo De La Dirección De Desarrollo De La Infraestructura Vial De La Secretaria De Infraestructura Pública.*

Autor: Laura Natalia Ruiz Pidiache**

Palabras Clave: Gobernación de Boyacá, infraestructura vial, Auxiliar de supervisión, estructuración de proyectos, análisis geotécnico, remoción en masa.

Descripción: Este artículo constituye el informe de las actividades desempeñadas en la Gobernación de Boyacá, bajo la dirección de infraestructura vial, en el marco de practica empresarial que se ejecutó entre los meses de marzo a julio de 2022. Con la que se pretendía implementar y complementar los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida universitaria, basándose en la experiencia que la modalidad brinda, haciendo un acercamiento al campo laboral para reconocer la responsabilidad e integridad que este trae consigo. La labor desempeñada en la dirección infraestructura vial, se fundamentó en el apoyo como Auxiliar de supervisión de obras viales, específicamente el mejoramiento del tramo Labranzagrande -Alto del Oso del corredor vial Departamental 65BY01, obra con duración de trece semanas, apoyo en revisión de diseños y/o estructuración de proyectos de infraestructura vial y realización de informes de visitas de campo en proyectos de mantenimiento vial. Adicionalmente se expone un análisis geotécnico realizado a una zona de falla en la vía Alto del Oso-Pisba con pronóstico de remoción en masa durante la temporada de lluvias de cada año, caso expuesto a la entidad buscando el apoyo de gestión del riesgo, que tare como consecuencia la incomunicación del municipio con el departamento.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico-mecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Director: José Alberto Rondón, MSc. Tutor: Alexey Rojas, Ing Civil.

Abstract

Title: Business Practice in The Gobernación De Boyacá Providing Support In Activities Of Review, Supervision And Structuring Of Projects In Charge Of The Directorate Of Road Infrastructure Development Of The Secretary Of Public Infrastructure.*

Author(s): : Laura Natalia Ruiz Pidiache **

Key Words: Gobernación de Boyacá, road infrastructure, supervision assistant, project structuring, geotechnical analysis, mass removal.

Description: This article is the report of the activities performed in the Gobernación de Boyacá, under the direction of road infrastructure, in the framework of business practice that was executed between the months of March to July 2022. With which it was intended to implement and complement the knowledge acquired throughout university life, based on the experience that the modality provides, making an approach to the labor field to recognize the responsibility and integrity that this brings with it. The work performed in the direction of road infrastructure, was based on the support as Assistant supervision of road works, specifically the improvement of the Labranzagrande -Alto del Oso section of the Departmental Road corridor 65BY01, work lasting thirteen weeks, support in reviewing designs and / or structuring of road infrastructure projects and conducting reports of field visits in road maintenance projects. Additionally, a geotechnical analysis of a failure zone in the Alto del Oso-Pisba Road with a mass landslide forecast during the rainy season of each year, a case exposed to the entity seeking the support of risk management, resulting in the isolation of the municipality with the department.

* Degree Work

**Faculty of Mechanical Physics Engineering. Civil Engineering School. Director: José Alberto Rondón, MSc. Tutor: Alexey Rojas, Ing Civil.

Introducción

“¿Qué es la noble profesión de ingeniería? - Es la profesión en la cual los conocimientos de las ciencias físicas y matemáticas adquiridos mediante el estudio, la experiencia y la práctica se aplican con buen juicio a desarrollar los medios de aprovechar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para la prosperidad de la humanidad” (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina-CONFEDI,2001).

La Práctica Empresarial es un método de enseñanza clave para la competitividad como base del conocimiento, entendiendo que una habilidad, es un elemento de una competencia, y se refiere a un grupo específico de capacidades, entonces, de la misma manera que las organizaciones requieren competencias fundamentales para alcanzar sus metas, también los estudiantes las necesitan. (Agudelo López, 2012). Esta modalidad permite, bajo una posición de análisis real con elementos particulares en temas específicos, fortalecer el grado de profesionalismo.

La gobernación de Boyacá al ser una entidad pública de alta importancia está involucrada en el desarrollo y ejecución de proyectos de gran impacto ambiental económico y social a nivel departamental y nacional, lo cual brinda la oportunidad de adquirir experticia en un ámbito amplio referente tanto a supervisión como a consultoría de proyectos.

El artículo, presenta las actividades realizadas como Auxiliar de Ingeniería en la gobernación de Boyacá, con vinculación a la Dirección de Desarrollo de la Infraestructura Vial de la secretaria de Infraestructura Pública. Adicionalmente se documenta un análisis geotécnico realizado por la autora, que tiene como finalidad, contribuir con el desarrollo técnico de una zona de deslizamiento en el corredor vial departamental dónde se prestó el servicio de asistencia y supervisión para su mantenimiento.

La infraestructura vial, es necesaria para el desarrollo de las regiones del Departamento, por lo cual, la dirección de desarrollo de infraestructura vial tiene como principal función dirigir y promover la asesoría técnica requerida por lo municipios en materia de rehabilitación, mantenimiento y adecuación de vías. Lo anterior para cumplir su objetivo de brindar beneficios de calidad a la sociedad boyacense. El análisis de estabilidad se realiza en el municipio de Pisba, ubicado en la provincia de la libertad al sureste del Boyacá, actualmente solo tiene una vía de acceso y su capa de rodadura es en afirmado, el área tiene un relieve montañoso por lo cual es común observar efectos de inestabilidad en los terrenos, consecuencia de la intervención para el desarrollo de su red vial. Actualmente no existe ninguna caracterización de los suelos de la zona rural del municipio, por lo cual el análisis geotécnico se fundamenta en brindar un aporte técnico que ofrezca solución al riesgo de amenaza existente en las laderas que se ha acentuado por la ola invernal.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar la práctica empresarial como auxiliar de Ingeniería Civil, brindando apoyo en la Dirección de Desarrollo de la Infraestructura Vial de la secretaria de Infraestructura Pública de la gobernación de Boyacá.

1.2 Objetivos Específicos

Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de mi vida universitaria, obteniendo experiencia en el capo laboral.

Apoyar en la supervisión de contratos en ejecución a cargo de la Dirección de Desarrollo de la Infraestructura Vial de la Gobernación de Boyacá.

Apoyar las labores ejecutadas por los encargados de las diferentes obras, como revisión de planos, visitas de obras, cantidades de obra y especificaciones técnicas del proyecto asignado.

Realizar visitas técnicas al sitio de la obra asignada y elaborar informes de los avances de obra, solicitados por el tutor de la práctica empresarial.

Aportar innovaciones en los procesos que se siguen en las obras de mejoramiento vial, verificando los procesos técnicos que garanticen un resultado eficiente.

2. Descripción de la empresa

2.1. Gobernación de Boyacá

Es una entidad pública Departamental. Tiene como compromiso, brindar servicios públicos de calidad con la apropiación de valores y principios articulados con las políticas tendientes a mejorar las condiciones de vida de los habitantes el territorio boyacense. Bajo su cargo esta la Secretaría de Infraestructura Pública, que tiene como misión efectuar los estudios técnicos que aseguren la correcta y oportuna ejecución de los proyectos orientados a la construcción, adecuación y mantenimiento de la infraestructura pública necesaria para garantizar el desarrollo integral y armónico, conservando el equilibrio ecológico de sus recursos naturales.

2.2. Misión

Somos una entidad pública Departamental. Nuestro compromiso, es brindar servicios públicos de calidad con la apropiación de valores y principios articulados con las políticas tendientes a mejorar las condiciones de vida de los habitantes el territorio boyacense.

2.3. Visión

En el año 2025 Boyacá, será una región próspera y competitiva aprovechando su posición geográfica, su diversidad de climas y culturas, su enorme potencial turístico, minero y agrícola, comprometidos con la responsabilidad social y el medio ambiente con el fin de brindar a sus ciudadanos, oportunidades de desarrollo social y económico en condiciones de sostenibilidad, equidad y seguridad.

2.4. Política Del Sistema De Gestión MIPG

En la Gobernación de Boyacá presta servicios de alta calidad mediante la ejecución de planes, programas y proyectos, cumpliendo con la normatividad legal vigente, a través del

mejoramiento continuo de los procesos con eficacia, eficiencia y efectividad del Sistema de Gestión MIPG y comprometidos con la seguridad y la salud de sus trabajadores y contratistas en todos los centros de trabajo, con criterios de oportunidad, información confiable, uso racional de los recursos; un equipo humano altamente calificado y comprometido con la excelencia en el servicio, con el fin de cumplir con los requisitos de las partes interesadas, lograr la satisfacción de los usuarios y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio boyacense. (Secretaría de Infraestructura Pública, 2012)

3. Marco Teórico

3.1. Infraestructura vial

Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos, bicicletas y personas en forma confortable y segura desde un punto a otro, incluye, los pavimentos, puentes, túneles, dispositivos de seguridad, señalización, entre otros, tienen una función específica y única, dentro del buen funcionamiento de la infraestructura. (Ministerio de Transporte, Pontificia Universidad Javeriana, 2010)

3.2. Conservación Vial

Es el conjunto de actividades que se realizan para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y, de esta manera, garantizar que el tránsito sea cómodo, seguro, fluido y económico. En la práctica, lo que se busca es preservar el capital ya invertido en la construcción de la infraestructura vial, evitar su deterioro físico prematuro y, sobre todo, mantener la vía en condiciones operativas adecuadas a las necesidades y demandas de los usuarios. (Ministerio de Transporte, Pontificia Universidad Javeriana, 2010)

3.3. Mantenimiento vial

Conjunto de actividades destinadas a prevenir daños o reparar defectos específicos de los componentes de una carretera, incluyendo calzada, bermas, zonas laterales dispositivos de drenajes, estructuras y elementos de control de tránsito. (Ministerio de Transporte, Pontificia Universidad Javeriana, 2010)

3.4. Rehabilitación

Implica cualquier actividad que restaure la vía a su condición o capacidad inicial. Son las medidas que se aplica con el fin de recuperar la capacidad estructural de los elementos que hacen parte de la infraestructura vial. Algunas implican el retiro de parte de la estructura existente para colocar posteriormente el refuerzo y con otras se busca aprovechar las condiciones superficiales existentes del pavimento. (Ministerio de Transporte, Pontificia Universidad Javeriana, 2010)

3.5. Adecuación de una vía en afirmado

En el mejoramiento de una vía con afirmado se aplica una o más capas de material granular seleccionado, este es colocado, extendido y compactado sobre una subrasante para resistir y distribuir cargas y esfuerzos ocasionados por el paso de los vehículos, y así mejorar las condiciones de comodidad y seguridad del tránsito. Los agregados para la construcción del afirmado deben satisfacer los requisitos de calidad indicados en el numeral 300.2 del artículo 300-Disposiciones Generales Para La Ejecución De Afirmados, Subbases Granulares Y Bases Granulares Y Estabilizadas y ajustarse a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 311.1 del artículo 311-Afirmado de las especificaciones del INVÍAS 2013. (Ministerio de Transporte, Pontificia Universidad Javeriana, 2010)

3.6. Talud

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda de que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas. (De Matteis, 2003)

3.7. Estabilidad

Se entiende por estabilidad a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento. Como primera medida es necesario definir criterios de estabilidad de taludes, entendiéndose por tales algo tan simple como el poder decir en un instante dado cuál será la inclinación apropiada en un corte o en un terraplén; casi siempre la más apropiada será la más escarpada que se sostenga el tiempo necesario sin caerse. Este es el centro del problema y la razón de estudio. (De Matteis, 2003)

3.8. Deslizamiento

Se denomina deslizamiento a la rotura y al desplazamiento del suelo situado debajo de un talud, que origina un movimiento hacia abajo y hacia fuera de toda la masa que participa del mismo. (De Matteis, 2003)

4. Metodología

La práctica empresarial en la secretaria de infraestructura, con apoyo en la dirección de infraestructura vial de la gobernación de Boyacá tuvo una duración de cuatro meses entre marzo de 2022 a julio de 2022. Para desarrollarla de manera satisfactoria, el proceso se distribuyó en fases con el fin de fortalecer los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria y complementarlos con la experiencia laboral.

4.1. Fase 1: Inducción y capacitación

En la Gobernación de Boyacá, la Dirección General de Talento Humano, se encarga de los procesos de capacitación y formación del personal; durante la primer semana de practica se realizó este proceso, buscando mejorar el desempeño del estudiante en el cumplimiento de sus funciones, garantizando su competitividad, basados en el Sistema de Gestión MIPG.

Figura 1

Presentación metodología MIPG



Nota. Adaptada de la dirección de talento humano de la Gobernación de Boyacá

Luego de conocer el sistema con el que trabaja la entidad, se hace un reconocimiento de las áreas a cargo de la dirección de infraestructura vial y se define las actividades de apoyo a cargo de la estudiante, con guía y supervisión del tutor de la empresa. Las labores asignadas fueron:

- Auxiliar de supervisión de obras viales.
- Apoyo en revisión de diseños y/o estructuración de proyectos a cargo de la dirección de infraestructura vial.
- Actas e informes de visitas de campo.

4.2. Fase 2: Reconocimiento de asignaciones

Durante el desarrollo de la práctica, se brindó acompañamiento a dos proyectos, el primero en ejecución, Mejoramiento y Rehabilitación Del Tramo Labranzagrande - Alto Del Oso (65BY01); el segundo en fase 3 de diseño, Mejoramiento Y Rehabilitación De La Vía Monquirá –Togüi, Muros De Contención, Departamento De Boyacá. además, se brindó apoyo en actividades de visitas técnicas y elaboración de informes de la intervención y apoyo en las vías departamentales.

4.3. Fase 3: Desarrollo de actividades de apoyo

En esta fase se describe el desarrollo de todas las actividades asignadas en la fase 1 como auxiliar de ingeniera civil, en el cual fue fundamental el acompañamiento y guía del tutor y el equipo de trabajo de cada proyecto.

4.3.1. Mejoramiento y Rehabilitación Del Tramo Labranzagrande - Alto Del Oso (65BY01)

Se llevaron a cabo actividades relacionadas con el mejoramiento vial (adecuación de la rasante, limpieza de cunetas, aplicación de afirmado, entre otras.) del tramo Labranzagrande - alto del oso del corredor vial Departamental 65BY01, tramo que beneficia a los municipios de Pisba, Paya y Labranzagrande que pertenecen a la provincia de la Libertad.

La vía actualmente se encuentra en capa de rodadura y está catalogada como secundaria, su mantenimiento está a cargo del departamento. Durante la ejecución de este acuerdo, se intervinieron en total 12 kilómetros, prestando el servicio de maquinaria amarilla (Motoniveladora, Vibrocompactador, volqueta y Retroexcavadora), con la que se realizó conformación de la rasante de la vía y se ejecutó mejoramiento con la aplicación de una capa de afirmado compactado de aproximadamente 20 cm de espesor; en el proceso se cumplieron especificaciones técnica, como un perfil con bombeo, peralte y cuneta.

Durante el mejoramiento se usaron en total 1515 viajes de recebo común, con volumen de 7,00 m³ cada uno. La obra tuvo una duración de 65 días hábiles, cumpliendo una jornada laboral de 48 horas, distribuidas de lunes a viernes.

4.3.1.1. Supervisión de obra. La autora realizó labores de apoyo en la supervisión de la obra. Teniendo en cuenta conocimientos previos se realizaron visitas diarias al inicio y fin de la jornada cumpliendo los protocolos de bioseguridad, con el fin controlar los aspectos técnicos estipulados en el convenio interadministrativo con los municipios. Dichos requerimientos fueron:

1. Asegurar la aplicación de una capa de afirmado mínimo de 15cm
2. Adecuación de la rasante, antes de la aplicación de afirmado.
3. Garantizar un perfil vial que permita la evacuación correcta de aguas, es decir, que presente cunetas profundas, bombeo y peralte.

Figura 2



Detalle mantenimiento vial de la vía Labranzagrande -Alto del oso



4.3.1.2. Informes de obra. Se llevo a cabo un registro de las actividades en una bitácora de campo, con el fin de tener un control de avances, gastos y personal. La información se compiló semanalmente para elaborar el informe final de entrega del mantenimiento vial junto con el registro fotográfico de las actividades. Aspectos importantes para evidenciar el cumplimiento de la solicitud de los municipio interesados. (Apéndice 1).

Figura 3

Detalle bitácora de campo mantenimiento vial

BOYACÁ		BITACORA DE OBRA	
Nombre del proyecto	Mejoramiento vial tramo alto del oso-Labranzagrande		
Nombre del Residente de Obra	Laura Natalia Ruiz Pidiache		
Localidad	Tramo correspondiente al municipio de Pisba		
Fecha y Hora	01/09/2021-7:15 a.m.		
Personas en Obra:	CARGO	Maquina	Horómetro
Juan Isidro Maldonado Duran	Operario	Motoniveladora	10 Hrs
Héctor Alfonso Piraban Goyeneche	Operario	Retroexcavadora	10 Hrs
Yeison Yamid Ramos Leguizamón	Operario	Volqueta	10 Hrs
Luis Fernando Sosa Cepeda	Operario	Vibrocompactador	10 Hrs
Joaquín Chaparro	Operario Pisba	Volqueta	10 Hrs
Hairy Fuentes	Operario Pisba	Excavadora	10 Hrs
Humberto Herrera	Ayudante Maquinaria	-	10 Hrs
Aristóbalo García Gómez	Supervisor Alcaldía Pisba	-	10 Hrs
Laura Natalia Ruiz Pidiache	Aux. Residente de obra	-	10 Hrs
Fotos			
			
Avance	Comentario		
Aplicación y sellado de la capa de afirmado.	Se trabajo en un nuevo tramo de aproximadamente 230m, asegurando bombeo, peralte y definición de la cuneta. Se hicieron 50 viajes de material.		
Fotos			
			

Nota. Adaptada dirección de infraestructura vial, Gobernación de Boyacá.

4.3.2. Mejoramiento Y Rehabilitación De La Vía Moniquirá–Togüi, Muros De Contención, Departamento De Boyacá

El proyecto en general contempla el mejoramiento y rehabilitación de la vía Moniquirá–Togüi, en el departamento de Boyacá. Para esto, se contempla el análisis y diseño de obras necesarias para la atención de los sitios críticos definidos dentro del tramo comprendido entre las

abscisas K3+879 a K6+290, teniendo como origen el cruce con la vía nacional Barbosa – Tunja. La vía sirve de acceso al Municipio de Togüi y a través de ella es posible llegar al Municipio de Chitaraque, para ingresar a Santander. (La localización se puede evidenciar en el anexo 1.).

El departamento de Boyacá inicia el proceso de realizar los estudios y diseños para el mejoramiento y rehabilitación de la vía Monquirá – Togüi, teniendo en cuenta aspectos como las características y resistencia del suelo, la carga a soportar, tipos de muros de contención a utilizar, materiales, cimentación, tipología estructural, dimensionamiento de estructuras y ubicación de estas, siguiendo lo estipulado por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – CCP14. Dando como resultado los siguientes tipos de muro según sitio crítico:

Tabla 1

Distribución muros de contención.

Tipo De Muro	Sitio Crítico No.	Abscisa
Muro de contención anclado	1	K4+140
	2	K4+320
	3	K4+490
Muro de contención sobre pilotes	4	K4+544
Muro de contención anclado	5	K4+600
	6	K4+930
	7	K5+040
Muro de contención sobre pilotes	8	K5+100
Muro de contención anclado	9	K5+180
	10	K5+240
	11	K5+500
Muro de contención sobre pilotes	12	K5+730
	13	K5+800
Muro de contención anclado	14	K6+140
Muro de contención en terreno mecánicamente estabilizado	15	K6+270

Nota. Tipos de muro proyectados para cada sitio crítico.

El proyecto actualmente se encuentra en fase 3, es decir, que se tienen planos finales para la construcción de los muros con un grado de exactitud de las cuantificaciones de 90% a 100%, que permiten la construcción de un componente financiero, lo más cercano a la realidad.

Se prestó apoyo en la elaboración de correcciones de diseño y estructuración del proyecto que consta de dos capítulos, el primero con 12 ítems y el segundo con ocho (Memoria de cantidades tipo, anexo 1). Con los cuales se estima que el proyecto para la construcción de estos muros de contención tendrá un plazo de ocho (8) meses y un valor de Cinco Mil Quinientos Treinta y Dos Millones Ochocientos Setenta y Un Mil Doscientos Veinte pesos (\$5.532.871.220,02.).

4.3.2.1 Revisión de planos. Se utilizó en todo el estudio y diseño la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTESCCP-14 para dimensionar la estructura de los muros, con base a la cual, se estudiaron los tipos de muros utilizados y materiales ya diseñados, evaluando la estructura con el siguiente orden:

1. Valoración de la carga viva
2. Ubicación de las obras
3. Cimentación
4. Tipología estructural
5. Dimensionamiento de Estructuras

Figura 4

Mejoramiento Y Rehabilitación Vía Monquirá –Togüi, Muros De Contención




Nota. Adaptada informe dirección de infraestructura vial, Gobernación de Boyacá

4.3.2.2. Estimación de cantidades de obra. Esta actividad permite ordenar la información suministrada por los diseños previos, con el fin de cuantificar las características y establecer cantidades de materiales necesarios para la construcción, que finalmente va a permitir la obtención de un presupuesto y cronograma para el control durante su ejecución. Durante el desarrollo de esta actividad se verifican los procesos constructivos definidos para el desarrollo de 15 Muros de contención, que presentan 4 diseños diferentes y el mejoramiento con pavimento flexible de 437 m de la vía, que se vieron afectados por la inestabilidad de la zona.

Figura 6

Mejoramiento Y Rehabilitación Vía Monquirá –Togüi, APU

		GOBERNACIÓN DE BOYACÁ		Hoja N° 1023	
		Análisis de precios Unitarios			
ITEM 1.10					
Lista de precios: BASE BOYACÁ 2022		Capitulo	3.06 PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE		
		SubCap.	3.06.01 PAVIMENTO FLEXIBLE		
		Actividad	3.06.03 CONSTRUCCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE, INCLUYE BARRIDO, SUMINISTRO Y COMPACTACIÓN (INCLUYE ACARREO LIBRE DE 5 KM) NORMA INVIAS (**)		
		U.M.	M3		
1 Material					
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
MEZCLA ASFÁLTICA MDC-2 EN PLANTA	M3	583,100.00	1.26	734,706.00	
Total Material				734,706.00	
2 Equipo					
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
CILINDRO NEUMÁTICO Entre 6 y 15 Ton potencia min 70 hp.	hr	135,912.95	0.10	13,591.30	
TERMINADORA DE ASFALTO POTENCIA 174 H.P	hr	254,122.00	0.10	25,412.20	
VIBROCOMPACTADOR CA-15 O SIMILAR	hr	98,968.79	0.10	9,896.88	
Herramienta y Equipo Menor(% M.O)	%	32,293.98	5.03	1,624.39	
Total Equipo				50,524.77	
3 Mano de obra					
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
AUXILIAR DE OBRA 1 (A)	jr	72,300.17	0.35	25,305.06	
OFICIAL OBRA 2 (A)	jr	124,137.15	0.06	6,988.92	
Total Mano de obra				32,293.98	
4 Transporte					
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
TRANSPORTE DE MATERIAL ASFALTICO	M3-km	1,537.00	6.30	9,683.10	
Total Transporte				9,683.10	
Costo Total Actividad				827,207.85	

Nota. Adaptada formatos de APU de la Gobernación de Boyacá


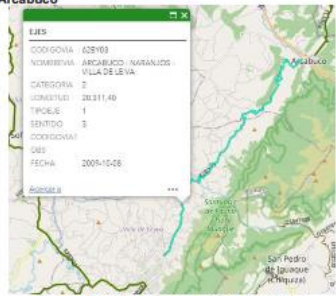
4.3.3. Informes de visitas de campo

Teniendo en cuenta que la gobernación de Boyacá está a cargo de la mayor parte de infraestructura vial del departamento, tiene diferentes contratos de mantenimiento, estos celebrados entre el Departamento de Boyacá y la ALIANZA SOCIETARIA Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL DE BOYACÁ - ASDETBOY S.A.S. El ingeniero Alexey

Rojas en calidad de supervisor de los respectivos contratos efectúa visitas periódicas para la verificación del estado de las labores adelantadas por la empresa ASDETBOY S.A.S en los tramos que se estén interviniendo, por ende, se realizaron actividades de apoyo técnico, como, elaboración periódica de informes, actas de revisión de actividades de construcción respecto a especificaciones y normas en la ejecución de las obras. (Ejemplo de actas, Anexo 1.)

Figura 7

Formato actas visitas de campo, Dirección de infraestructura vial

		FORMATO	Versión: 0 Código: M-PD-ID-F-006
INFORME DE VISITAS DE CAMPO		Fecha: 08/Jun/2022	
Informe dirigido a: Ing. Alexey Rojas Chaparro –DIRECTOR DE DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL			
MUNICIPIO: ARCABUCO – VILLA DE LEYVA		FECHA: 08 DE JUNIO DE 2022	
CONTRATO / CONVENIO No. • Contrato Interadministrativo 3052 de 2021.			
OBJETO DE LA VISITA: Realizar visita para la verificación del estado de las labores adelantadas por la empresa ASDETBOY S.A.S en los tramos Villa de Leyva – Arcabuco.			
TIPO DE VISITA			
Interventoría: Visita Técnica: <input checked="" type="checkbox"/>		Supervisión: Otro: <input type="checkbox"/>	
ASISTENTES			
No.	Nombres y Apellidos	Entidad	Cargo
1	ALEXEY ROJAS CHAPARRO	Gobernación de Boyacá	Director De Desarrollo De Infraestructura Vial - Secretaria De Infraestructura
2	ARTURO BERNAL	Gobernación de Boyacá	Profesional De Apoyo Secretaria De Infraestructura
DESCRIPCIÓN DE LA VISITA			
Teniendo en cuenta el Contrato número 3052 de 2021 celebrado entre el Departamento de Boyacá y la ALIANZA SOCIETARIA Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL DE BOYACÁ - ASDETBOY S.A.S, cuyo objeto es "FORTALECIMIENTO EN LA ATENCIÓN DE LA RED VIAL SECUNDARIA Y TERCIARIA POR MEDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ" en calidad de supervisor del respectivo contrato se efectuó inspección visual en el tramo Villa de Leyva – Arcabuco con código de vía 62BY03.			
1. Villa de Leyva – Arcabuco			
			
Fuente: Red Vial a Cargo del Departamento.			

Nota. Adaptada formatos de actas de visita de campo dirección de infraestructura vial, Gobernación de Boyacá

Además, la dirección de infraestructura vial brinda apoyo en situaciones de emergencia para mantener la movilidad del departamento, en este marco, se dio seguimiento a la solicitud del municipio de Pisba “**VÍA SUSCEPTIBLE DE PRESENTAR MOVIMIENTO DE REMOCIÓN EN MASA ASOCIADOS A LA SEGUNDA TEMPORADA DE LLUVIAS 2021**”. Para la cual se dio apoyo en la adecuación del tramo vial afectado la solución más factible fue aplicar relleno a lo largo del tramo, trasportando un total de 100 viajes de material, con el que se recuperó el nivel de la vía. Además, se realizó limpieza de derrumbes y definición del perfil vial. Durante este proceso se dio apoyo en actividades de reconocimiento, aspectos técnicos como el control del perfil vial, limpieza de cunetas y la elaboración del informe final de ejecución. (Anexo 1)

Teniendo en cuenta que la solución no es definitiva, se decide tomar esta zona afectada como lugar de estudio por parte de la estudiante, para realizar un análisis geotécnico, con el fin de determinar las propiedades del talud y posibles causas del movimiento de remoción en masa, ya que el municipio no cuenta con información o estudios previos del área rural, se realiza un análisis basado en ensayos de campo y laboratorios de suelo a cargo de la autora.

5. Análisis Geotécnico Talud Km 6 Corredor Vial Pisba – Labranzagrande, Vereda Moniquirá, Sector Gormú.

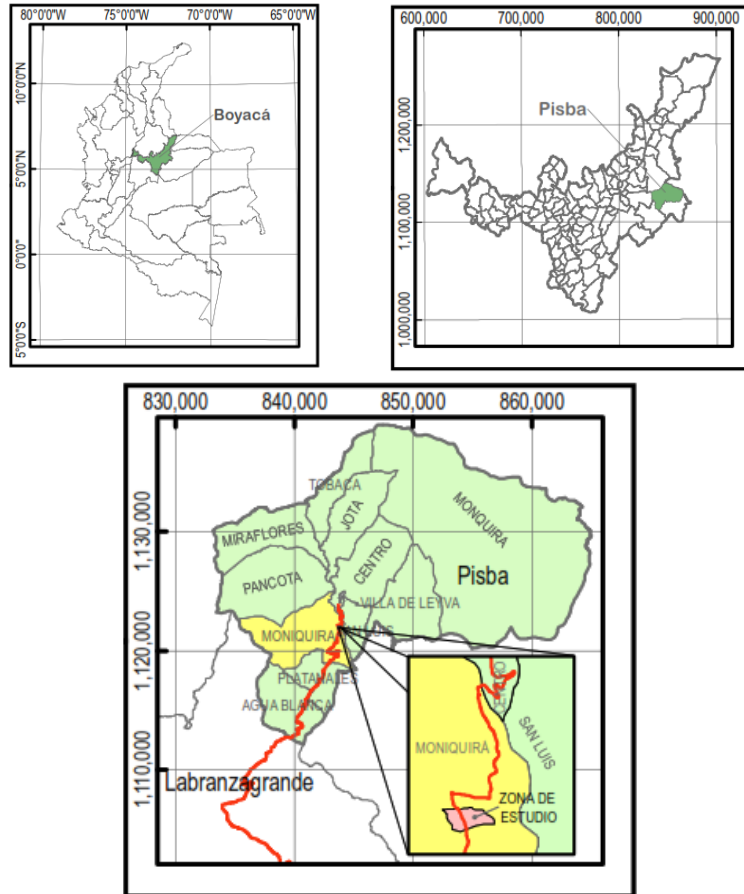
5.1. Localización

El talud se encuentra ubicado en el km 6 del corredor vial Pisba – Labranzagrande, específicamente en el sector Gormú de la vereda de Moniquirá del municipio de Pisba, en el

departamento de Boyacá. En el pie de la ladera corre la quebrada Motavita, que desemboca en el río Pisano.

Figura 8

Localización Área de estudio.



Nota. Adaptada Mapa Geológico de Colombia, IGAC.

Actualmente el municipio de Pisba solo cuenta con esta vía de acceso, por ende, el comercio y transporte de personas depende de su estado. Constituyéndose en el elemento principal de conexión con el departamento y el resto del país.

5.2. Topografía de la zona de estudio

El Municipio de Pisba está ubicado en un territorio montañoso perteneciente a la cordillera oriental de los Andes, por lo cual se pueden encontrar cotas desde los 950 m.s.n.m. hasta los 3200 m.s.n.m. (Administración Municipal De Pisba , 2005).

Se realizó un reconocimiento del terreno de la zona de estudio, tomando coordenadas geográficas para la localización del talud, las cuales fueron rectificadas con la información almacenada por el gobierno departamental. De este modo se determina que el talud se encuentra entre la cota 1290 m y 1170 m donde se ubica el lecho de la quebrada Motavita.

Tiene una pendiente media del 36% . La vía se encuentra sobre las cotas 1250m y 1230m. La parte superior e inferior tiene alta vegetación y muestras de erosión y deslizamiento en la corona del talud, también se puede evidenciar visualmente el movimiento de tierra que ha tenido a lo largo de los años.

Figura 9

Vista Frontal del Talud de estudio.



Figura 10

Vista Superior del Talud de estudio.



Se elabora un mapa topográfico de la zona, usando herramientas de Geomática. (Anexo 2).

Figura 11

Características topográficas de la zona de estudio.

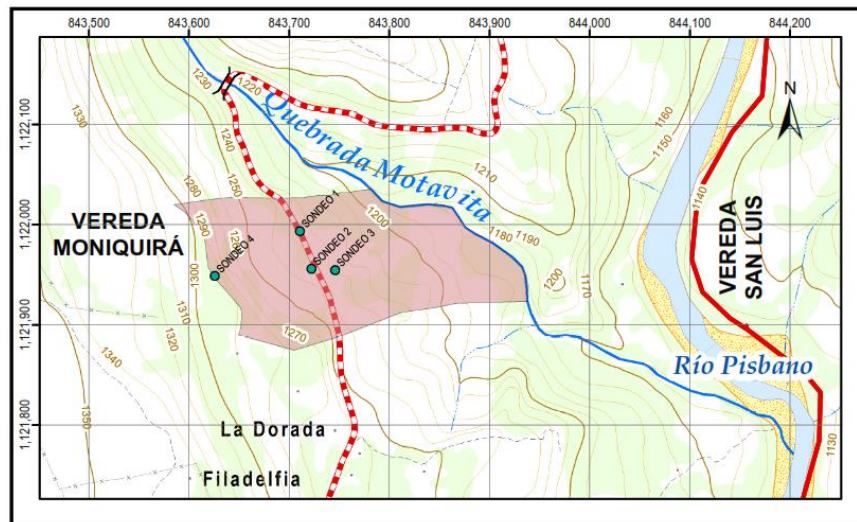
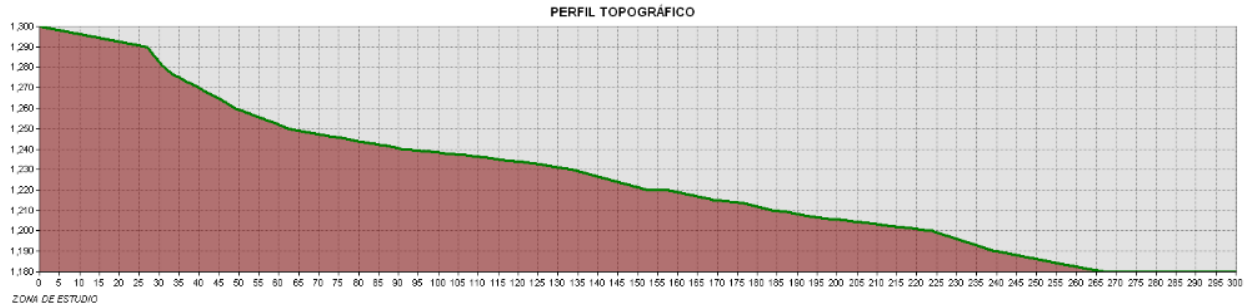


Figura 12

Perfil topográfico del talud.



5.3. Aspectos Geológicos

La zona donde se localiza el talud pertenece al periodo fanerozoico, conformado por la formación Chipaque (K2ch), alrededor se encuentran las formaciones Plaeners (K2p), Lidita Dura (K2ld) y depósitos aluviales recientes (Q2al). De acuerdo con el mapa geológico de Colombia (2020). (Mapa Geológico de Colombia en Relieve 2020, 2020)

Con las propiedades del Mapa geológico de Colombia se desarrolla un mapa geológico de la zona de estudio, usando herramientas de Geomática. (Anexo 2).

Figura 13

Características geológicas de la zona de estudio.

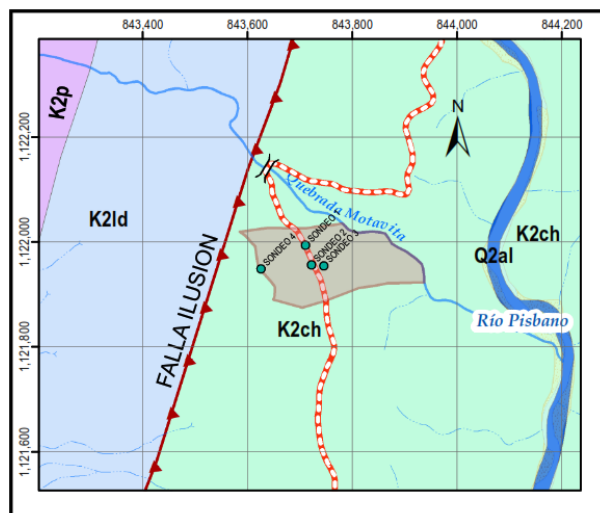
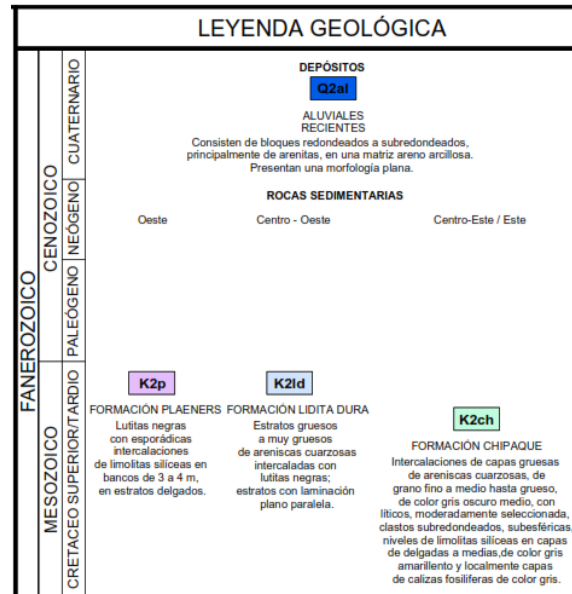


Figura 14*Leyenda geológica.*

5.3.3. Formación Chipaque (K2ch)

Edad: Campaniano - Maastrichtiano, según Pérez y Salazar (1978), Según Renzoni (op. Cit.), la Formación Chipaque está constituida por lodolitas negras, con intercalaciones esporádicas de calizas y algunos niveles de carbón, principalmente hacia la parte inferior y media; en la parte superior se presentan areniscas de cuarzo, de color gris claro a gris oscuro y esporádicos y delgados niveles de carbón. Espesor: varía entre 226 y 728 metros de espesor. (Rodríguez Parra & Solano Silva, 2000)

Pisba se ubica en la cuenca del Piedemonte, que se define como la continuación norte de una zona de gran complejidad tectónica y estructural como son los “Farallones de Medina” de Cundinamarca. De esta zona se prolongan en Boyacá algunos sistemas de fallas, entre los que sobresale el de Santa María, de tipo inverso e inclinación de su plano de falla hacia el Oeste, con desplazamientos verticales de gran magnitud (Rodríguez Parra & Solano Silva, 2000). En el área

afectada puede influir la falla denominada ilusión, catalogada como una falla inversa o de cabalgamiento. (Mapa Geológico de Colombia en Relieve 2020, 2020).

Figura 15

Visualización falla inversa en la zona de estudio.



5.4. Geomorfología

La expresión morfológica de este ambiente está determinada por la actividad tectónica responsable de la presencia y control estructural de las fallas Santuario, La Palma, San Agustín, Colorada, Monterosa, Guaicaramo y Alirios, estas estructuras presentan una dirección predominantemente W-E y de los anticlinales de Paya, El Crisol, y Villa Leiva, los sinclinales de Paya, Desespero, San Francisco, NE-SW San Cayetano, El Crisol y río Sunce, estas estructuras indican una dirección NE-SW. (Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia UPTC, 2020)

Se identifica movimientos en masa ocasionados por la acción tectónica regional ya que los estratos se encuentran cubiertos localmente por depósitos de ladera en conjunto con las condiciones brindadas por los procesos de disección de las cuencas hidrográficas del territorio. Se elabora un mapa geomorfológico de la zona, usando herramientas de Geomática. (Anexo 2)

Figura 16

Características geomorfológicas de la zona de estudio.

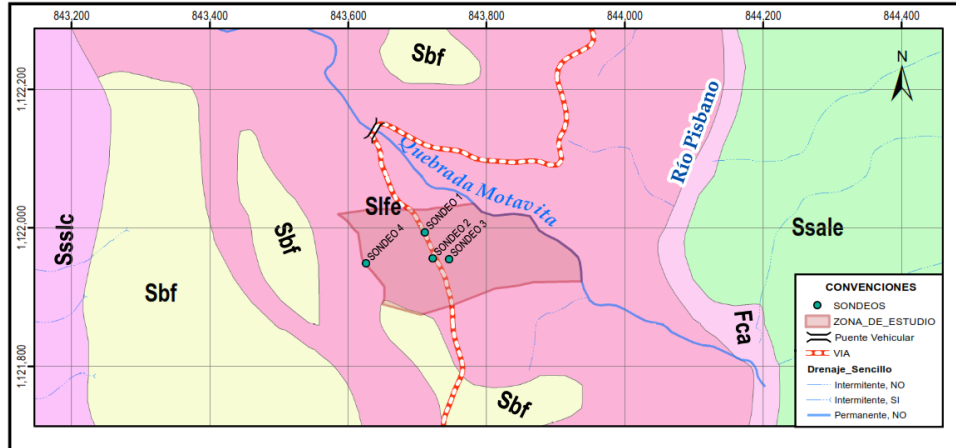


Figura 17

Leyenda características geomorfológicas.

SÍMBOLO	UNIDAD O SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA
Fca	Cauce aluvial
Slfe	Escarpe de línea de falla
Ssslc	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal
Ssale	Ladera estructural de sierra anticlinal
Sbf	Terraza o bema de fallamiento

5.5. Investigación geotécnica

La problemática tiene mayor impacto durante los periodos de lluvias que de acuerdo con el régimen de precipitación del municipio presenta picos en los meses de abril, julio y octubre, aumentando la probabilidad de deslizamiento y pérdida de la banca de la carreta. En el 2021 sufrió

un desplazamiento considerable, con generación de agrietamientos y hundimientos de aproximadamente 50 cm.

Figura 18

Visualización daños en el tramo vial afectado.



Figura 19

Visualización daños en el tramo vial afectado.



5.5.1. Exploración del subsuelo

El análisis parte del reconocimiento visual en campo, exploración de campo mediante perforaciones, apiques y ensayos de laboratorio a muestras de suelo. (Anexo 3.)

Figura 20

Ejemplo de muestra de suelo tomada en campo.

**Tabla 2**

Localización de los sondeos.

Nombre	Coordenadas		Elevación
	Este	Norte	
Sondeo 1	843710,71	1121993,66	1232,72
Sondeo 2	843722,20	1121956,21	1235,29
Sondeo 3	843745,78	1121954,73	1228,85
Sondeo 4	843625,73	1121948,88	1292,71

Nota. Coordenadas de localización de los sondeos muestras de campo.

5.5.2. Ensayos De Laboratorio

Es necesario caracterizar el material recuperado en campo, por lo que se hace un análisis en laboratorio realizando diferentes ensayos mostrados a continuación:

- Granulometría: I.N.V E 123-13
- Límites De Consistencia: I.N.V E 125-13 Y 126-13

- Humedad Natural: I.N.V E 122-13
- Compresión Inconfinada I.N.V E 152-13


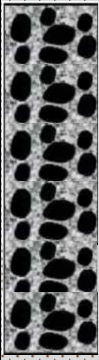
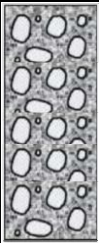
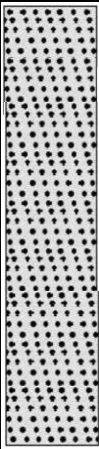

Los resultados detallados de cada laboratorio se pueden evidenciar en el Anexo 3. La finalidad de realizar ensayos de laboratorio es obtener diferentes datos para describir el perfil litológico y para poder calcular otros parámetros de resistencia como ángulo de fricción, cohesión y capacidad de soporte, con el fin conocer el estado actual del talud y hacer un análisis de estabilidad, de las causas probables y posibles soluciones. Cabe resaltar que para definir una solución óptima es necesario hacer una modelación y estudio de estabilidad detallado. Aun así, las propiedades geotécnicas del presente estudio se pueden usar para dicho fin, ya que son datos reales y actuales del terreno.

5.5.3. Perfiles Litológicos y Caracterización Del Suelo

Los laboratorios de suelo arrojaron un perfil estratigráfico con presencia de gravas mal graduadas GP, gravas bien graduadas GW y arenas mal graduadas SP y arenas bien graduadas SW. Con variación de humedad natural entre 10 a 25 %, no se encontró nivel freático.

Figura 21

Perfil Estratigráfico sondeo 2.

PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN MUESTRA ANALIZADA EN LABORATORIO	CLASIFICACIÓN		HUMEDAD NATURAL (%)	% PASA #4
			S.U.C.S.	AASHTO		
0,00		Capa Vegetal	-	-		
0,10		Grava mal graduada con arena GP (Suelo limpio, de partículas gruesas)	GP	A-1-a	11,04	22,24
0,20						
0,30						
0,40						
0,50						
0,60						
0,70						
0,80						
0,90						
1,00		Grava bien graduada con arena GW (Suelo limpio, de partículas gruesas)	GW	A-1-a	12,74	42,07
1,10						
1,20						
1,30						
1,40						
1,50						
1,60		Arena mal graduada con grava SP (Suelo limpio, de partículas gruesas)	SP	A-1-a	12,56	53,78
1,70						
1,80						
1,90						
2,00						
2,10						
2,20						
2,30						
2,40						
2,50						
2,60						
2,70		Roca	-	-	-	-

Nota. Propiedades geotécnicas de la muestra de suelo del sondeo dos.

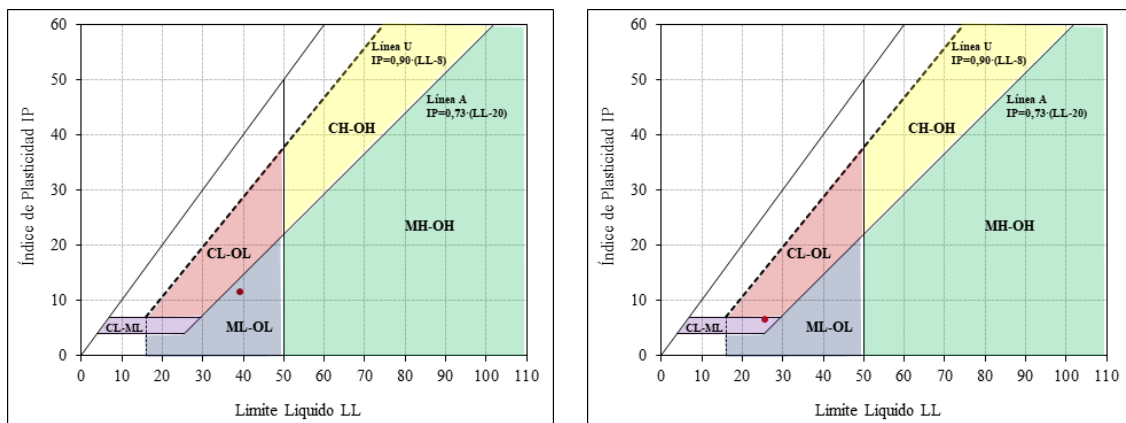
El sondeo 1 y 2 (muestra SPT) muestra un material no plástico.

El sondeo 3 (apique) ubicado en la parte inferior de la vía evidencia un límite líquido de 39,36% y un índice plástico de 11.45%.

El sondeo 4 (apique), ubicado en la corona del talud, presenta un límite líquido de 25,73% y un índice plástico de 6.55%.

Figura 22

Carta de plasticidad sondeo 3 y 4.

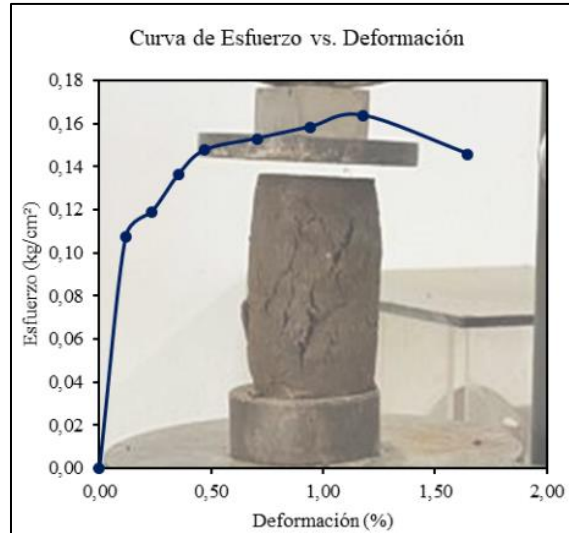


Se encontró material de núcleo de roca a una profundidad de 2.9m con el rechazo total en la muestra 3 de cada sondeo, el número de golpes antes de esto es muy bajo, en promedio general se tiene un N de 2, es decir que se caracteriza como un suelo con densidad menor del 15% y compacidad muy suelta., por lo cual no es posible realizar ensayo de corte directo.

Para los dos apiques, que presentaban un mayor contenido de humedad y una muestra de suelo considerable, se elaboran dos cilindros para realizar el ensayo de compresión inconfina, obteniendo los siguientes resultados de peso unitario y cohesión no drenada:

Figura 23

Curva Esfuerzo-Deformación sondeo 3.

**Tabla 3**

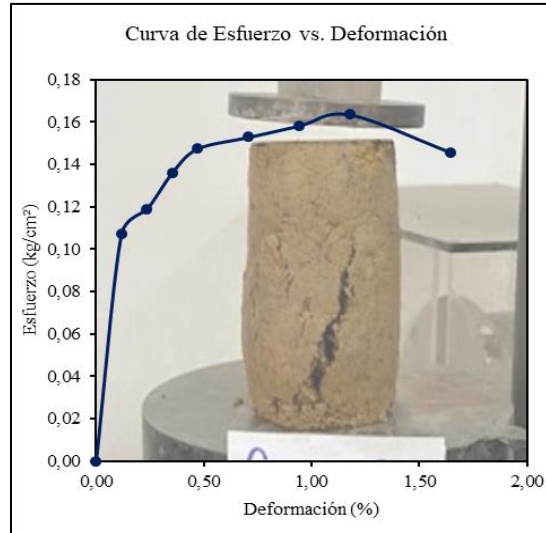
Propiedades compresión inconfiada sondeo 3.

Resistencia máxima q_u	(kg/cm ²)	0,164
	Kpa	16,050
Consistencia	Muy Blanda	

Nota. Determinación del valor de resistencia y cohesión no drenada de la muestra de suelo del sondeo 3.

Figura 24

Curva Esfuerzo-Deformación sondeo 4.

**Tabla 4**

Propiedades compresión inconfiada sondeo 3.

Resistencia máxima q_u	(kg/cm ²)	0,146
	Kpa	14,330
Consistencia	Muy Blanda	

Nota. Determinación del valor de resistencia y cohesión no drenada de la muestra de suelo del sondeo 4.

5.6. Análisis General

El talud está caracterizado por una pendiente media de 36% donde se observa vegetación arbustiva y arbórea medianamente densa, sin manejo de agua de escorrentía, característica que influye en la inestabilidad de este.

El talud se encuentra en la formación Chipaque, constituida por intercalaciones de capas gruesas de areniscas cuarzosas, de grano fino a medio hasta grueso, de color gris oscuro medio,

con líticos, moderadamente seleccionada, clastos subredondeados, subesféricas, niveles de limolitas silíceas en capas de delgadas a medias, de color gris amarillento y localmente capas de calizas fosilíferas de color gris (Mapa Geológico de Colombia en Relieve 2020, 2020), propiedades que se pueden evidencia en las muestras tomadas en la exploración geotécnica (Anexo 3).

Con los resultados de laboratorios se determina a que el talud está conformado por material granular con poca presencia de finos. Por lo cual se justifica que, durante el periodo de lluvias, se vea afectado al saturarse, provocando un aumento de peso de la masa y una disminución en la resistencia al esfuerzo cortante. Al introducirse agua se da la aparición de fuerzas de filtración, lo que pudiera desencadenar el movimiento de los mantos del suelo, ocasionando finalmente el desplazamiento de la vía hacia la parte baja del talud y el desplazamiento de la parte superior de esta hacia la zona de la vía.

5.6.1. Cálculo de factores de seguridad

A manera de resumen contamos con la siguiente información del talud:

- El talud se encuentra entre las cotas 1290 y 1170 msnm, en esta última se ubica el lecho de la quebrada Motavita.
- El talud cuenta con una pendiente media del 36%.
- La vía se encuentra sobre las cotas 1250 y 1230 msnm.
- La parte superior e inferior del talud tiene alta vegetación, se evidencian procesos de erosión y deslizamientos en la corona.

Además, se evidencian movimientos de tierra que ha sufrido el talud a lo largo de los años.

Figura 25

Zona de estudio.



Tras recopilar y estudiar estos resultados, se procede a elaborar el modelo geotécnico en el software para computador SLIDE para realizar el análisis de la estabilidad del talud y sus posibles alternativas de estabilización. Usando los siguientes métodos de análisis:

1. Método de Fellenius
2. Método Bishop Simplificado
3. Método de Janbú simplificado
4. Método de Spencer

Los resultados de los factores de seguridad se presentan para cada uno de los métodos indicados. Considerando que el municipio de Pisba se clasifica como zona de amenaza sísmica alta, se comparan análisis en estado dinámico y estático, para comprobar que las alternativas sean adecuadas para el terreno.

Considerando la información para el desarrollo de este proyecto, se tuvo en cuenta el perfil estratigráfico y las características de los materiales obtenidas del Sondeo 2, información que se puede verificar en la tabla 4. A continuación se muestra la configuración de cada material propuesta en el software indicado anteriormente.

Figura 26

Configuración de materiales, software SLIDE.

Grava mal graduada (GP)	Grava bien graduada (GW)
Arena mal graduada (SP)	Roca sedimentaria blanda

Nota. Configuraciones programadas en el software SLIDE.

5.6.1.1. Configuración de cargas. Se configura una carga distribuida para representar la vía Pisba – Labranzagrande, asumiendo un valor de 0,50 KN/m

Respecto a la cara sísmica, considerada para el análisis dinámico, se determina de la siguiente manera:

$$a_{\text{máx.}} = A_a * F_a * I$$

$$a_{\text{máx.}} = 0,3 * 1,2 * 1 = 0,36 \text{ g}$$

$$\text{Coeficiente Pseudoestático} = 0,8 * a_{\text{máx.}}$$

$$K_{\text{ST Horizontal}} = 0,8 * 0,36 = 0,288 \text{ g}$$

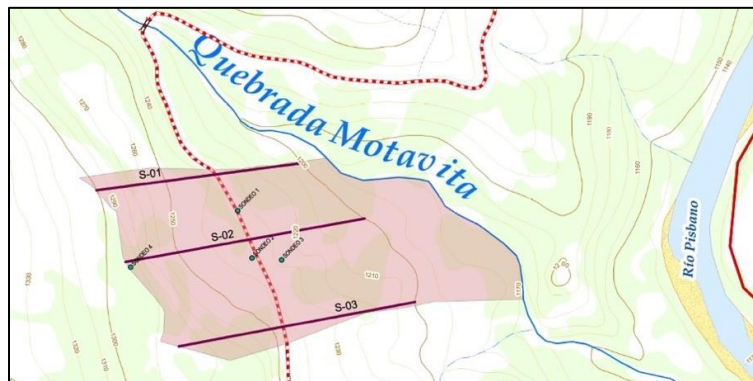
$$K_{\text{ST Vertical}} = 0,288 * (-10\%) = -0,0288 \text{ g}$$

Valores que se pueden verificar en las especificaciones dadas para el municipio de Pisba Boyacá en el título A de la NSR-10. (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., 2010)

5.6.1.2. Secciones transversales. Para llevar a cabo el análisis de estabilidad del talud, se definieron tres perfiles transversales del mismo en un tramo de 500 metros lineales aproximadamente. Lo anterior, con el fin de determinar diferentes alternativas de estabilización según las propiedades y características de cada sección. A continuación, se muestra la ubicación de cada una.

Figura 27

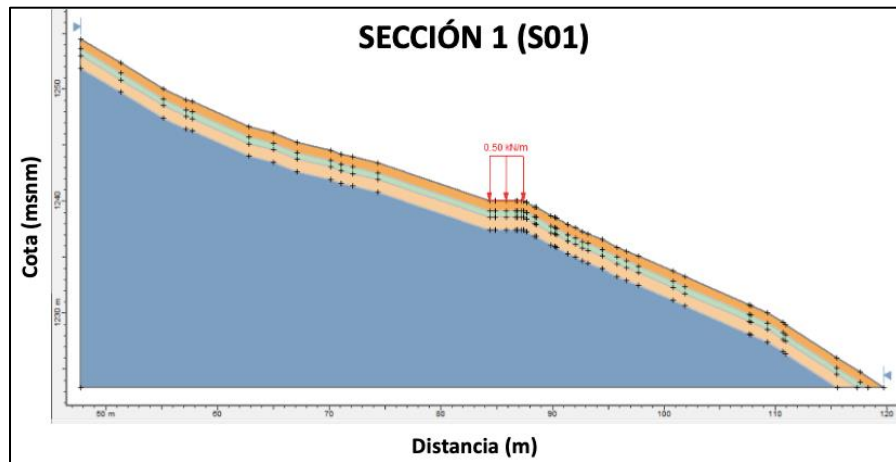
Ubicación de cortes en el terreno.



Haciendo uso de la información topográfica de la zona, se obtienen las coordenadas de los puntos de la ladera para estas secciones determinadas. Estas coordenadas se importan al Programa SLIDE con el fin de dibujarlas y analizar cada una.

Figura 28

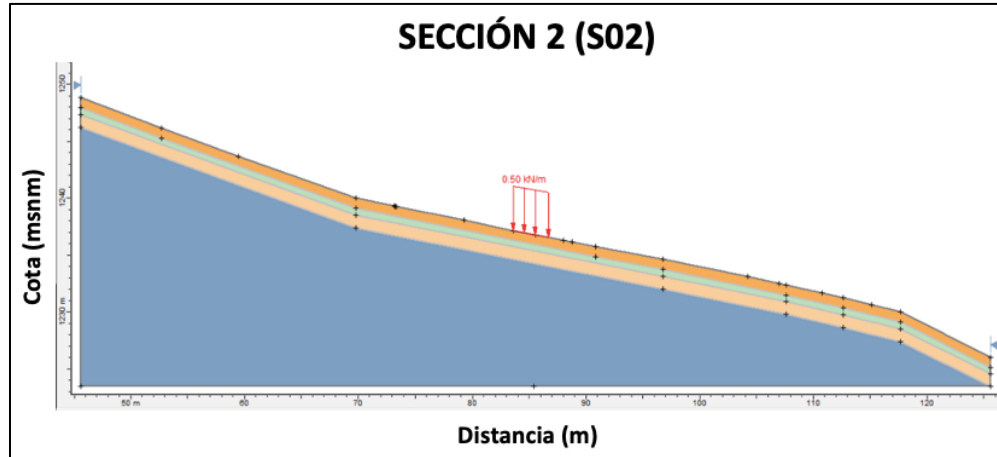
Perfil sección 1 de estudio en SLIDE.



La sección 1, se ubica en el sector norte de la zona de estudio. Esta sección cuenta con una longitud total de 72 m, una altura de 31 m (desde la cota 1223 hasta la cota 1254) y una pendiente media de 44,58%. En esta sección, la pendiente máxima alcanza el 58,33% cerca de la corona del talud.

Figura 29

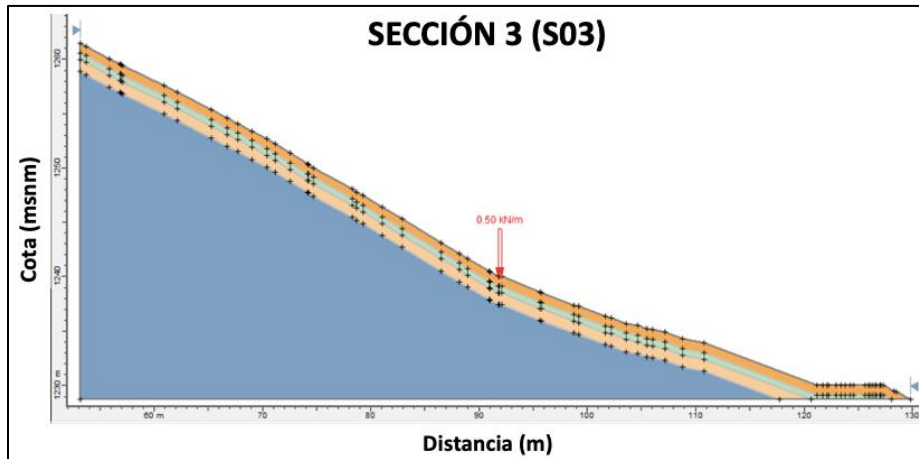
Perfil sección 2 de estudio en SLIDE.



La sección 2, se encuentra en el centro de la zona de estudio. Esta sección cuenta con una longitud total de 80 m, una altura de 22 m (desde la cota 1226 hasta la cota 1248) y una pendiente media de 27,50%. En esta sección, la pendiente máxima alcanza el 35,00% cerca de la corona del talud.

Figura 30

Perfil sección 2 de estudio en SLIDE.



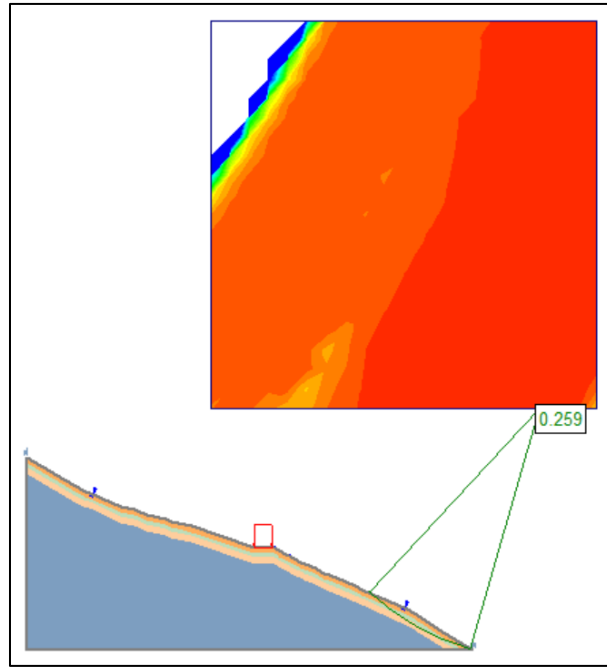
La sección 3, se ubica en el sector sur de la zona de estudio. Esta sección cuenta con una longitud total de 76 m, una altura de 33 m (desde la cota 1228 hasta la cota 1261) y una pendiente media de 43,75%. En esta sección, la pendiente máxima alcanza el 65,00% desde el sector centro hacia la corona del talud.

A continuación, se muestran las modelaciones de estabilidad estáticas y dinámicas tanto en condiciones actuales como con las obras propuestas.

5.6.1.3. Estado actual condición estática. Se resalta que el análisis se realiza además con el terreno saturado, ya que la condición crítica se presenta cuando el talud es afectado por la época de lluvia.

Figura 31

Análisis condición estática sección 1.

**Figura 32**

Análisis condición estática sección 2.

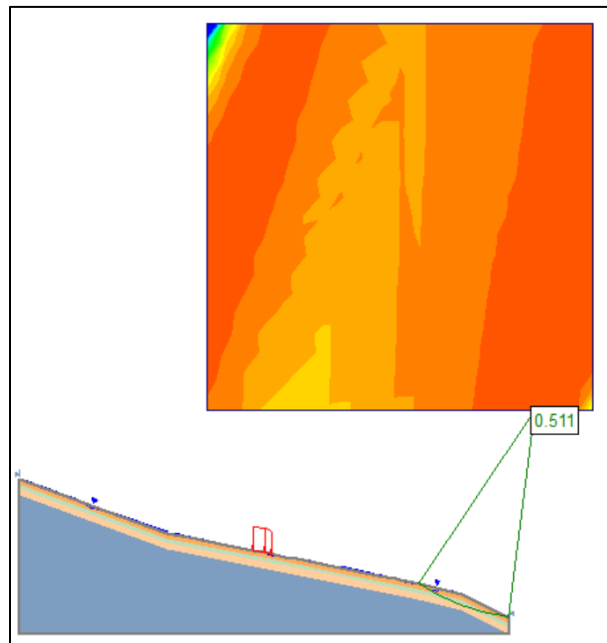
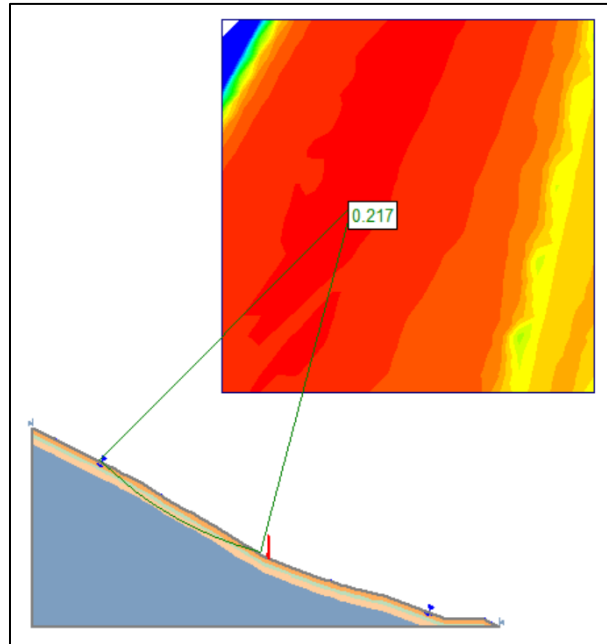


Figura 33

Análisis condición estática sección 3.



5.6.1.4. Estado actual condición dinámica:

Figura 34

Análisis condición dinámica sección 1.

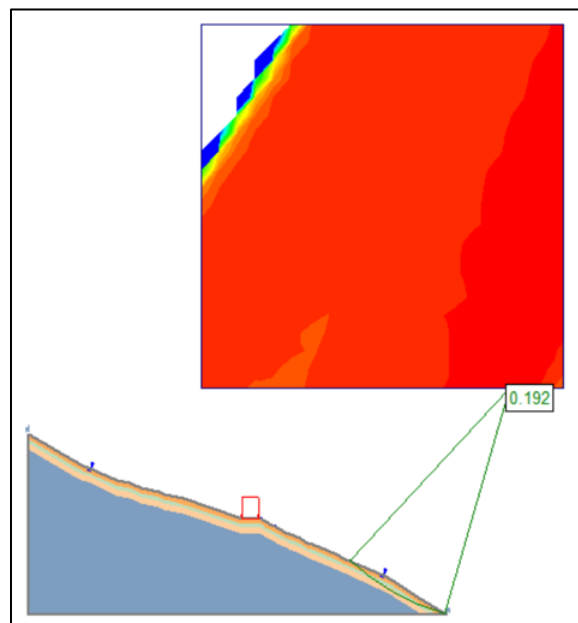
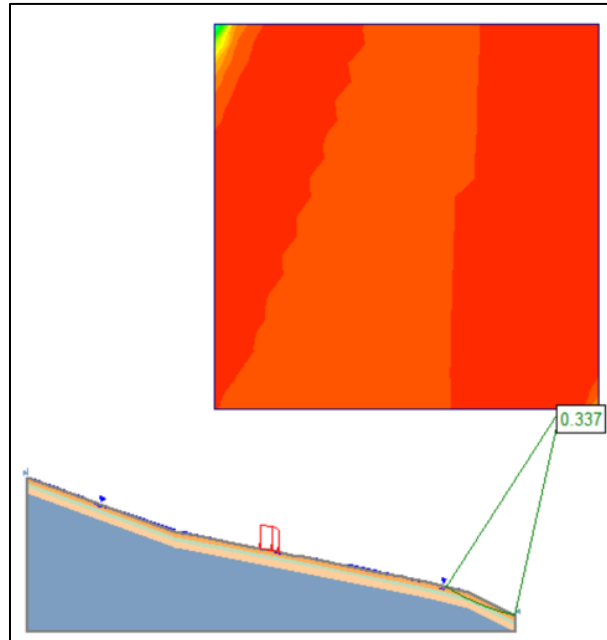
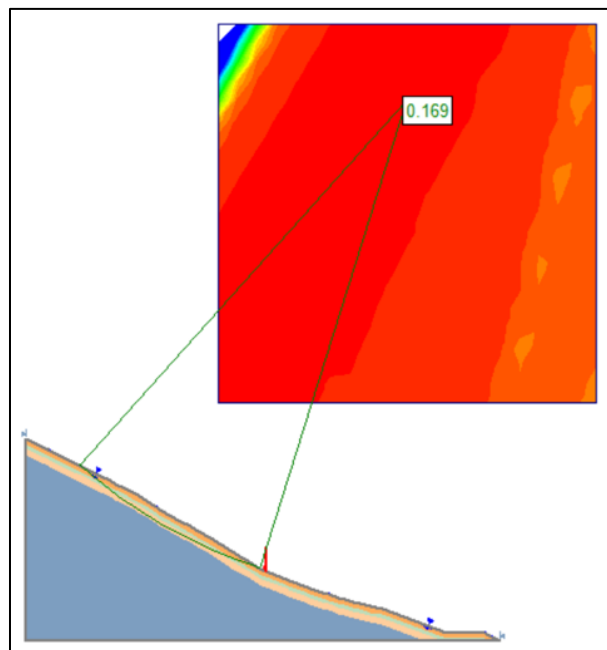


Figura 35

Análisis condición dinámica sección 2.

**Figura 36**

Análisis condición dinámica sección 3.



5.6.2. Propuestas planteadas.

Para la sección 1 se plantea como alternativa de estabilización el uso de Soil Nails y drenes de penetración.

Figura 37

Modelamiento alternativa sección 1.

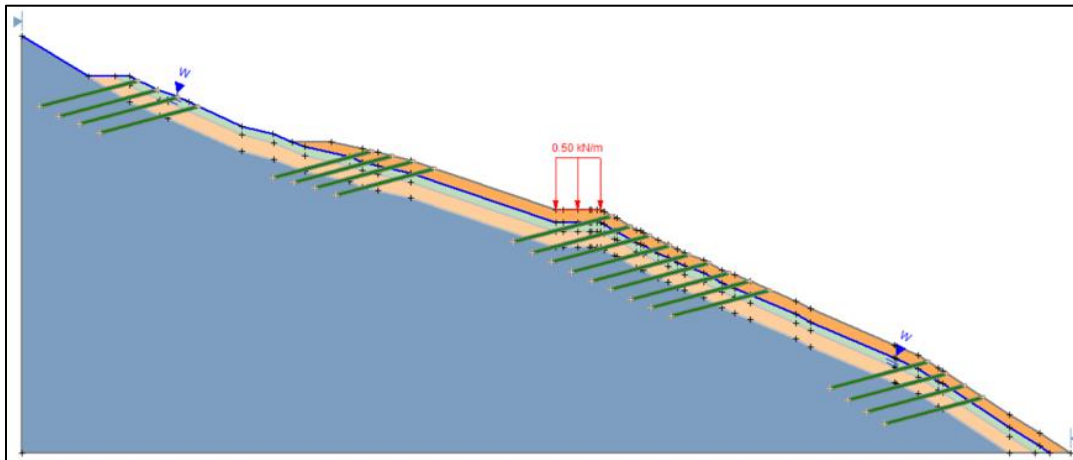
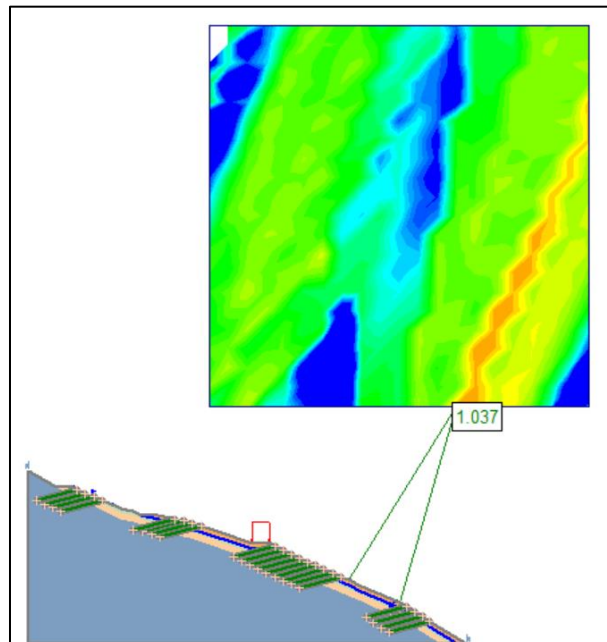


Figura 38

Análisis alternativa sección 1 condición dinámica.



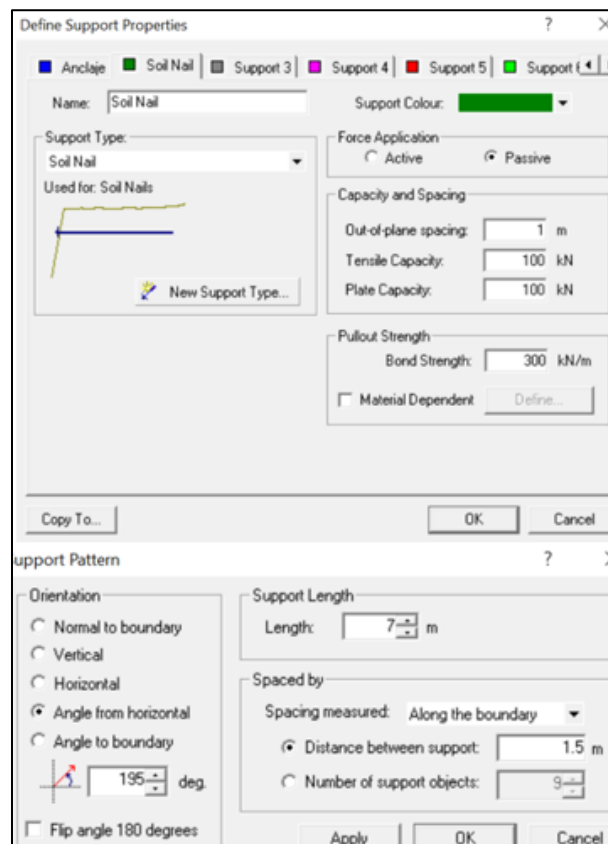
Esta alternativa, presenta un FS. de 1,037, cuenta con las siguientes características:

1. Terraceo del talud en dos puntos, cerca de la corona y en el punto intermedio entre la vía y la corona del talud.
2. Implementación de drenes de penetración que garanticen la disminución del nivel freático, por lo menos al nivel del segundo estrato.
3. Uso de 21 filas de Soil Nails, con una longitud de 7 metros, un ángulo de inclinación de 15°.

Las propiedades y espaciamiento de los Soil Nails se evidencian en las configuraciones mostradas a continuación:

Figura 39

Propiedades y espaciamiento de los Soil Nails.



Para la sección 2 se plantea como alternativa de estabilización el uso de Soil Nails y Geomanto.

Figura 40

Modelamiento alternativa sección 2.

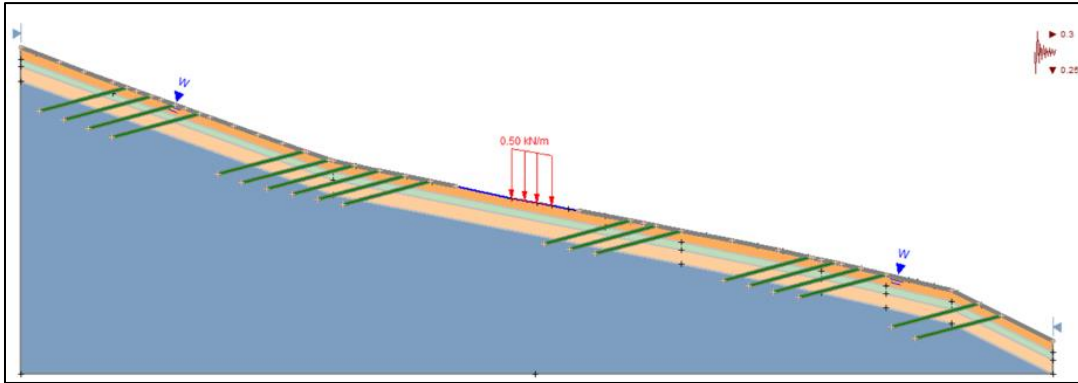
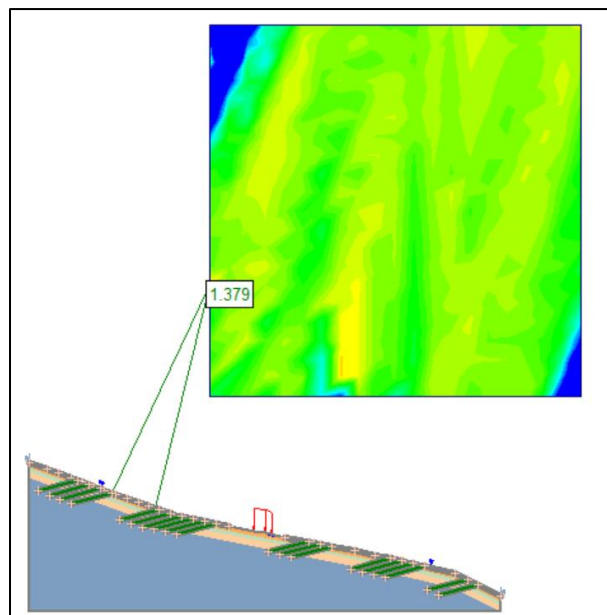


Figura 41

Análisis alternativa sección 2 condición dinámica.



Esta propuesta de estabilización presenta un FS. de 1,379, cuenta con las siguientes características:

1. Uso de Geomantos en la superficie del talud.
2. Implementación de 19 filas de Soil Nails, con una longitud de 7 metros y un ángulo de inclinación de 15°.

Las propiedades y espaciamiento de los Soil Nails y del Geomanto se evidencian en las configuraciones mostradas a continuación:

Figura 42

Propiedades y espaciamiento de los Soil Nails.

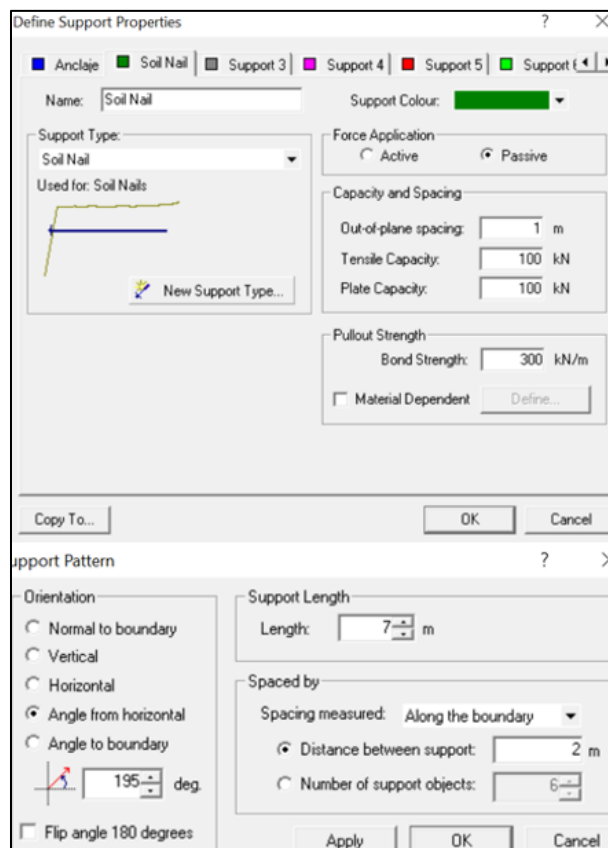
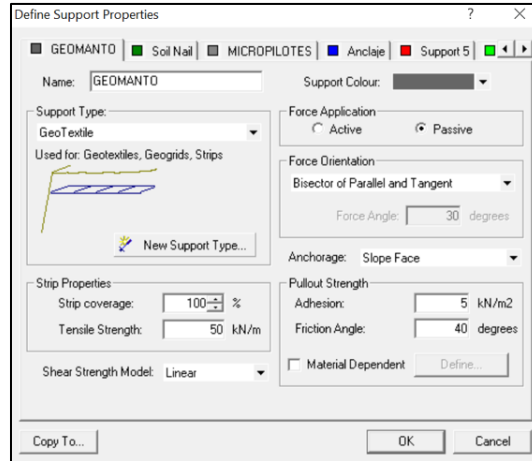


Figura 43

Propiedades Geomanto.



Para la sección 3 se plantea como alternativa de estabilización el uso de Soil Nails, geomantos y anclajes activos, además la implementación de micropilotes en la base del talud.

Figura 44

Modelamiento alternativa sección 3.

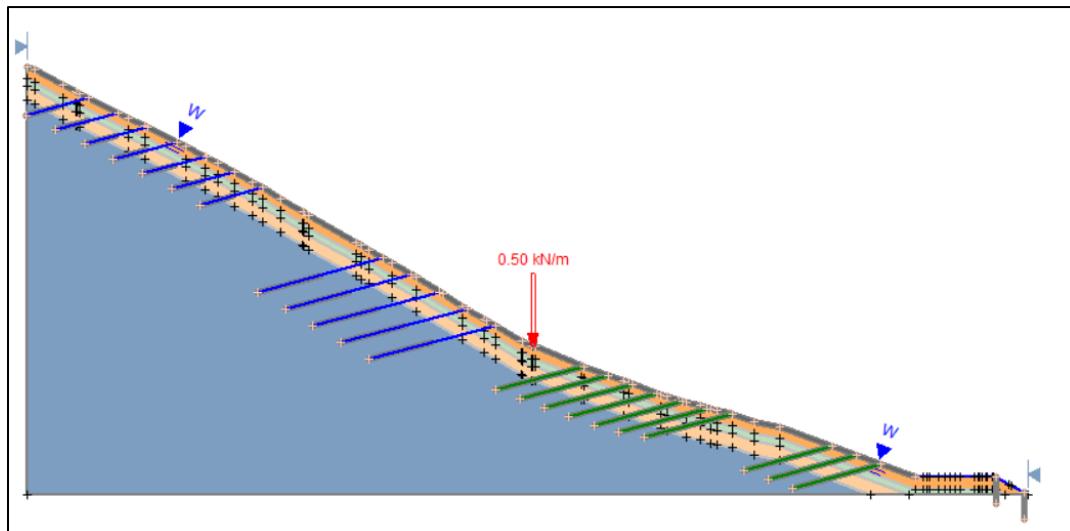
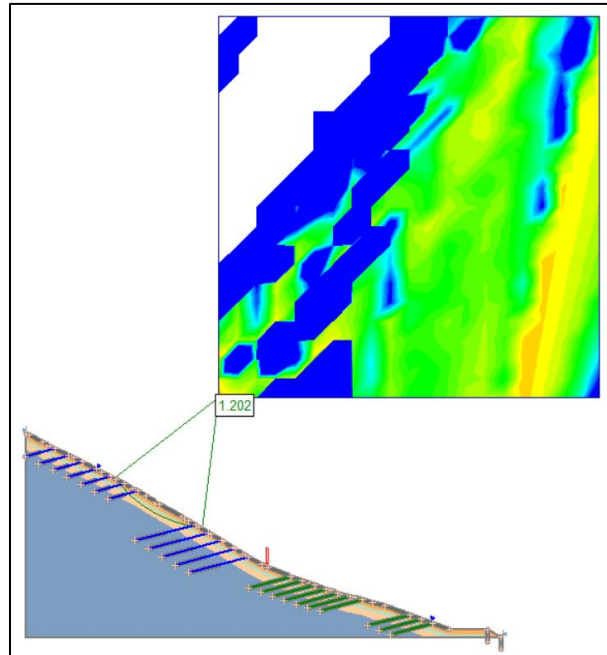


Figura 45

Análisis alternativa sección 3 condición dinámica.



Esta propuesta de estabilización presenta un FS. de 1,202, cuenta con las siguientes características:

1. Uso de Geomantos en la superficie del talud.
2. Implementación de 10 filas de Soil Nails en la parte inferior del talud, con una longitud de 7 metros y un ángulo de inclinación de 15°.
3. Implementación de 14 filas de Anclajes activos en la parte superior del talud, 5 con una longitud de 10 metros y 7 con una longitud de 5m, ambos con un ángulo de inclinación de 15°.
4. Se propone una revegetalización en el talud, con el fin de garantizar que esta técnica de estabilización sea integral con el paisaje.
5. Construcción de micropilotes en la base del talud.

Las propiedades de los Soil Nails, los Anclajes, el Geomanto y los Micropilotes se evidencian en las configuraciones mostradas a continuación:

Figura 46

Propiedades y espaciamiento de los Soil Nails.

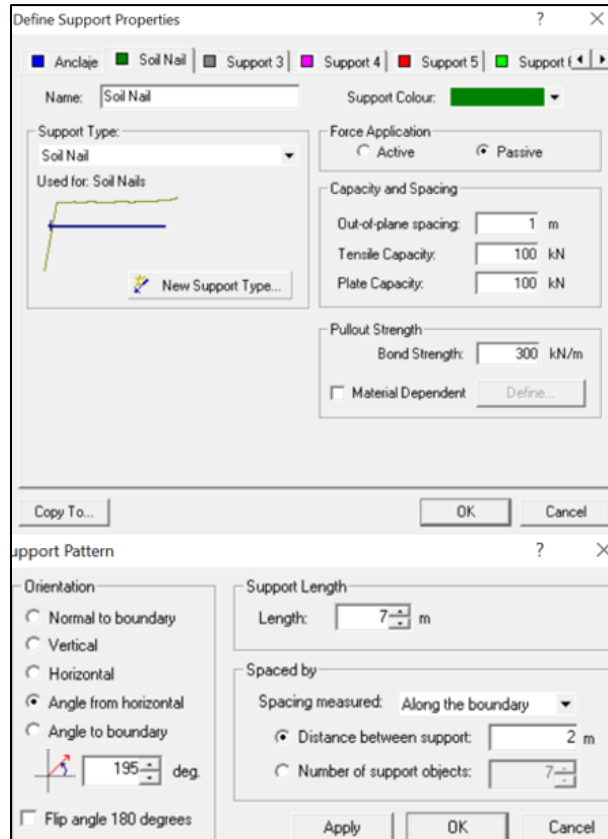


Figura 47

Propiedades Geomanto.

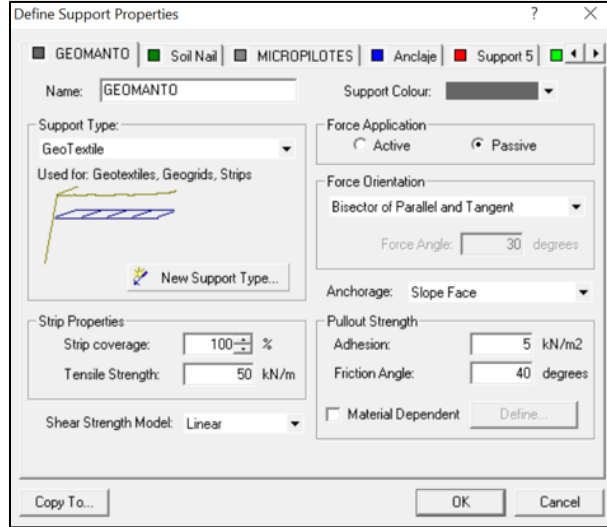


Figura 48

Propiedades y espaciamiento de anclajes.

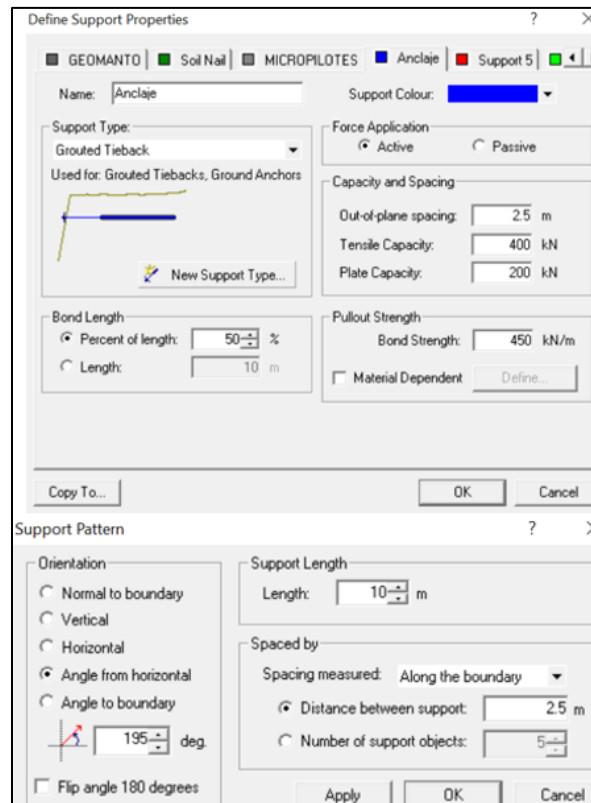
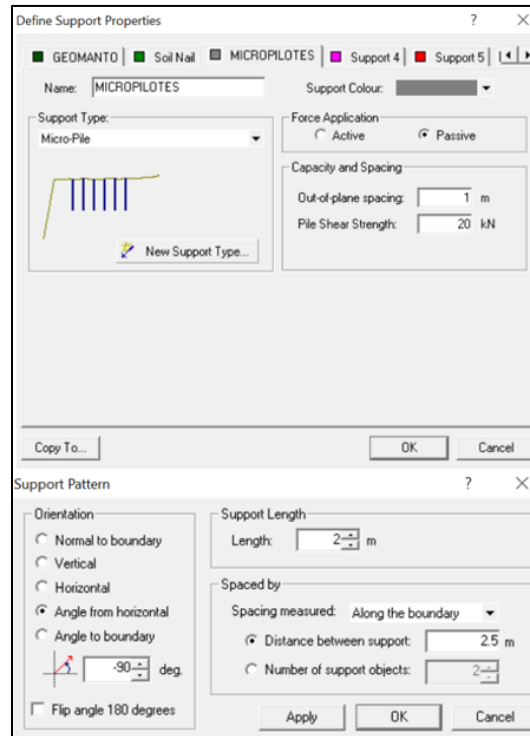


Figura 49

Propiedades y espaciamiento de micropilotes.



Para la estabilización de las secciones del talud se utilizó la combinación de diferentes técnicas como anclajes activos, pernos de tipo “soil-nail”, geomantos y micropilotes. De este modo, tras el análisis de estabilidad realizado en el programa SLIDE, se obtuvieron los siguientes factores de seguridad para cada diseño de estabilización:

Tabla 5*Resumen resultado de factores de seguridad.*

Resumen factores de seguridad condición estática			
Método	Sección 1	Sección 2	sección 3
	original/solución	original/solución	original/solución
Janbú	0,252 / 1,880	0,503 / 2,767	0,206 / 3,462
Bishop	0,259 / 1,885	0,511 / 2,595	0,217 / 3,483
Fellenius	0,240 / 1,882	0,493 / 2,465	0,188 / 3,490
Spencer	0,274 / 1,885	0,510 / 6,220	0,231 / 3,740
Resumen factores de seguridad condición dinámica			
Método	sección 1	sección 2	sección 3
	original/solución	original/solución	original/solución
Janbú	0,182 / 1,034	0,330 / 1,364	0,157 / 1,153
Bishop	0,192 / 1,037	0,337 / 1,379	0,169 / 1,202
Fellenius	0,173 / 1,034	0,325 / 1,263	0,144 / 1,238
Spencer	0,220 / 1,035	0,339 / 1,335	0,211 / 1,273

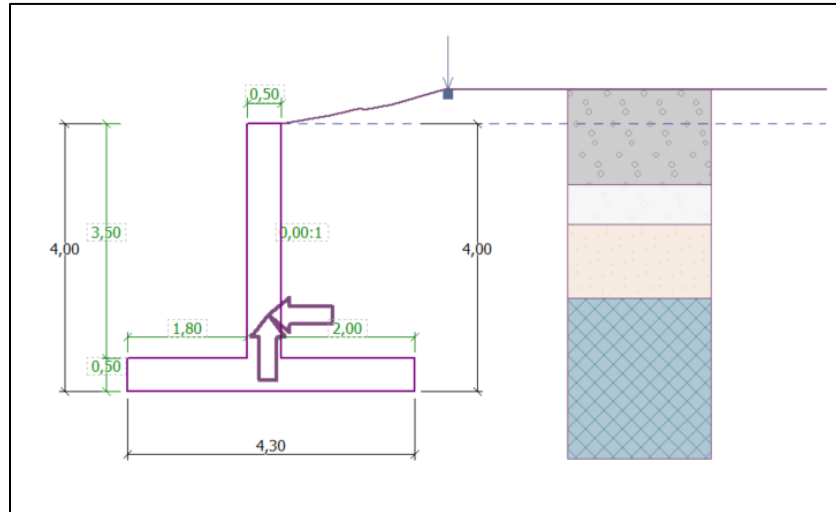
Nota. Valores del factor de seguridad obtenido en cada una de las secciones, antes y después de la aplicación de cada una de las alternativas, en estado estático y dinámico.

Dado el nivel de amenaza sísmica de la zona, no se recomienda la implementación de técnicas de estabilización como muros de gravedad y muros de mampostería, pues son estructuralmente débiles para resistir los efectos sísmicos. Además, dado el bajo nivel de cohesión del terreno, no es recomendable la implementación de muros en voladizo como técnica de estabilización. Situaciones comprobadas, ya que, se realizó el diseño de estos como posibles alternativas de estabilización, usando el software GEO5.

A continuación, se presenta uno de los diseños estudiados:

Figura 50

Predimensionamiento muro en voladizo.

**Figura 51**

Modelamiento alternativa muro en voladizo.

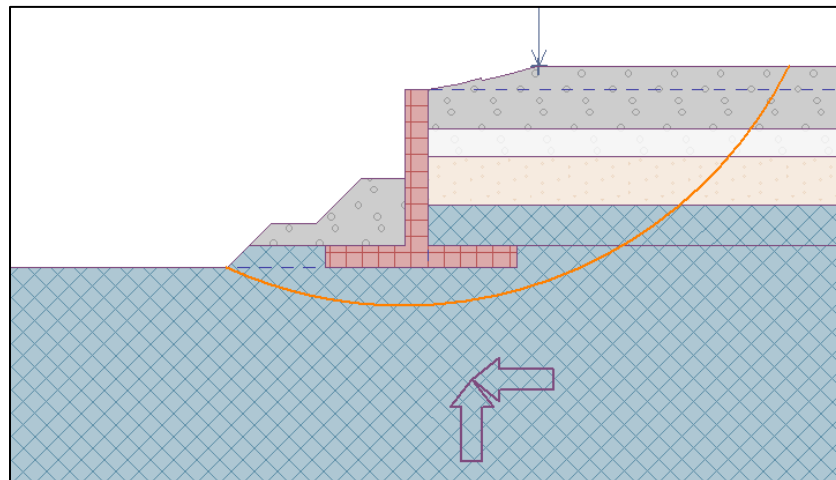


Tabla 6

Factores de seguridad muro de contención planteado.

Método	F.S
Janbú	0,660
Bishop	0,640
Fellenius	0,560
Spencer	0,660

Nota. Valores del factor de seguridad obtenido en el modelamiento del muro en voladizo, en el software GEO5.

El muro cumple estructuralmente con los criterios de verificación de diseño de volcamiento, deslizamiento, excentricidad y fundación, Sin embargo, no brinda una solución de estabilidad en el terreno, no se obtiene un factor de seguridad mayor a 0.7 por ningún método de análisis. Por lo tanto, en este estudio no se recomienda el uso de muros de contención para ninguna sección del talud de análisis. Pero puede ser una opción sujeta a cambios al hacer un estudio más detallado y específico de la zona.

5.6.3. Análisis de Alternativas:

Debido a que el municipio se encuentra en un área aislada del departamento el transporte de materiales de construcción es complicado y costoso, por lo cual es importante la influencia del aspecto económico en las posibles soluciones que se plantean. Las intervenciones actuales han consistido en rellenar y devolver el nivel de la vía con material de afirmado, pero el daño crece gradualmente cada año. Lo anterior, puede dejar incomunicado al municipio afectando a la totalidad de sus habitantes, además de representar un riesgo inminente para los habitantes del sector.

Considerando las alternativas planteadas, es complicado definir cuál es la mejor solución, ya que como se menciona al inicio de este apartado, una estabilización costosa no es viable para

el municipio. El análisis se realizó con alternativas básicas como el escalonamiento y de manera gradual se avanzó en el nivel de cada implementación, por ende, según las características de la exploración mostrada no es posible, dar una opción más básica que las expuestas.

Teniendo en cuenta estas características y conociendo las propiedades del terreno es importante mejorar el drenaje vial, garantizando cunetas y estructuras colectoras para escorrentía y correcto desagüe, que ayuden a abatir las saturación y niveles freáticos, ya que, la presencia de agua, en este caso es la que aumenta el grado de erosión e inestabilidad de la zona.

La utilización de Geosintéticos como los mantos para el control de la erosión protegen el talud de la incidencia del agua por las precipitaciones de la zona, aumentando el factor de seguridad previniendo la generación de desprendimientos de material como consecuencia de la composición granular de los mismos evidenciada en los perfiles estratigráficos. Por lo cual se pueden implementar como un alternativa temporal, que ayude a mitigar los daños en el corredor vial, en conjunto con la implementación de un programa de mantenimiento periódico de las cunetas y alcantarillas existentes, las cuales actualmente no realizan ninguna función, al estar colmatadas y además el encole y descole cubierto de vegetación. Opción recomendada ya que el movimiento de tierra, a pesar de tener una superficie de falla definida, se da a pequeña escala y lento, con lo cual se podrá controlar, sin ocasionar daños considerables y grandes impactos económicos y sociales, manteniendo además la vegetación característica de la zona.

Finalmente, se puede de igual modo, realizar un trabajo de gestión para obtener recursos y lograr implementar una de las soluciones presentadas o como última medida, estudiar la opción de reubicar la vía, evadiendo la zona de falla.

6. Conclusiones

Hacer el primer acercamiento a la vida profesional, a través de la presente practica en una entidad pública de orden departamental, representa una valiosa oportunidad para formar un criterio ingenieril a través de la experticia que se entiende como el balance entre la teoría y la práctica, base fundamental de mi profesión; lo anterior, teniendo en cuenta que la entidad pública Gobernación de Boyacá, es un ente territorial que desarrolla y ejecuta proyectos de alto impacto social, económico y ambiental en el orden departamental y nacional. Con lo cual se obtienen herramientas profesionales, habilidades y/o capacidades referentes a la toma de decisiones, buscando siempre optimas soluciones a las diferentes situaciones afrontadas de forma eficaz y eficiente, además de brindar una clara aproximación a la manera de materializar las ideas. Culminando ya esta etapa, se da cumplimiento cabal al objetivo general planteado, el cual hacía referencia a brindar apoyo en el desarrollo de proyectos a cargo de la secretaría de infraestructura pública de la gobernación de Boyacá.

Durante la ejecución del Mejoramiento y Rehabilitación del tramo vial Labranzagrande - Alto Del Oso, cuya duración corresponde a un periodo de 13 semanas que se traducen en 65 días hábiles laborados como auxiliar de supervisión, se implementan conocimientos adquiridos durante la etapa de formación universitaria en diferentes áreas, tales como mecánica de suelos, materiales de construcción, diseño y trazado vial, topografía, gerencia de proyectos, maquinaria y equipo, etc. Evidenciando que nuestra profesión requiere una formación integral, además de las áreas de humanidades que permiten adquirir y aplicar destrezas en temas como la comunicación verbal y escrita, así como también el manejo de lenguaje asertivo y de relaciones interpersonales con el equipo de trabajo. Comprobando en campo la importancia de la correcta gestión de los diferentes

tipos de recursos, y como de forma inmediata durante la ejecución de labores de obra se deben analizar y evaluar alternativas escogiendo la mejor solución a través de la aplicación de metodologías y con el uso de las herramientas propias de nuestra formación como ingenieros civiles. Características comprobadas durante la ejecución de este proyecto, debido a la presencia de imprevistos tales como: deslizamientos, daños mecánicos y problemas sociales, estos últimos consecuencia del uso de canteras privadas, por lo cual se dependía de los involucrados para el inicio y continuidad de la jornada laboral, observando que no siempre es posible seguir las especificaciones teóricas y cronogramas esperados, lo que culmina en retrasos. De este modo, esta experiencia permite adquirir y ampliar destrezas respecto a la capacidad de respuesta, además de entender la importancia de la planeación basada en una visión teórico-práctica.

Luego del anterior enfoque de trabajo de campo, al trabajar en la etapa previa de un proyecto, es decir, la etapa de planificación, al realizar apoyo en la estructuración del proyecto Mejoramiento Y Rehabilitación De La Vía Moniquirá -Togüi -Muros De Contención, que de manera específica, se trata de un proyecto del área de infraestructura vial, que involucra otros tópicos, se puede corroborar diferentes metodologías del área de evaluación y estructuración de proyectos, evidenciando sus aplicaciones en un caso real, en el cual se observan los diferentes actores de los proyectos y donde se debe cumplir con tiempos estipulados tajantemente, en este caso debido al gran impacto social que tienen las obras desarrolladas en la entidad. lo que permite empezar a mejorar los métodos de cálculo y diseño, optimizando de la mejor manera el tiempo, aptitud que aporta y ayuda a forjar una disciplina importante en el desarrollo como profesional. Además, mas allá de la parte técnica netamente ingenieril, como estudios y diseños, fue importante descubrir cómo se debe tener nociones de otras disciplinas, como la contratación y la administración pública, ya que los equipos de proyectos son interdisciplinarios, cuyo enfoque es la

gestión de recursos (para el caso tratado públicos) para dar solución a las diferentes necesidades y problemáticas que se presentan en todo el departamento.

El buen desarrollo de una obra que es la etapa de ejecución de un proyecto depende de haber realizado una correcta planeación, la cual permite tener la información necesaria de forma organizada y precisa, además va a permitir a través de herramientas de seguimiento y control cumplir con las líneas base fijadas tanto de cronograma como de costos. Particularmente me di cuenta de que en el área pública se presentan falencias en la etapa de planificación lo que obliga a una exhaustiva revisión, verificación y en muchos casos corrección de la información antes de comenzar como tal la etapa de ejecución. Desde el punto de vista de la entidad, se ejecutan actividades de supervisión, haciéndose necesarias las visitas de campo que permitan obtener indicadores a través de los cuales verificar la correcta ejecución de los trabajos. Finalizando con la realización de actas e informes que brindan una visión general de cada proyecto, ayudando a dar respuestas a las inquietudes de las poblaciones involucradas y a los veedores de estos, de manera sencilla y práctica.

Aplicando el concepto de experticia, se realiza un análisis geotécnico en el talud que se encuentra ubicado en el km 6 del tramo vial Pisba – Labranzagrande, específicamente en el sector Gormú de la vereda de Monquirá del municipio de Pisba, en el departamento de Boyacá. La ingeniería tiene su base en las ciencias, y como científicos partimos de observaciones de nuestro entorno, así, en varias oportunidades recorriendo la vía al municipio de Pisba había observado e identificado las diferentes características de la infraestructura, a medida que iba adquiriendo los conocimientos teóricos. Entonces, mientras desarrollaba la práctica, desde la alcaldía municipal, elevaron una solicitud de intervención en una zona de falla que debido a las intensas y frecuentes precipitaciones amenazaban con dejar incomunicada a esta población del departamento de Boyacá.

Precisamente esta zona de falla era una de las que había identificado tiempo atrás en mis observaciones, así que decidí realizar el análisis geotécnico de la zona con el fin de aportar tanto a la entidad con que realizaba la practica como al municipio de Pisba y plantear posibles alternativas de solución.

El talud estudiado cuenta con estratos clasificados en tipo de suelo granular no plástico con poca presencia de finos, se detecta macizo rocoso en los sondeos 1 y 2 mediante exploración con perforaciones a una profundidad de 2.9m y en sondeo 3 y 4 se evidencia plasticidad baja, sin encontrar nivel freático en ningún caso. Teniendo en cuenta los parámetros geotécnicos característicos del talud, se puede determinar que la causa más relevante es que al no tener un contenido de finos representativo, el terreno no cuenta con una cohesión adecuada y en la temporada de lluvias debido a la filtración se da el desplazamiento de las capas granulares.

De acuerdo con el análisis de estabilidad se puede indicar que la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa del KM 6 del corredor vial Pisba – Labranzagrande es alta, tanto en el análisis estático como en el dinámico se evidencia la inestabilidad que presenta el talud, por lo cual es necesario la realización de obras de mitigación del riesgo.

Se plantean tres alternativas de solución, basadas en la combinación de diferentes técnicas como anclajes activos, pernos de tipo “Soil-Nail”, geomantos y micropilotes. Las cuales garantizan un factor de seguridad mayor a 1, por lo cual se consideran adecuadas, aun así, considerando aspectos económicos y sociales, para un municipio como Pisba, de pequeña densidad, el costo de un proyecto como este no es viable, lo que deja como última medida, evadir el talud y buscar alternativas de reubicación de la vía en un caso extremo.

Otra solución de bajo impacto, estudiada inicialmente fue el perfilado del talud o muros de contención, pero debido a las características topográficas y mecánicas del terreno ninguna de estas

opciones brindaría un factor de seguridad adecuado. Aunque es importante resaltar que estas alternativas no se pueden descartar totalmente, al tratarse de un análisis preliminar, puesto que es posible buscar la manera de solucionar y adecuar la implementación de muros con vigas de anclaje llevando la cimentación de estos al estrato rocoso, que podría concluir en una buena respuesta de estabilización de la estructura frente a los efectos del terreno.

Teniendo en cuenta las observaciones en campo, la exploración del subsuelo y las consideraciones previas del municipio, los fenómenos de inestabilidad están relacionados también a la falta de control de aguas de escorrentía, lo que genera erosión superficial en algunas partes de talud , por lo cual se puede recomendar una alternativa de prevención y control, que se basa en el uso de geomantos y mejoramiento de las obras de drenaje de la zona de estudio. Mitigar el impacto del agua de escorrentía y filtración mejorara el comportamiento de los materiales, previniendo movimiento de tierra considerables. De este modo dicha alternativa explicada en el análisis de resultados, sería para el estudio la mejor implementación, con costos bajos y adecuados al área de ubicación.

Se recomienda un estudio del subsuelo para controlar y evitar el deterioro de la red vial del municipio, ya que actualmente no tiene estudios de este tipo y se desconoce la caracterización del suelo de su área rural. Logrando así tener un plan de respuesta para prever los fenómenos y desastres naturales.

En el análisis de estabilidad de taludes, un aspecto relevante es la forma en que se obtienen los parámetros del suelo. En el presente estudio se dio por medio de ensayo de campo SPT, lo cual define un estudio limitado, ya que el rechazo se puede dar en fragmentos de roca, por lo cual es recomendable para la implementación final mejorar el estudio implementado métodos ingenieriles que incluyan pruebas de laboratorio de rocas y aplicación de modelos de estabilidad mediante

programas de modelamiento de computadora con datos más precisos recolectados in situ, puede ser mediante una exploración geofísica que arroja mayor precisión en la caracterización. Con un estudio de este tipo se puede asegurar la elección y descarte de obras preventivas y correctivas definitivas. Así se entiende que el estudio realizado no es incorrecto pero su alcance no es suficiente, por lo cual la información obtenida da una introducción al estado y condiciones generales de la zona de estudio, dejando los planteamientos como soluciones previas, sujetas a mejoramientos y revisión.

Referencias Bibliográficas

Agudelo López, E. (2012). *La práctica empresarial como método de enseñanza universitaria. Elemento clave para la competitividad*. Bogotá.

Secretaría de Infraestructura Pública. (2012). *GOV.CO*. Obtenido de <https://www.boyaca.gov.co/secretariainfraestructurapublica/mision-vision/>

Administración Municipal De Pisba . (2005). *Documento Diagnostico, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Pisba*. Pisba.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente, NSR-10*. Bogotá.

De Matteis, Á. F. (Agosto de 2003). *Estabilidad de taludes*. Argentina.

Mapa Geológico de Colombia en Relieve 2020. (2020). Bogotá.

Ministerio de Transporte, Pontificia Universidad Javeriana. (2010). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y afirmada)*. Bogotá D.C.

Rodríguez Parra, A. J., & Solano Silva, O. (2000). *MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA, Memoria explicativa*. Tunja.

Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia UPTC. (2020). *Atlas Geomorfológico del departamento de Boyacá*. Sogamoso.