Consorcio
CUNDINAMARCA JINT 17

INFORME DE ESTUDIO TALUDES

CONTRATO CONSULTORÍA ICCU-783-2025

"ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS VÍAS: 1. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE LENGUAZAQUE AL CASCO URBANO DE VILLAPINZÓN, 2. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE JERUSALÉN AL CRUCE DE LA VÍA RUTA 45, 3. VÍA QUE DESDE EL SECTOR TABACAL CONDUCE AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE, 4. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE CHOCONTA AL CASCO URBANO DE CUCUNUBÁ, 5. VÍA QUE CONECTA EL CRUCE CON EL CORREDOR BOGOTÁ – FONTIBÓN - FACATATIVÁ - LOS ALPES, SECTOR LA VIRGEN, HASTA LA VÍA FACATATIVÁ - EL ROSAL, 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".



6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO.

VERSIÓN 02

JULIO 2026

ICCU
INSTITUTO DE CAMINOS Y CONSTRUCCIONES DE CUNDINAMARCA

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN	
"ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS VÍAS: 1. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE LENGUAZAQUE AL CASCO URBANO DE VILLAPINZÓN, 2. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE JERUSALÉN AL CRUCE DE LA VÍA RUTA 45, 3. VÍA QUE DESDE EL SECTOR TABACAL CONDUCE AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE, 4. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE CHOCONTA AL CASCO URBANO DE CUCUNUBÁ, 5. VÍA QUE CONECTA EL CRUCE CON EL CORREDOR BOGOTÁ – FONTIBÓN - FACATATIVÁ - LOS ALPES, SECTOR LA VIRGEN, HASTA LA VÍA FACATATIVÁ - EL ROSAL, 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".	**INFORME DE ESTUDIO DE TALUDES** **6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO.**

CONTROL DE CAMBIOS		
Rev.	**Fecha**	**Descripción**
1	08/May/2026	Entrega inicial para revisión de la interventoría mediante comunicado CCJINT17-0783-0596-26 del 08/May/2026
2	31Jul/2026	Respuesta a comunicado T-003-2025-246-OFC, mediante comunicado CCJINT17-0783- 0983-26 del 31/Jul/2026
3		

REPRESENTANTES CONSULTORÍA – CONSORCIO CUNDINAMARCA JINT 17		
REALIZÓ Esp. Geotecnia Consultoría	NOMBRE:	Ing. Diego A. Reyes V.
	FIRMA	
	MAT:	25202 - 75597 CND
REVISÓ y APROBÓ Director de Estudios y Diseños	NOMBRE:	Ing. César Augusto Palacios Wilches
	FIRMA	
	MAT:	25202-079229 CND

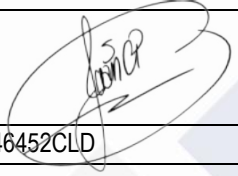
REPRESENTANTES INTERVENTORÍA – INGEOCIM S.A.S.		
REVISIÓN Esp Geotecnia Interventoría	NOMBRE:	Ing. Gino Omar Villamizar Arévalo
	FIRMA	
	MAT:	54202-297489 NTS
VALIDACIÓN y APROBACIÓN Director Interventoría	NOMBRE:	Ing. Juan Carlos Pineda Suarez
	FIRMA	
	MAT:	1720246452CLD

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 9

2. OBJETIVOS 11
2.1 OBJETIVO GENERAL 11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

3. GENERALIDADES DEL CONTRATO 12
3.1 NÚMERO DEL CONTRATO: 12
3.2 OBJETO DEL CONTRATO: 12
3.3 CONTRATISTA 12
3.4 INTERVENTORÍA 12
3.5 ALCANCE DEL PROYECTO 13
3.6 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: 13

4. GENERALIDADES 15
4.1 UBICACIÓN 15

5. DIAGNOSTICO PRELIMINAR 16
5.1 LONGITUD 16
5.2 ANCHOS DE VÍA 16
5.3 OBRAS DE DRENAJE 19
5.4 PUENTES Y/O PONTONES 22
5.5 OBRAS DE CONTENCIÓN 23
5.6 SITIOS CRÍTICOS 26
5.7 CONCLUSIONES 28

6. GEOLOGÍA 29
6.1 GEOLOGÍA REGIONAL 29
6.1.1 ESTRATIGRAFÍA 30
6.1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 32
6.2 GEOLOGÍA LOCAL 32
6.3 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 34
6.4 AMENAZA POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA 35

7. TRABAJOS DE CAMPO 37
7.1 EXPLORACIÓN DIRECTA DEL SUBSUELO 37
7.2 EXPLORACIÓN INDIRECTA DEL SUBSUELO 39

8. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO 56
8.1 CORREDOR GEOTÉCNICO 56
8.2 DIAGNÓSTICO DEL CORREDOR 57
8.3 ENSAYOS DE CAMPO 66
8.4 NIVEL FREÁTICO 66
8.5 PERFIL ESTRATIGRÁFICO 68

8.6 RESULTADOS DE LABORATORIO 79
8.7 PARÁMETROS DE RESISTENCIA 94
8.8 PARÁMETROS DE RESISTENCIA EN ROCA 95
8.9 PARÁMETROS DE DEFORMACIÓN 97
8.10 SECTORIZACIÓN....114
8.11 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS 117

9. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 122
9.1 PERFIL DEL SUELO....122
9.2 AMENAZA SÍSMICA 131
9.3 SITIOS CRÍTICOS 136
9.3.1 Sitio Crítico N°1 K0+120- K0+180 137
9.3.2 Sitio Crítico N°2 K0+210 – K0+220 140
9.3.3 Sitio Crítico N°6 K1+360 – K1+370 143
9.4 SITIOS CRÍTICOS CON INESTABILIDAD CINEMÁTICA....146

10. POTENCIAL EXPANSIVO.... 153

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 156
11.1 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS SUPERFICIALES 158
11.2 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS PROFUNDOS....158
11.3 RECOMENDACIONES DE DRENAJE....158
11.4 RECOMENDACIONES MATERIAL DE RELLENO EN MUROS....159
11.5 RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE PERNOS 159

12. LIMITACIONES.... 161

13. REFERENCIAS TÉCNICAS 162

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Localización de los tramos a ejecutar. 13
Ilustración 2. Tramo Supatá a Pacho 14
Ilustración 3. Tramo la vía que de Supatá conduce al casco urbano del municipio de Pacho 15
Ilustración 4 Fotografía Sección K0+020. 17
Ilustración 5 Fotografía Sección K0+120 17
Ilustración 6 Fotografía Sección K0+900 18
Ilustración 7 Fotografía Sección K1+000 18
Ilustración 8 Fotografía Sección K2+100 19
Ilustración 9 Alcantarilla K0+120 20
Ilustración 10 Box Culvert K0+480 20
Ilustración 11 Alcantarilla K0+760 21
Ilustración 12 Alcantarilla K2+030 21
Ilustración 13 Puente K0+600 22
Ilustración 14 Puente K0+600 22
Ilustración 15 Muro de Contención K0+230 23
Ilustración 16 Muro de Contención K0+380 24
Ilustración 17 Muro de Contención K0+900 24
Ilustración 18 Muro de Contención K0+950 25
Ilustración 19 Muro de Contención K1+230 25
Ilustración 20 Sitio Critico K0+010 26
Ilustración 21 Sitio Critico K0+100 27
Ilustración 22 Sitio Critico K0+580 27
Ilustración 23 Sitio Critico K0+900 28
Ilustración 24 Geología regional tramo Supatá – Pacho 29
Ilustración 25. Geología del corredor geotécnico Supatá 33
Ilustración 26 Geomorfología regional tramo Supatá-Pacho 34
Ilustración 27 Zonificación de amenaza por movimientos en masa. Se señala en negro el tramo vial en estudio 36
Ilustración 28 Localización de sondeos. 38
Ilustración 29 Ubicación líneas sísmicas. 40
Ilustración 30 Ubicación de TRS-01. 41
Ilustración 31 Ubicación de TRS-02 42
Ilustración 32 Ubicación de TRS-03 43
Ilustración 33 Ubicación de TRS-04 44
Ilustración 34 Ubicación de TRS-05 45
Ilustración 35 Ubicación de TRS-06 46
Ilustración 36 Ubicación de TRS-07 47
Ilustración 37 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-01 48
Ilustración 38 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-02 49
Ilustración 39 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-03 50
Ilustración 40 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-04 51
Ilustración 41 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-05 52
Ilustración 42 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-06 53
Ilustración 43 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-07 54
Ilustración 44 Corredor Geotécnico para el tramo Supatá – Pacho 56

Ilustración 45 Resultados nivel freático 66
Ilustración 46 Prof nivel freático vs abscisa 67
Ilustración 47 Grafica resultados de clasificación del suelo 86
Ilustración 48 Carta de plasticidad 87
Ilustración 49 Grafica de consistencia del suelo 88
Ilustración 50 Grafica de resultados de granulometría 89
Ilustración 51 Grafica de resultados de pesos unitarios 90
Ilustración 52 Grafica de resultados de compresión inconfinada 93
Ilustración 53 Perfil de resistencia S1. 98
Ilustración 54 Perfil de resistencia S2. 99
Ilustración 55 Perfil de resistencia S5. 100
Ilustración 56 Perfil de resistencia S6. 101
Ilustración 57 Perfil de resistencia S7. 102
Ilustración 58 Perfil de resistencia S8. 103
Ilustración 59 Perfil de resistencia S9. 104
Ilustración 60 Perfil de resistencia S10. 105
Ilustración 61 Perfil de resistencia S11. 106
Ilustración 62 Perfil de resistencia S12. 107
Ilustración 63 Perfil de resistencia S13. 108
Ilustración 64 Perfil de resistencia S14. 109
Ilustración 65 Perfil de resistencia S15. 110
Ilustración 66 Perfil de resistencia S16. 111
Ilustración 67 Perfil de resistencia Puente S1. 112
Ilustración 68 Perfil de resistencia Puente S2. 113
Ilustración 69 Perfiles estratigráficos encontrados en la exploración geotécnica directa 115
Ilustración 70 Mapa valores PGA 131
Ilustración 71 Mapa valores Ss 131
Ilustración 72 Mapa valores S1 133
Ilustración 73 Sección de análisis K0+120- K0+180 137
Ilustración 74 Sitio K0+120- K0+180: Análisis de estabilidad sin sismo – Estabilidad Global 138
Ilustración 75 Sitio K0+120- K0+180: Análisis de estabilidad con sismo – Estabilidad Global 139
Ilustración 76 Sección de análisis K0+210 – K0+220 140
Ilustración 77 Sitio K0+210 – K0+220: Análisis de estabilidad sin sismo – Estabilidad Global 141
Ilustración 78 Sitio K0+210 – K0+220: Análisis de estabilidad con sismo – Estabilidad Global 142
Ilustración 79 Sección de análisis K1+360 – K1+370 143
Ilustración 80 Sitio K1+360 – K1+370: Análisis de estabilidad sin sismo – Estabilidad Global 144
Ilustración 81 Sitio K1+360 – K1+370: Análisis de estabilidad con sismo – Estabilidad Global 145
Ilustración 82 K0+740: Análisis de Estabilidad Cinemática por Falla Planar 147
Ilustración 83 K0+740: Análisis de Estabilidad Cinemática por Falla en Cuña 148
Ilustración 84 K0+740: Análisis de Estabilidad Cinemática por Volcamiento 149
Ilustración 85 K0+740: Cálculo del Sostenimiento por Volcamiento – Condición Estática 150
Ilustración 86 K0+740: Cálculo del Sostenimiento por Volcamiento – Condición Bajo Sismo 151

Índice de Tablas

Tabla 1 Anchos de Vía 16
Tabla 2 Obras de Drenaje. 19
Tabla 3 Obras de Contención - Tramo Supatá - Pacho 23
Tabla 4 Sitios Críticos. 26
Tabla 5Localización de sondeos 38
Tabla 6 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-1 68
Tabla 7 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-2 68
Tabla 8 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-3 68
Tabla 9 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-4 69
Tabla 10 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-5 69
Tabla 11 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-6 69
Tabla 12 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-7 70
Tabla 13 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-8 70
Tabla 14 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-9 70
Tabla 15 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-10 71
Tabla 16 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-11 72
Tabla 17 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-12 72
Tabla 18 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-13 73
Tabla 19 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-14 73
Tabla 20 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-15 74
Tabla 21 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-16 75
Tabla 22 Perfil estratigráfico de campo Sondeo Puente S1 76
Tabla 23 Perfil estratigráfico de campo Sondeo Puente S2 77
Tabla 24 Resumen resultados de laboratorio 80
Tabla 25 Resultados de carga puntual 91
Tabla 26 Resultados de corte directo 92
Tabla 27 Sectores definidos según la estratigrafía 116
Tabla 28 Tipo de terreno según la morfología encontrada 116
Tabla 29 Sectorización definitive del corredor vial 116
Tabla 30 Parámetros Geotécnicos para el Sector 1 (K0+000 a K0+380) 117
Tabla 31 Parámetros Geotécnicos para el Sector 2 (K0+380 a K1+680) 117
Tabla 32 Parámetros Geotécnicos para el Sector 3 (K1+680 a K1+800) 117
Tabla 33 Parámetros Geotécnicos para el Sector 3 (K1+800 a K2+100) 117
Tabla 34 Parámetros Geotécnicos SONDEO 1 K0+139 118
Tabla 35 Parámetros Geotécnicos SONDEO 2 K0+218 118
Tabla 36 Parámetros Geotécnicos SONDEO 3 K0+336 118
Tabla 37 Parámetros Geotécnicos SONDEO 4 K0+444 118
Tabla 38 Parámetros Geotécnicos SONDEO 5 K0+555 119
Tabla 39 Parámetros Geotécnicos SONDEO 6 K0+668 119
Tabla 40 Parámetros Geotécnicos SONDEO 7 K0+832 119
Tabla 41 Parámetros Geotécnicos SONDEO 8 K0+953 119
Tabla 42 Parámetros Geotécnicos SONDEO 9 K1+062 119
Tabla 43 Parámetros Geotécnicos SONDEO 10 K1+231 120
Tabla 44 Parámetros Geotécnicos SONDEO 11 K1+313 120
Tabla 45 Parámetros Geotécnicos SONDEO 12 K1+468 120
Tabla 46 Parámetros Geotécnicos SONDEO 13 K1+585 120

Tabla 47 Parámetros Geotécnicos SONDEO 14 120
Tabla 48 Parámetros Geotécnicos SONDEO 15 121
Tabla 49 Parámetros Geotécnicos SONDEO 16 K2+100 121
Tabla 50 Parámetros Geotécnicos PUENTE - S1 K0+740....121
Tabla 51 Parámetros Geotécnicos PUENTE – S2 K0+800....121
Tabla 52 Perfil de Suelos Sondeo 1 122
Tabla 53 Perfil de Suelos Sondeo 2 122
Tabla 54 Perfil de Suelos Sondeo 3 124
Tabla 55 Perfil de Suelos Sondeo 5 124
Tabla 56 Perfil de Suelos Sondeo 6 125
Tabla 57 Perfil de Suelos Sondeo 7 125
Tabla 58 Perfil de Suelos Sondeo 8 125
Tabla 59 Perfil de Suelos Sondeo 9 126
Tabla 60 Perfil de Suelos Sondeo 10 126
Tabla 61 Perfil de Suelos Sondeo 11 126
Tabla 62 Perfil de Suelos Sondeo 12 127
Tabla 63 Perfil de Suelos Sondeo 13 127
Tabla 64 Perfil de Suelos Sondeo 14 127
Tabla 65 Perfil de Suelos Sondeo 15 128
Tabla 66 Perfil de Suelos Sondeo 16 128
Tabla 67 Perfil de Suelos ¨Puente 1 S1 129
Tabla 68 Perfil de Suelos ¨Puente 1 S2 129
Tabla 69 Resumen resultados de perfil de suelo obtenidos. 130
Tabla 70 factor de sitio segun Tabla 3.10.3.2-2 134
Tabla 71 factor Fa segun Tabla 3.10.3.2-3 134
Tabla 72 factor Fv segun Tabla 3.10.3.2-3....135
Tabla 73 Resumen factores obtenidos....135
Tabla 74 Resultados los análisis de estabilidad para el sitio K0+120- K0+180....137
Tabla 75 Resultados los análisis de estabilidad para el sitio K0+210 – K0+220....140
Tabla 76 Resultados los análisis de estabilidad para el sitio K1+360 – K1+370....143
Tabla 77 Resultados del análisis de Estabilidad Cinemática 146
Tabla 78 Soluciones propuestas y resultados de los análisis de estabilidad 146
Tabla 79 Características de las obras de intervención en sitios cinemáticamente inestables....152
Tabla 80 Determinación del potencial de suelos expansivos 154
Tabla 81 Obras de intervención para recuperar la banca de la vía en el K0+120 – K0+180 156
Tabla 82 Obras de intervención para superficies de falla expuestos a erosión en el talud superior 157
Tabla 83 Obras de intervención en sitios cinemáticamente inestables 157
Tabla 84 Trabajos de intervención recomendados en Sitios Críticos con saturación y hundimientos....157

1. INTRODUCCIÓN

Mediante la Ordenanza No. 001 del 22 de marzo de 2024 se adoptó el Plan Departamental de Desarrollo 2024 – 2028 "GOBERNANDO: MÁS QUE UN PLAN", en el cual se encuentra establecida la Línea Estratégica: "Competitividad compartida", cuyo objetivo principal es "la reducción de brechas y rezagos en diversas áreas, como educación superior, ciencia, tecnología e innovación, así como en la generación de ingresos, productividad y bienestar general. Esta estrategia se enfoca en superar las disparidades entre la ciudad y el campo, brechas de géneros, productores y comercializadores, así como las diferencias marcadas entre estratos socioeconómicos. La premisa es lograr un progreso colectivo que abrace a toda la diversidad existente en el Departamento."

Una competitividad compartida pasa por diagnosticar, identificar y desarrollar las vocaciones productivas de los territorios, basándose en sus ventajas comparativas. Esto implica no solo fortalecer las vocaciones existentes, sino también promover la apropiación de tecnologías adecuadas para procesos sencillos que aporten un gran valor, tanto a los productos, como a los servicios generados en los diferentes municipios. Además, la línea estratégica busca fomentar la creación de vocaciones basadas en las mejores prácticas agropecuarias, como también en la creación de rutas de turismo inteligente y demás potencialidades locales.

Dentro de las apuestas que se desarrollan para fortalecer la competitividad compartida se tienen: Conectividad y Movilidad Eficiente ya que el mejorar la conectividad afecta positivamente la competitividad compartida. Esto considera la ampliación y mejora de la infraestructura vial, la puesta en marcha de sistemas de transporte con enfoque de sostenibilidad, con el desarrollo soluciones férreas, reposición de flotas a energías amigables con el ambiente, así como infraestructura para la bicicleta. Además, es fundamental el buen manejo del tráfico vehicular y la seguridad en las zonas metropolitanas, y el uso permanente de las autopistas digitales. La conexión efectiva entre Bogotá y las provincias, así como la conexión intermunicipal, no solo mejorará la movilidad y conectividad, sino que también acortará las brechas sociales de quienes habitan."

En las apuestas que se proponen en el Plan de Desarrollo Departamental, se encuentra la "Conectividad" la cual se entiende cómo "el proceso de unión de los territorios, los sistemas económicos y las personas (CEPAL, 2006). Es por ello, que la apuesta se proyecta como todo tipo de unión y acercamiento de la población en Cundinamarca, sea digital o vial. Desde este punto, se pretende conectar a Cundinamarca mediante infraestructura óptima que permita el transporte de la ciudadanía, mejorando la calidad de vida y facilitando el transporte de los productos del departamento incrementando la competitividad de este. Es decir, se establece la conectividad como elemento integrado que fomenta la productividad y competitividad."

La consultoría a desarrollar en el contrato ICCU-783-2025 corresponde al lote 1, el cual contempla las siguientes vías:

LOTE 1: 1. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE LENGUAZAQUE AL CASCO URBANO DE VILLAPINZÓN, 2. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE JERUSALÉN AL CRUCE DE LA VÍA RUTA 45, 3. VÍA QUE DESDE EL SECTOR TABACAL CONDUCE AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE, 4. VÍA DESDE EL

CASCO URBANO DE CHOCONTÁ AL CASCO URBANO DE CUCUNUBÁ, 5. VÍA QUE CONECTA EL CRUCE CON EL CORREDOR BOGOTÁ - FONTIBÓN - FACATATIVÁ - LOS ALPES, SECTOR LA VIRGEN, HASTA LA VÍA FACATATIVÁ - EL ROSAL, 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO.

En el presente informe se tiene como finalidad realizar el análisis centrado en la estabilidad de los puntos críticos identificados en el corredor vial desde el casco urbano del municipio de Supatá al casco urbano del municipio de Pacho, departamento de Cundinamarca.

El estudio aborda el análisis de estabilidad y la evaluación de condiciones de posible inestabilidad a lo largo del tramo, considerando factores geológicos, geotécnicos, geomorfológicos e hidrológicos que inciden en el comportamiento de los taludes y la estructura vial.

Asimismo, contempla la formulación de recomendaciones de estabilización y/o la implementación de obras complementarias, el diseño de estructuras de contención tipo suelo reforzado cuando sea requerido, y la definición de medidas de reforzamiento orientadas a garantizar la estabilidad y funcionalidad del corredor vial.

Todo conforme a los lineamientos establecidos por el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca (ICCU), en el marco del contrato ICCU-783-2025. Este conjunto de estudios tiene como objetivo principal definir, estructurar y validar las soluciones técnicas necesarias para la ejecución de las obras contempladas en el Lote 1, garantizando su viabilidad técnica, normativa, ambiental y financiera.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis de estabilidad de puntos críticos, para el mejoramiento para la vía, del polígono suministrado para el tramo vial desde el casco urbano del municipio de Supatá al casco urbano del municipio de Pacho, para el CONTRATO DE CONSULTORÍA ICCU-783-2025 **ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CORREDORES VIALES EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos para la realización del estudio son:

- Exploración geotécnica encaminada a la caracterización de los materiales encontrados.
- Revisión y determinación del perfil estratigráfico del terreno mediante sondeos directos.
- Caracterización geomecánica del terreno mediante pruebas de resistencia y deformación en campo y laboratorio.
- Determinación de los parámetros de resistencia y deformación de los suelos.
- Evaluar el potencial de expansión de los suelos identificados.
- Determinar la caracterización geológica regional y local asociada al corredor vial objeto de estudio.
- Determinar las capacidades de cimentación de las obras de contención a implementar en el proyecto.
- Plantear las recomendaciones constructivas para las obras de intervención propuestas.

3. GENERALIDADES DEL CONTRATO

3.1 NÚMERO DEL CONTRATO:

ICCU-783-2025

3.2 OBJETO DEL CONTRATO:

"ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS VÍAS: 1. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE LENGUAZAQUE AL CASCO URBANO DE VILLAPINZÓN, 2. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE JERUSALÉN AL CRUCE DE LA VÍA RUTA 45, 3. VÍA QUE DESDE EL SECTOR TABACAL CONDUCE AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE, 4. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE CHOCONTÁ AL CASCO URBANO DE CUCUNUBÁ, 5. VÍA QUE CONECTA EL CRUCE CON EL CORREDOR BOGOTÁ – FONTIBÓN - FACATATIVÁ - LOS ALPES, SECTOR LA VIRGEN, HASTA LA VÍA FACATATIVÁ - EL ROSAL, 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

3.3 CONTRATISTA

El 06 de noviembre de 2025 suscribió el Acta de Inicio No. 01 del Contrato ICCU No. 783 de 2025 , dando inicio formal a la ejecución del proyecto a cargo del CONSORCIO CUNDINAMARCA JINT 17 por un valor total de $4.589.706.723,00. El objeto contractual consiste en REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS VÍAS: 1. DESDE EL CASCO URBANO DE LENGUAZAQUE AL CASCO URBANO DE VILLAPINZÓN; 2. DESDE EL CASCO URBANO DE JERUSALÉN AL CRUCE DE LA VÍA RUTA 45; 3. DESDE EL SECTOR TABACAL AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE; 4. DESDE EL CASCO URBANO DE CHOCONTÁ AL CASCO URBANO DE CUCUNUBÁ; 5. CONEXIÓN DEL CRUCE CON EL CORREDOR BOGOTÁ-FONTIBÓN-FACATATIVÁ-LOS ALPES, SECTOR LA VIRGEN, HASTA LA VÍA FACATATIVÁ-EL ROSAL; Y 6. DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO. Para el desarrollo de estas actividades, se estableció un plazo de ejecución de ocho (8) meses , fijando como fecha de terminación el 06 de julio de 2026.

3.4 INTERVENTORÍA

CONTRATO N° ICCU-CTO-881-2025.

INTERVENTORÍA A LA CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS VÍAS: 1. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE LENGUAZAQUE AL CASCO URBANO DE VILLAPINZÓN, 2. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE JERUSALÉN AL CRUCE DE LA VÍA RUTA 45, 3. VÍA QUE DESDE EL SECTOR TABACAL CONDUCE AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE, 4. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE CHOCONTÁ AL CASCO URBANO DE CUCUNUBÁ, 5. VÍA QUE CONECTA EL CRUCE CON EL CORREDOR BOGOTÁ – FONTIBÓN - FACATATIVÁ - LOS ALPES, SECTOR LA VIRGEN, HASTA LA VÍA FACATATIVÁ - EL ROSAL, 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO.

3.5 ALCANCE DEL PROYECTO

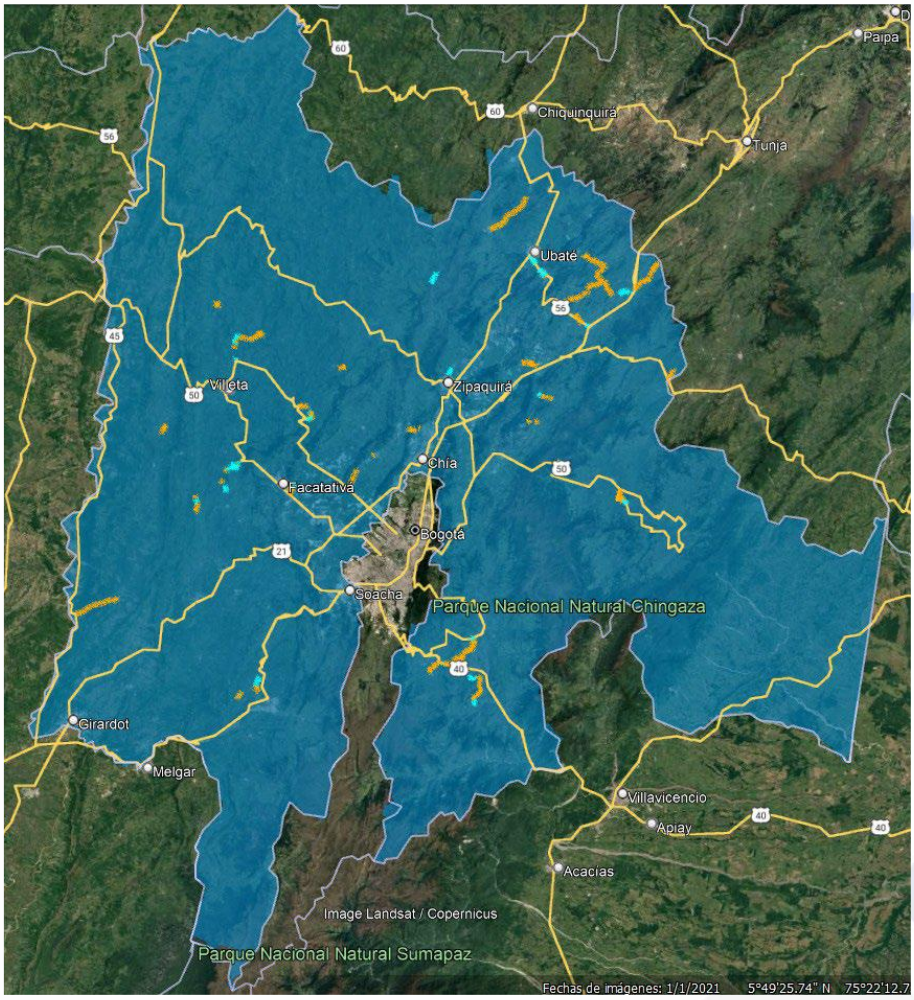
Realizar todos los estudios y diseños definitivos, Fase III, en las vías secundarias priorizadas existentes en el Departamento de Cundinamarca, utilizando metodologías y tecnologías de punta que le permitan al Departamento avanzar en el desarrollo de la infraestructura vial para la competitividad, en armonía con el Plan Nacional de Desarrollo y el Plan Departamental de Desarrollo.

Evaluar los costos precisos de la ejecución de las obras, teniendo en cuenta los costos de mitigación ambiental cuantificados de conformidad con la naturaleza de cada tramo vial.

3.6 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:

Los estudios y diseños se realizarán en diferentes corredores viales del Departamento. Los cuales se muestran en las siguientes ilustraciones.

Ilustración 1. Localización de los tramos a ejecutar.



Fuente: Tomado del Anexo Técnico del proceso ICCU-CM-017-2025

Ilustración 2. Tramo Supatá a Pacho



Fuente: Elaboración - CONSORCIO CUNDINAMARCA JINT 17 sobre imagen satelital de Google Earth

4. GENERALIDADES

El objeto del Contrato es "ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS VÍAS: 1. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE LENGUAZAQUE AL CASCO URBANO DE VILLAPINZÓN, 2. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE JERUSALÉN AL CRUCE DE LA VÍA RUTA 45, 3. VÍA QUE DESDE EL SECTOR TABACAL CONDUCE AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE, 4. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DE CHOCONTA AL CASCO URBANO DE CUCUNUBÁ, 5. VÍA QUE CONECTA EL CRUCE CON EL CORREDOR BOGOTÁ – FONTIBÓN - FACATATIVÁ - LOS ALPES, SECTOR LA VIRGEN, HASTA LA VÍA FACATATIVÁ - EL ROSAL, 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

4.1 UBICACIÓN

El corredor vial objeto del presente estudio se localiza en la región noroccidental del departamento de Cundinamarca. El tramo comprende la vía que desde el casco urbano del municipio de Supatá conduce al casco urbano del municipio de Pacho, atravesando un territorio caracterizado por relieve ondulado a montañoso, con presencia de laderas, drenajes naturales y zonas de transición propias de la vertiente occidental de la Cordillera Oriental.

El municipio de Supatá hace parte de la provincia de Gualivá, mientras que el municipio de Pacho integra la provincia de Rionegro, ambas ubicadas en el sector noroccidental del departamento de Cundinamarca.

El corredor vial comprendido dentro del alcance del proyecto se desarrolla específicamente entre el casco urbano del municipio de Supatá y el casco urbano del municipio de Pacho, constituyendo un eje de conexión relevante para la movilidad local, el intercambio comercial y el acceso entre las áreas rurales y los centros urbanos de ambos municipios.

Ilustración 3. Tramo la vía que de Supatá conduce al casco urbano del municipio de Pacho



Fuente: Elaboración - CONSORCIO CUNDINAMARCA JINT 17 sobre imagen satelital de Google Earth

5. DIAGNOSTICO PRELIMINAR

Se realizaron recorridos en este caso en la Vía que conduce desde el Municipio de Supatá al Municipio de Pacho, donde se recolecto evidencia del estado actual de la vía, se realizó el inventario de estructuras existentes en el corredor, (alcantarillas, puentes, box culverts), además de puntos o sitios críticos por causa de deslizamientos o por manejo inadecuado de las aguas. El abscisado representado en este documento se tomó a partir de los Kmz entregados para esta vía, ya que este corredor no tiene instalados los postes de kilometraje. De acuerdo con la información recolectada en campo, se tiene lo siguiente:

5.1 LONGITUD

El tramo para diagnosticar presenta una longitud de 2.1 Km, en este caso para realizar mejoramiento.

5.2 ANCHOS DE VÍA

A lo largo del corredor se tomaron los anchos de vía y sección existentes en varios puntos, de dicha información recolectada se tiene lo siguiente:

Tabla 1 Anchos de Vía

TRAMO	ABSCISA	IZQUIERDA - Descripción	IZQUIERDA - Longitud (m)	ANCHO DE VÍA (m)	DERECHA - Descripción	DERECHA - Longitud (m)	ANCHO SECCIÓN (m)
Supatá-Pacho	K0+020	TALUD		4.2	TALUD		4.2
Supatá-Pacho	K0+120	CERCA	2.4	5	TALUD		7.4
Supatá-Pacho	K0+230	MURO		6.5	TALUD		6.5
Supatá-Pacho	K0+380	MURO		6.2	TALUD		6.2
Supatá-Pacho	K0+900	MURO		6.7	TALUD		6.7
Supatá-Pacho	K0+950	MURO		5.2	TALUD		5.2
Supatá-Pacho	K1+000	CERCA	1.7	4	CERCA	4.5	10.2
Supatá-Pacho	K1+230	MURO		6	TALUD		6
Supatá-Pacho	K2+130	CERCA	2	5.5	CERCA	1	8.5

Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

A continuación, se presenta fotografías representativas de la sección vial en el corredor:

Ilustración 4 Fotografía Sección K0+020.



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 5 Fotografía Sección K0+120



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 6 Fotografía Sección K0+900



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 7 Fotografía Sección K1+000



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 8 Fotografía Sección K2+100



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

5.3 OBRAS DE DRENAJE

A lo largo del corredor se realizó el inventario de las obras de drenaje existentes, con dicha información se elaboró la siguiente tabla resumen:

Tabla 2 Obras de Drenaje.

Nº	TRAMO	ABSCISA	TIPO	DIÁMETRO TUBERÍA	MATERIAL TUBERÍA
1	Supatá-Pacho	K0+000	Box Culvert	2.3m X 2.3m	Concreto
2	Supatá-Pacho	K0+120	Alcantarilla	36"	Concreto
3	Supatá-Pacho	K0+200	Alcantarilla	36"	Concreto
4	Supatá-Pacho	K0+320	Alcantarilla	36"	Concreto
5	Supatá-Pacho	K0+480	Box Culvert	1.4m X 1.7m	Concreto
6	Supatá-Pacho	K0+570	Alcantarilla	36"	Concreto
7	Supatá-Pacho	K0+690	Alcantarilla	36"	Concreto
8	Supatá-Pacho	K0+760	Alcantarilla	36"	Concreto
9	Supatá-Pacho	K0+820	Alcantarilla	36"	Concreto
10	Supatá-Pacho	K0+990	Alcantarilla	36"	Concreto
11	Supatá-Pacho	K1+025	Alcantarilla	36"	Concreto
12	Supatá-Pacho	K1+350	Alcantarilla	36"	Concreto
13	Supatá-Pacho	K1+420	Alcantarilla	36"	Concreto
14	Supatá-Pacho	K1+650	Box Culvert	3.0m X 3.0m	Concreto
15	Supatá-Pacho	K1+800	Alcantarilla	36"	Concreto
16	Supatá-Pacho	K1+850	Alcantarilla	36"	Concreto
17	Supatá-Pacho	K2+000	Alcantarilla	36"	Concreto
18	Supatá-Pacho	K2+030	Alcantarilla	36"	Concreto

Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

En resumen, las obras de drenaje encontradas corresponden (15) alcantarillas con tubería en concreto de 36", (3) Box Culvert de diferentes dimensiones.
A continuación, se presenta fotografías de las obras más representativas en el corredor.

Ilustración 9 Alcantarilla K0+120



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 10 Box Culvert K0+480



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 11 Alcantarilla K0+760



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 12 Alcantarilla K2+030



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

5.4 PUENTES Y/O PONTONES

A lo largo de los 2.1 km que comprenden este tramo de mejoramiento, se encontró un Puente en la Abscisa K0+600, con una luz de 16.00 metros y un galibo aproximado de 8.50 metros.
A continuación, se presentan las fotografías de esta estructura:

Ilustración 13 Puente K0+600



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 14 Puente K0+600



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

5.5 OBRAS DE CONTENCIÓN

A lo largo del corredor se realizó el inventario de los muros de contención existentes, con lo que se elaboró la siguiente tabla resumen:

Tabla 3 Obras de Contención - Tramo Supatá - Pacho

No. de Obra	ABSCISA	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	ALTURA VISIBLE (m)	COSTADO	CLASE
1	K0+230	20.00	0.30	1.60	IZQUIERDO	MURO DE CONCRETO
2	K0+380	5.00	0.30	3.30	IZQUIERDO	MURO DE CONCRETO
3	K0+900	18.00	0.35	3.00	IZQUIERDO	MURO DE CONCRETO
4	K0+950	30.00	0.35	4.30	IZQUIERDO	MURO DE CONCRETO
5	K1+230	30.00	0.35	3.70	IZQUIERDO	MURO DE CONCRETO

Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Los muros de contención corresponden a muros de acompañamiento cuya función principal es confinar y mantener el ancho de la estructura de pavimento. No se identifican muros construidos por condiciones de estabilidad geotécnica o como medidas de estabilización de taludes. Desde el punto de vista geotécnico, los muros no presentan evidencias de inestabilidad asociadas a las condiciones del terreno. La evaluación de su estado y comportamiento estructural se desarrolla en el informe correspondiente a la especialidad de Estructuras.

A continuación, se presentan fotografías de los muros más representativos en el corredor.

Ilustración 15 Muro de Contención K0+230



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 16 Muro de Contención K0+380



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 17 Muro de Contención K0+900



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 18 Muro de Contención K0+950



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 19 Muro de Contención K1+230



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

5.6 SITIOS CRÍTICOS

A lo largo del corredor se realizó el inventario de los sitios críticos que se observaron, los cuales están asociados a las áreas de geotecnia e hidráulica, con la que se elaboró la siguiente tabla resumen:

Tabla 4 Sitios Críticos.

Nº	TRAMO	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	TIPO
1	Supatá-Pacho	K0+010	K0+060	Deslizamiento-Sitio Inestable
2	Supatá-Pacho	K0+100	K0+120	Deslizamiento Talud
3	Supatá-Pacho	K0+580	K0+600	Deslizamiento Talud
4	Supatá-Pacho	K0+900	K0+920	Deslizamiento Talud-Vivienda en Riesgo

Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

A continuación, se presentan fotografías de estos puntos críticos en el corredor:

Ilustración 20 Sitio Critico K0+010



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 21 Sitio Critico K0+100



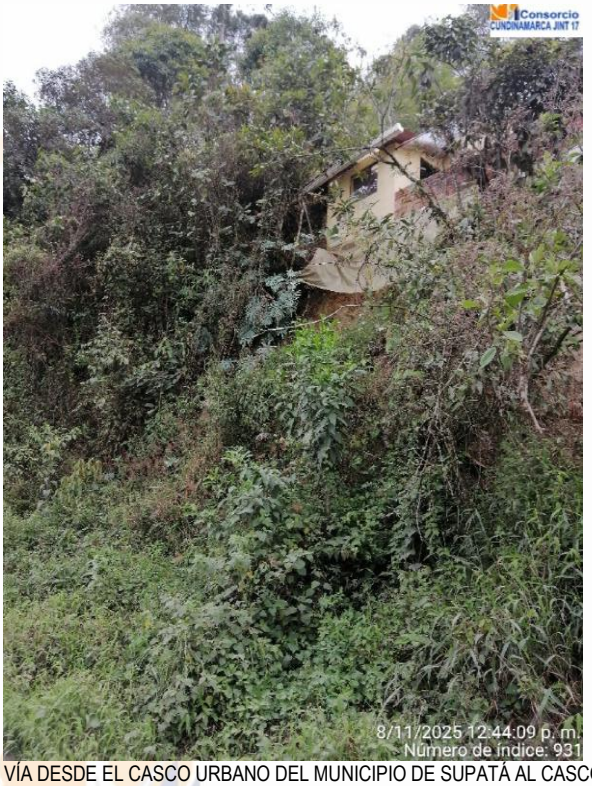
Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 22 Sitio Critico K0+580



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

Ilustración 23 Sitio Critico K0+900



Fuente: Informe de diagnóstico del tramo 6. VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO".

5.7 CONCLUSIONES

Como resultado del presente diagnóstico, podemos resumir de la siguiente forma:

- El ancho de la vía en promedio es de 5.50 metros.
- Existen Quince (15) alcantarillas con tubería en concreto de 36".
- Existe Un (1) Box Culvert de 2.30m X 2.30m.
- Existe Un (1) Box Culvert de 1.40m X 1.70m.
- Existe Un (1) Box Culvert de 3.00m X 3.00m.
- Existe Un (1) Puente de 16.00 metros de luz.
- Existen Cinco (5) muros de contención en el tramo
- Solamente se prevé implementar medidas estructurales en el tramo K0+120 a K0+180.

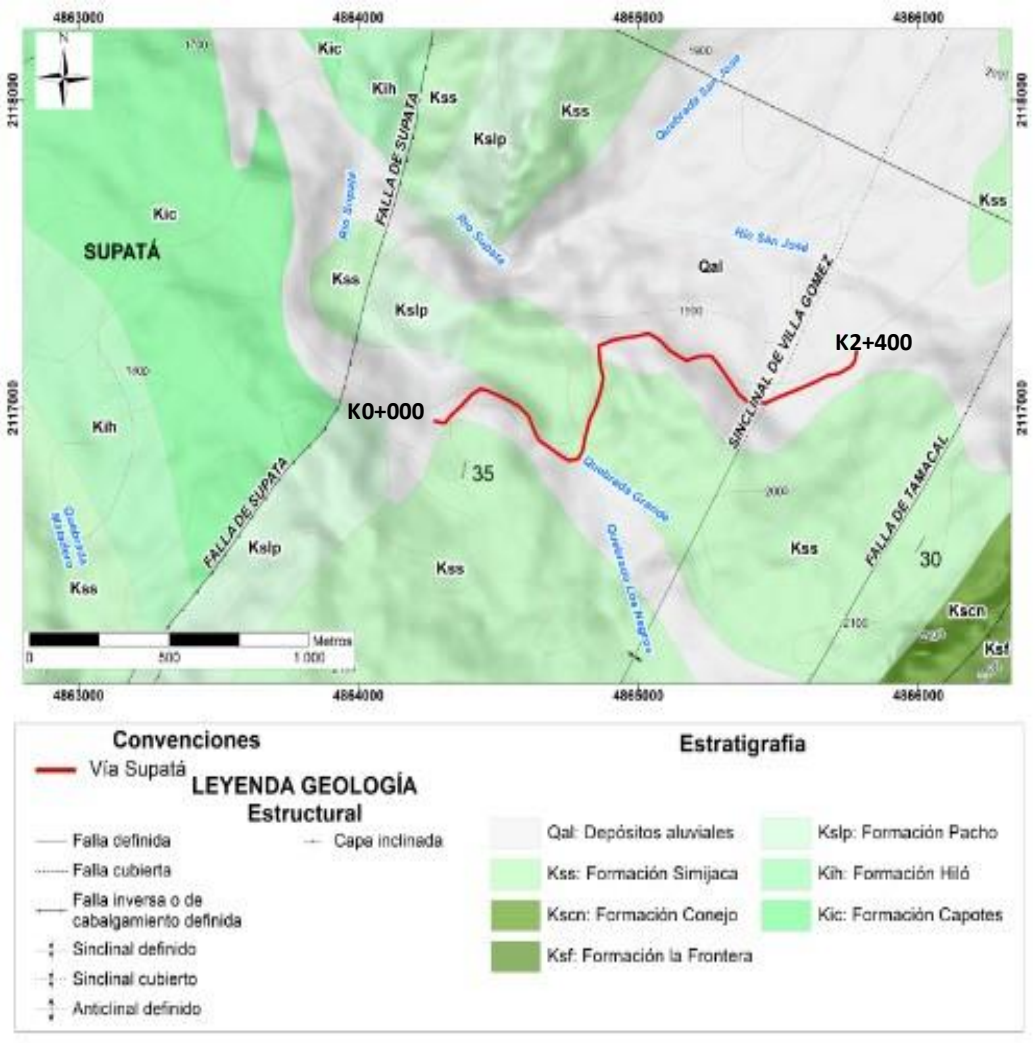
6. GEOLOGÍA

A partir del análisis de la información existente para el área de estudio, fundamentalmente la cartografía geológica y geomorfológica publicada por el SGC, se presenta la caracterización regional del corredor vial, incluidas en la plancha 208 – Villeta.

6.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El corredor vial, con dirección general de occidente a oriente, corta transversalmente el tren estructural regional, el cual, similar al de la mayor parte de la Cordillera Oriental, se orienta con dirección suroccidente-nororiente. La cartografía geológica de la plancha 208-Villeta (Ilustración 24), cubre una franja en la parte centro-occidental de la Cordillera, diferenciada entre las provinicas tectono-estratigráficas del Tequendama y la Sabana de Bogotá. La vía se sitúa sobre una estructura sinclinal, el sinclinal de Villa Gómez, flanqueado por dos fallas de cabalgamiento: al occidente la Falla de Supatá y al oriente la Falla de Tamacal, ambas con rumbo NE (a NNE para Supatá), y vergencia al occidente; el eje del sinclinal tiene también rumbo NE. La disposición estructructural estratigráfica es al sudeste, indicada por el mayor desarrollo de la vía en el flanco occidental del sinclinal.

Ilustración 24 Geología regional tramo Supatá – Pacho



Fuente: Elaboración propia sobre sector del mapa geológico de la plancha 208-Villeta (INGEOMINAS, 1998)

La secuencia litológica aflorante en el corredor vial, de acuerdo con plancha 208, corresponde a las Formaciones Simijaca (Kss, dominante), y Pacho (Kslp), al oriente. La mayor parte del corredor se cartografía constituido por extensos depósitos aluviales (Qal), que cubren el núcleo del sinclinal de Villa Gómez, en la zona de confluencia de afluentes del río Supatá, como los ríos San José y las quebradas Tamacal y Los Negros.

6.1.1 ESTRATIGRAFÍA

Se presenta a continuación la descripción de las unidades estratigráficas cartografiadas, de acuerdo con la descripción presentada en la memoria de la plancha 208-Villeta.

- **Formación Simijaca (Kss)**

"El nombre Formación Simijaca fue propuesto por Ulloa & Rodríguez (1991) para describir una sucesión de lodolitas y limolitas gris oscuras, con intercalaciones de arenitas de cuarzo, en parte arcillosas, que afloran en la quebrada Don Lope al sur de la población de Simijaca y en el área de Sutamarchán, paralela a la quebrada Morisco (Plancha 190 Chiquinquirá)."

La columna litoestratigráfica descrita dentro de la plancha 208-Villeta, al norte de Pacho, cerca de 18 km al noreste del eje del proyecto, describe los siguientes segmentos:

- *Segmento 1 (0-47 m): Lodolitas negras, en capas delgadas a medias, plano no paralelas, levemente ondulosas, con intercalaciones de arcillolitas negras.*
- *Segmento 2 (48-232 m): Aflora en forma parcial y se compone de lodolitas negras, plano no paralelas, con intercalaciones de arcillolitas físiles, negras, algunas moteadas de colores grises. Hacia la base de este segmento se presenta arenita de cuarzo, de grano fino, negra, en capas delgadas a medias, con intercalaciones de limolitas de cuarzo, negras, en capas delgadas a gruesas.*
- *Segmento 3 (233-271 m): Compuesto principalmente por arenita de cuarzo, de grano muy fino, negra a gris oscura, en capas medias a gruesas, plano paralelas, algunas bandeadas con intercalaciones de lodolita negra y limolita de cuarzo, en capas delgadas a gruesas, las cuales son más frecuentes hacia la base del segmento.*
- *Segmento 4 (271-432 m): Constituido por lodolitas negras, en capas plano no paralelas y plano paralelas, con intercalaciones de limolita de cuarzo, negras, en capas delgadas a medias y arenita muy fina, de cuarzo, negra, en capas medias a muy gruesas.*

Esta unidad se presenta interdigitada al suroriente de la Plancha 208, con niveles de la Formación Pacho. Su techo está trazado en el tope de una capa de lodolitas, que infrayacen en contacto concordante a lodolitas calcáreas y limolitas silíceas de la Formación La Frontera.

El contacto inferior se trazó en la base de una capa de lodolitas que suprayace una secuencia de limolitas silíceas y calcáreas de la Formación Hiló.

Etayo (1979) le asigna a esta unidad una edad Cenomaniano (Cretáceo medio, 100,5-93,9 millones de años)*; Martínez (1990) sugiere sedimentación de prodelta con importantes aportes terrígenos inmediatamente encima de la Formación Hiló (unidad infrayacente).*

- **Formación Pacho (Kslp)**

La cartografía de la plancha 208-Villeta, señala la Fm. Pacho constituida por una sucesión alternante de lodolitas y limolitas con esporádicas capas de arenitas finas. "*Ulloa (1982) utiliza el término de limolitas de Pacho para referirse a la secuencia que aflora en los alrededores del Municipio de Pacho. En este trabajo se utiliza el nombre y rango de Formación Pacho, en sentido informal, para designar esa misma unidad. La formación se presenta en forma extensa en el sector nororiental de la plancha y en menor grado en la parte suroriental.*"

El conjunto aflora claramente en los constados de la carretera que conduce de Pacho hacia La Palma, paralela al río Negro. En esa localidad hace parte del flanco oriental del Sinclinal de Villa Gómez; allí se levantó la sección estratigráfica de la parte superior y media del conjunto (segmento 2, 3, 4 y 5) y en el flanco oeste de la misma estructura se observó la sección de su parte inferior (segmento 1), debido a su mejor exposición. Con base en sus características litológicas se definen los siguientes segmentos:

- *Segmento 1 (0 – 85 m): Lodolitas negras con intercalaciones de limolitas de cuarzo negras, con laminación ondulosa paralela y no paralela, tanto en las lodolitas como en las limolitas.*
- *Segmento 2 (86 – 492 m): Compuesto por una secuencia alternante de limolitas de cuarzo, negras, en capas muy delgadas a muy gruesas, con laminación plana y ondulosa y arcillolitas gris oscuro a negro, con laminación ondulosa. Se observan además esporádicos niveles de arenitas de grano fino, grises, en capas delgadas a medias.*
- *Segmento 3 (493 – 539 m): Lodolitas silíceas negras, en capas muy delgadas a medias, laminadas, plano paralelas, con presencia de arenitas de cuarzo, de grano muy fino, gris claro a oscuro, en capas delgadas a muy gruesas, paralelas, con contactos irregulares, los cuales muesrran aumento en el espesor y el número de capas de arenita hacia el tope.*
- *Segmento 4 (540 – 949 m): Cubierto en gran porcentaje. En afloramientos aislados se observa que consiste en lodolitas negras, en capas delgadas a muy gruesas, con laminación ondulosa paralela, con intercalaciones importantes de limolitas de cuarzo, negras, en capas muy delgadas a medias, ondulosas paralelas. Se presentan también esporádicas arenitas de cuarzo, de grano fino, en capas de hasta 2 m de espesor, y arcillolitas negras, en capas de hasta 5 m.*
- *Segmento 5 (950 – 1.015 m): Conformado por areniscas de cuarzo, de grano muy fino, en capas medias a muy gruesas, ondulosas, plano paralelas, con contactos irregulares, estratificación flases y bioturbación e intercalaciones de lodolitas grises oscuras, con laminación lenticular y limolitas de cuarzo, negras, plano paraleas; además de arcillolitas negras, en capas delgadas a muy delgadas.*

Con base en fauna colectada (Royo y Gómez, 1941, en INGEOMINAS, 1998), en la zona en que se levantó la sección descrita, se le asigna a la Fm. Pacho edad Albiano (Cretáceo medio, 113 – 10,5 millones de años).

- **Depósitos aluviales (Qal)**

En general los depósitos aluviales se presentan pobremente descritos en las cartografías regionales. Para la plancha 208-Villeta, la memoria describe los aluviones a lo largo de las principales corrientes, como las del río o quebrada San José, dispuestos como terrazas bajas, conformadas por cantos subredondeados de diferentes tamaños, en matriz arcillosa.

6.1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Dentro de las provincias tentono-estratigráficas en que se divide la plancha 208-Villeta, las más amplia y central, entre las provincias de Guaduas, al occidente, hacia el río Magdalena, y la oriental, la Sabana de Bogotá, está el Anticlinorio de Villeta, limitado al occidente por la Falla de Bituima y al oriente por la Falla de Tamacal (suroriente) y la Falla del río Batán (al nororiente). El Anticlinorio de Villeta se caracteriza por un mosaico de franjas de sedimentitas cretáceas, limitadas por fallas inversas con rumbo sur-norte y noreste-suroeste e inclinación preferencial al oriente (vergencia al occidente), con pliegues alternados, en su mayoría de poca longitud (máximo 10 km), usualmente truncados por fallas (INGEOMINAS, 1998).

Se presenta la descripción de las estructuras aflorantes en la zona de estudio (ver Ilustración 24).

- **Falla de Supatá**

La Falla de Supatá está localizada en los alrededores del Municipio de Supatá; es una falla de cabalgamiento con vergencia hacia el occidente y dirección que varía desde N25°E hasta N-S. Evidencias de campo dentro de la plancha 208, indican fuerte componente lateral, mayormente dextral, aunque también sinestral, al sur, sobre la carretera Supatá – La Vega (INGEOMINAS, op. cit.).

- **Sinclinal de Villa Gómez**

El Sinclinal de Villa Gómez es un pliegue que se extiende desde la población de Villa Gómez (al norte), hacia la población de Pacho (se continúa al sur hasta el la latitud de Supatá)*. Es una estructura simétrica, cuyo eje es de dirección N-S y termina al sur contra la Falla de Tamacal y al norte contra una falla, que además, interrumpe el flanco oriental. Este pliegue se encuentra afectado en su flanco occidental por la Falla de Supatá y está conformado por rocas de las formaciones Pacho y Simijaca.*

- **Falla de Tamacal**

La Falla de Tamacal se ubica en el extremo sur oriental de la población de Pacho (y Supatá)*; es una falla de cabalgamiento, con plano inclinado hacia el suroriente; esta estructura tiene dirección que varía desde N30°E hasta N70°E. Esta falla es la más septentrional de un sistema imbricado de cabalgamientos, de vergencia hacia el noroccidente.*

6.2 GEOLOGÍA LOCAL

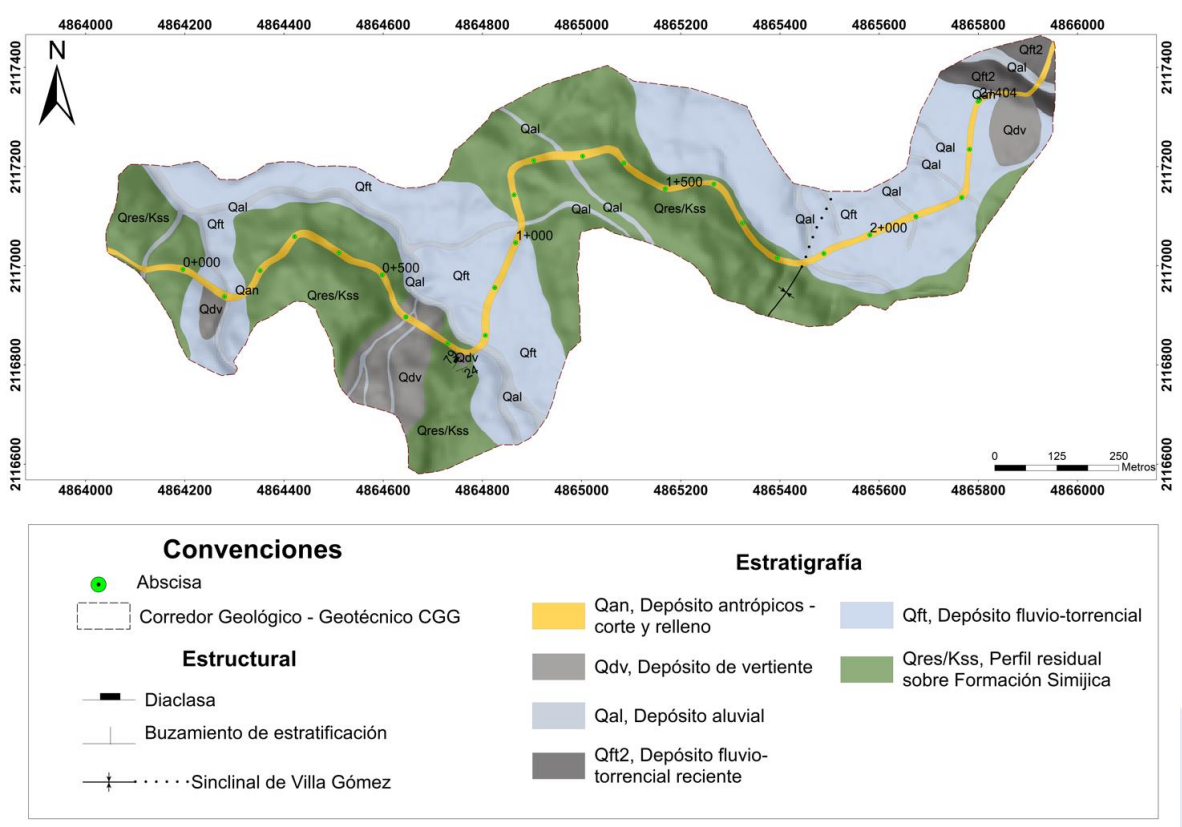
Los contrastes del relieve marcan la diferenciación entre el basamento rocoso, homogéneo, desarrollado sobre sedimentitas cretáceas blandas: las Formaciones Simijaca (Kss) y Pacho (Kslp), de las cuales solo aflora la Fm. Simijaca dentro del corredor vial, como roca meteorizada y amplios depósitos fluvio-torrenciales (Qft), que cubren los valles de las quebradas La Palma y Grande, y el río San José, al norte del tramo vial (K2+550 aproximadamente). A continuación, se relaciona la distribución de roca y depósitos a lo largo del corredor vial:

- K0 – K0+020: Kss
- K0+020 – K0+140: Qft (K0+100 Q. La Palma)
- K0+140 – K0+570: Kss
- K0+570 – K0+670: Qdv (puntualmente Qal arroyos)

- K0+670 – K0+740: Kss
- K0+740 – K1+030: Qft (K0+750-K0+790 Qal quebrada Grande)
- K1+030 – K1+850: Kss (Qal Localizados)
- K1+850 – K2+404: Qft (Qal localizados)

En la ilustración 1 puede apreciarse el plano geológico local:
Los afloramientos de la Formación Simijaca (Kss), como basamento en el corredor vial, son escasos, constituidos predominantemente por lutitas meteorizadas, con intercalaciones de limolitas. En los registros de los sondeos adelantados, como el S1, en el talud interior del sector inestable del K0+150, y en los del puente de la Q. Grande (K0+750), se aprecian espesores del horizonte superficial, suelo residual y saprolito, de entre 4 y 6 m, infrayacidos por roca entre alta y moderadamente meteorizada (IIA-IIB de Deere y Patton), entre 4 y 16 m, con roca débilmente meteorizada (II de Dearman), por debajo de los 16 m, hasta los 20 m alcanzados en los sondeos puente Q. Grande.
Las fallas diferenciadas en el marco regional, Tamacal y Supatá, no se evidencian en el corredor vial. El catálogo de fallas activas del SGC no las considera con actividad tectónica reciente, como la mayoría de fallas S-N del interior de la cordillera Oriental. La influencia del tectonismo en la vía se refleja en el plegamiento y fracturamiento del macizo rocoso, que tiende a ser marcado en rocas débiles, como lo son las lutitas, predominantes en el área.

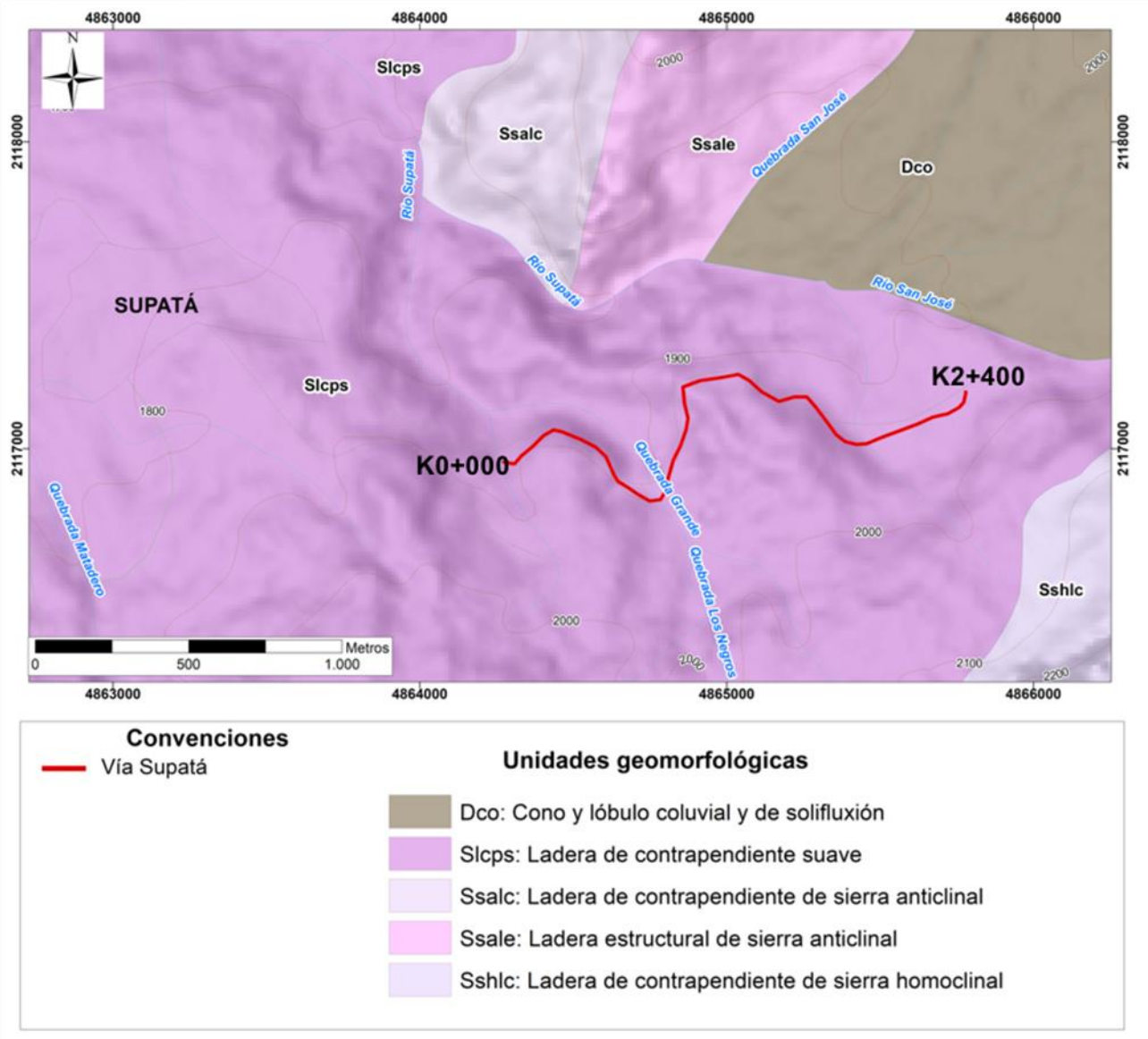
Ilustración 25. Geología del corredor geotécnico Supatá



6.3 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La cartografía geomorfológica de la plancha 208-Villeta (SGC-UPTC, 2018), como se aprecia en la Ilustración 26, indica el dominio de la unidad geomorfológica de ladera de contrapendiente suave (Slcps). Las unidades de ambiente morfogenético estructural, como lo es Slcps, dominan ampliamente la extensión de la plancha 208 (con algo más del 86%). Si bien no se cartografía dentro del corredor vial, se diferencia la unidad geomorfológica de cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco), hacia el valle en la confluencia del río y la quebrada San José.

Ilustración 26 Geomorfología regional tramo Supatá-Pacho



Fuente: Elaboración propia sobre sector del mapa geomorfológico de la plancha 227-La Mesa (SGC-UPTC, 2018)

- **Ladera de contrapendiente suave (Slcps)**

Se presenta como una superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por estratos dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno alcanzado una longitud de hasta 3.500 m. La particularidad de esta geoforma radica en que predomina la pendiente inclinada con rangos entre los 6° y 10°, seguida de la pendiente muy inclinada con rango entre los 11° y 15°, tiene un patrón de drenaje subdendrítico a subparalelo (figura 22). Sobre esta unidad se han cartografiado movimientos de tipo reptación de suelos.

En el sector de Supatá y en el corredor vial, se desarrolla sobre sedimentitas cretáceas de las Formaciones Simijaca y Pacho.

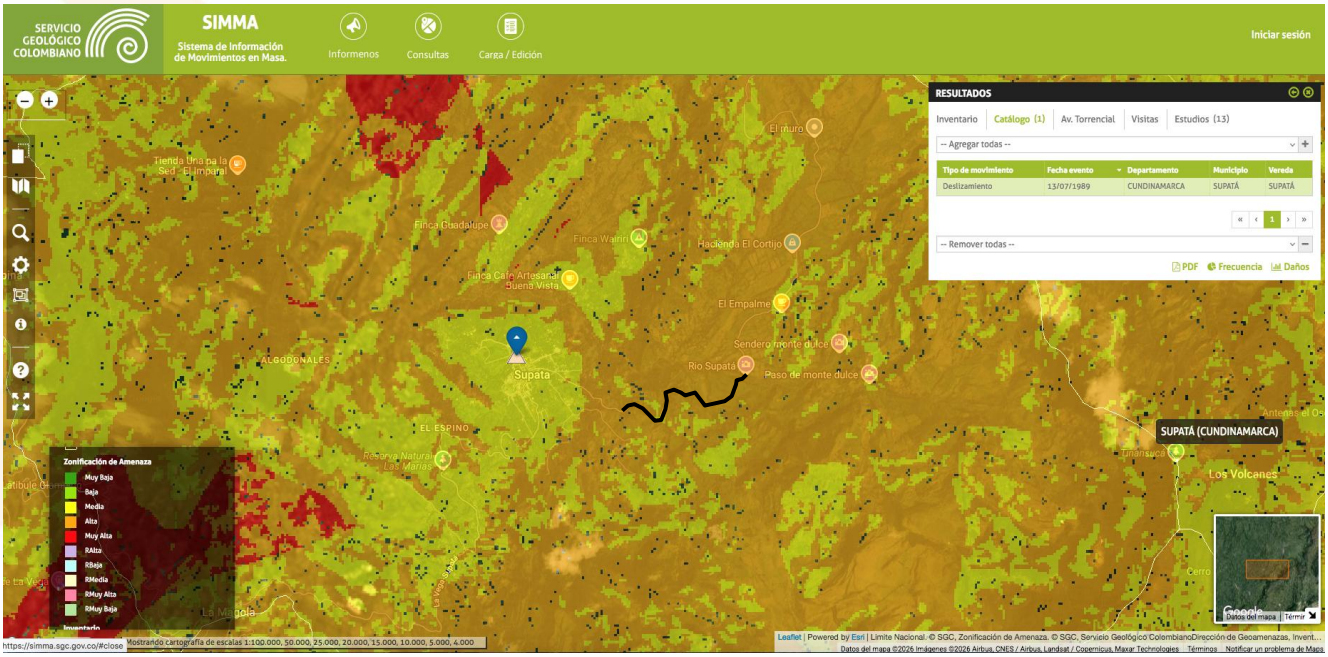
- **Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)**

Esta unidad se presenta en forma de cono o de lóbulos de morfología alomada baja. Los rangos de pendientes oscilan entre los 10° y 15° inclinada a muy inclinada. Su origen está relacionado con procesos de transporte y depositación de materiales provenientes de las partes altas y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados sufren retrabajamiento, presenta un patrón de drenaje de subdendrítico a subparalelo.

6.4 AMENAZA POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

El mapa nacional de amenaza por procesos de remoción en masa del SIMMA (Sistema de Informción de Movimientos en Masa), del SGC, cataloga la amenaza en el corredor vial en su mayoría como alta (color naranja en Ilustración 27), con cortos tramos en la vertiente, así como el casco urbano de Supatá, en amenaza baja (corlor verde). El inventario de eventos de procesos de remoción en masa del mismo catálogo, solo registra un deslizamiento en el centro poblado de Supatá, como se puede observar en la misma ilustración. Esto se explica porque estos reportes son de tipo estadístico, fundamentalmente reconocidos por su afectación a pobladores, más no a la infraestructura, a no ser que la importancia, por ejemplo en vías, sea alta.

Ilustración 27 Zonificación de amenaza por movimientos en masa. Se señala en negro el tramo vial en estudio



Fuente: Elaboración propia sobre https://simma.sgc.gov.co/#/public/results/

7. TRABAJOS DE CAMPO

Para adelantar los análisis geotécnicos se requiere efectuar exploraciones directas (sondeos y barrenos), exploración indirecta (geofísica), ensayos "in situ" y ensayos de laboratorio, los cuales se cuantificaron y localizaron en un documento aparte denominado Plan de Exploración, revisado y aprobado por parte de Interventoría.

7.1 EXPLORACIÓN DIRECTA DEL SUBSUELO

Para la determinación de las propiedades índices y geomecánicas de los materiales fue necesario la recolección y toma de muestras para que sean ensayadas, ya sea en campo o en laboratorio. De esta manera, se implementó una exploración geotécnica que cumpla con los requerimientos técnicos y con las especificaciones avaladas por el INVIAS para este tipo de estudio, en especial las buenas prácticas y los requisitos planteados por el Código Colombiano de Puentes CCP-14, tanto para la determinación de las propiedades y parámetros de campo; así como para los sondeos, apiques y trincheras que sean necesarios implementar para lograr la caracterización de los materiales.

Los sondeos se realizaron por los métodos de percusión y avance con lavado hasta la profundidad indicada, así como métodos por lavado. Además, se efectuaron las pruebas de campo como Ensayos de Penetración Estándar (SPT: Por sus siglas en Ingles), en los materiales donde sus características mecánicas lo permitieron (suelos friccionante, gravas, arenas y finos, de consistencia mecánica de medianamente firme a dura) y Shelby (SH).

En el programa de exploración directa se realizó la ejecución de 18 sondeos localizados a lo largo del corredor.

La profundidad de ejecución de estos fue de entre 10.0m a 20.0m de profundidad. Se encontró nivel freático en 13 de los 18 sondeos.

A continuación, se presenta la localización de los sondeos ejecutados sobre el corredor:

Ilustración 28 Localización de sondeos.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth ©

En la Tabla 5 , se presenta la ubicación y coordenadas de los sondeos ejecutados en el corredor.

Tabla 5Localización de sondeos

Sondeo	Longitud	Latitud	Profundidad (m)
Supatá S1	74° 13' 28.19" O	5° 3' 25.98" N	10.0
Supatá S2	74° 13' 26.73" O	5° 3' 28.08" N	10.0
Supatá S3	74° 13' 23.72" O	5° 3' 29.45" N	10.0
Supatá S4	74° 13' 20.42" O	5° 3' 28.49" N	10.0
Supatá S5	74° 13' 18.07" O	5° 3' 25.69" N	10.0
Supatá S6	74° 13' 15.60" O	5° 3' 23.32" N	10.0
Supatá S7	74° 13' 12.14" O	5° 3' 24.68" N	10.0
Supatá S8	74° 13' 11.01" O	5° 3' 28.08" N	10.0
Supatá S9	74° 13' 10.14" O	5° 3' 31.37" N	10.0
Supatá S10	74° 13' 8.10" O	5° 3' 35.29" N	10.0
Supatá S11	74° 13' 5.41" O	5° 3' 35.00" N	10.0
Supatá S12	74° 13' 1.40" O	5° 3' 33.37" N	10.0
Supatá S13	74° 12' 57.77" O	5° 3' 32.76" N	10.0
Supatá S14	74° 12' 54.09" O	5° 3' 28.82" N	10.0
Supatá S15	74° 12' 49.81" O	5° 3' 28.72" N	10.0

Sondeo	Longitud	Latitud	Profundidad (m)
Supatá S16	74° 12' 43.97" O	5° 3' 31.15" N	10.0
Puente Supatá S1	74° 13' 13.54" O	5° 3' 22.09" N	20.0
Puente Supatá S2	74° 13' 12.27" O	5° 3' 22.94" N	20.0

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los sondeos presentados en el presente informe geotécnico se encuentran referenciados al abscisado definitivo correspondiente al eje del diseño geométrico del proyecto, con el fin de mantener coherencia con la información técnica empleada para el desarrollo de los análisis y recomendaciones. No obstante, es importante señalar que durante la etapa de campo las perforaciones fueron localizadas con base en un abscisado preliminar obtenido a partir de la información cartográfica generada en Google Earth mediante un archivo KMZ utilizado en la fase inicial de diagnóstico. En consecuencia, los formatos de campo y registros originales de perforación pueden presentar diferencias en la identificación del abscisado respecto al consignado en el presente informe, situación que obedece exclusivamente al ajuste posterior derivado del levantamiento topográfico y la definición del eje definitivo del proyecto, sin que ello implique modificación en la ubicación real de los sondeos ejecutados.

En el ANEXO 1 REGISTROS DE PERFORACIÓN, se presentan los perfiles de campo de la ejecución de sondeos ejecutada para el tramo.

7.2 EXPLORACIÓN INDIRECTA DEL SUBSUELO

Con el propósito de complementar la información obtenida mediante la exploración directa y lograr una caracterización continua de las condiciones geotécnicas del subsuelo a lo largo del corredor, se implementó un programa de exploración indirecta basado en métodos geofísicos no invasivos. Estos métodos permiten estimar la distribución espacial de las propiedades dinámicas y estratigráficas del terreno, proporcionando información sobre la geometría de las unidades geológicas, la profundidad del material competente y la variación lateral de las condiciones del subsuelo.

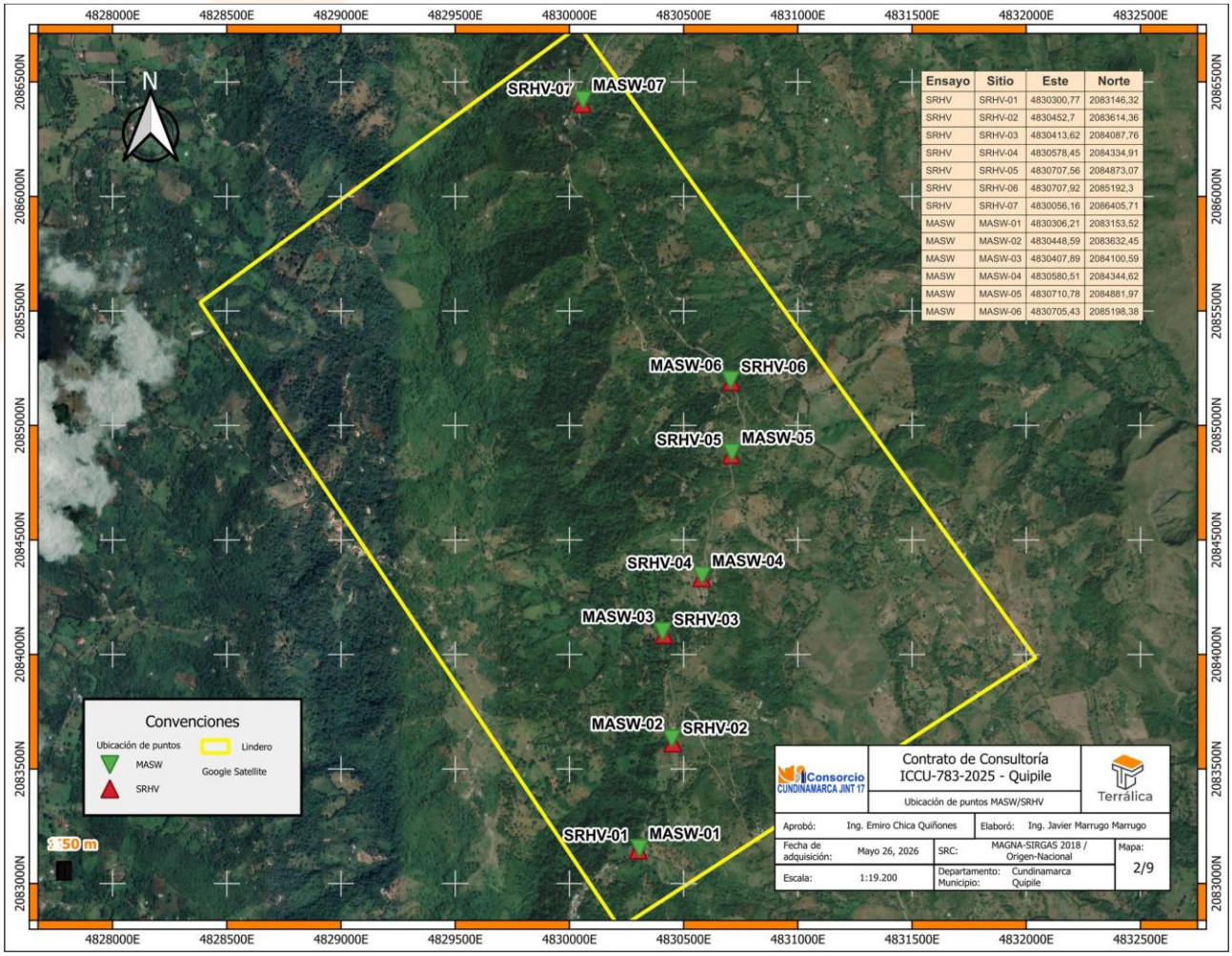
Para el presente estudio se emplearon los métodos de Tomografía de Refracción Sísmica (TRS) y Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW), técnicas ampliamente utilizadas en estudios geotécnicos por su capacidad para determinar la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno. La Tomografía de Refracción Sísmica permitió definir la distribución de velocidades de onda P (Vp), facilitando la identificación de interfaces geológicas, zonas meteorizadas y el espesor de los diferentes estratos. Por su parte, el método MASW permitió obtener los perfiles de velocidad de onda de corte (Vs), parámetro fundamental para la evaluación de la rigidez dinámica de los materiales, la clasificación sísmica del sitio y la determinación de parámetros geotécnicos de diseño.

El programa de exploración indirecta contempló la ejecución de 7 líneas geofísicas, distribuidas estratégicamente a lo largo del corredor en sectores representativos de las condiciones geológicas y geotécnicas identificadas durante la etapa de reconocimiento y exploración directa. La longitud y disposición de cada línea fueron definidas de acuerdo con las características del terreno y los objetivos específicos de la investigación.

Los resultados obtenidos mediante la interpretación conjunta de los métodos TRS y MASW fueron correlacionados con la información proveniente de los sondeos, ensayos de campo y resultados de laboratorio, permitiendo mejorar el modelo geotécnico del subsuelo y reducir la incertidumbre en la caracterización de las unidades presentes a lo largo del corredor.

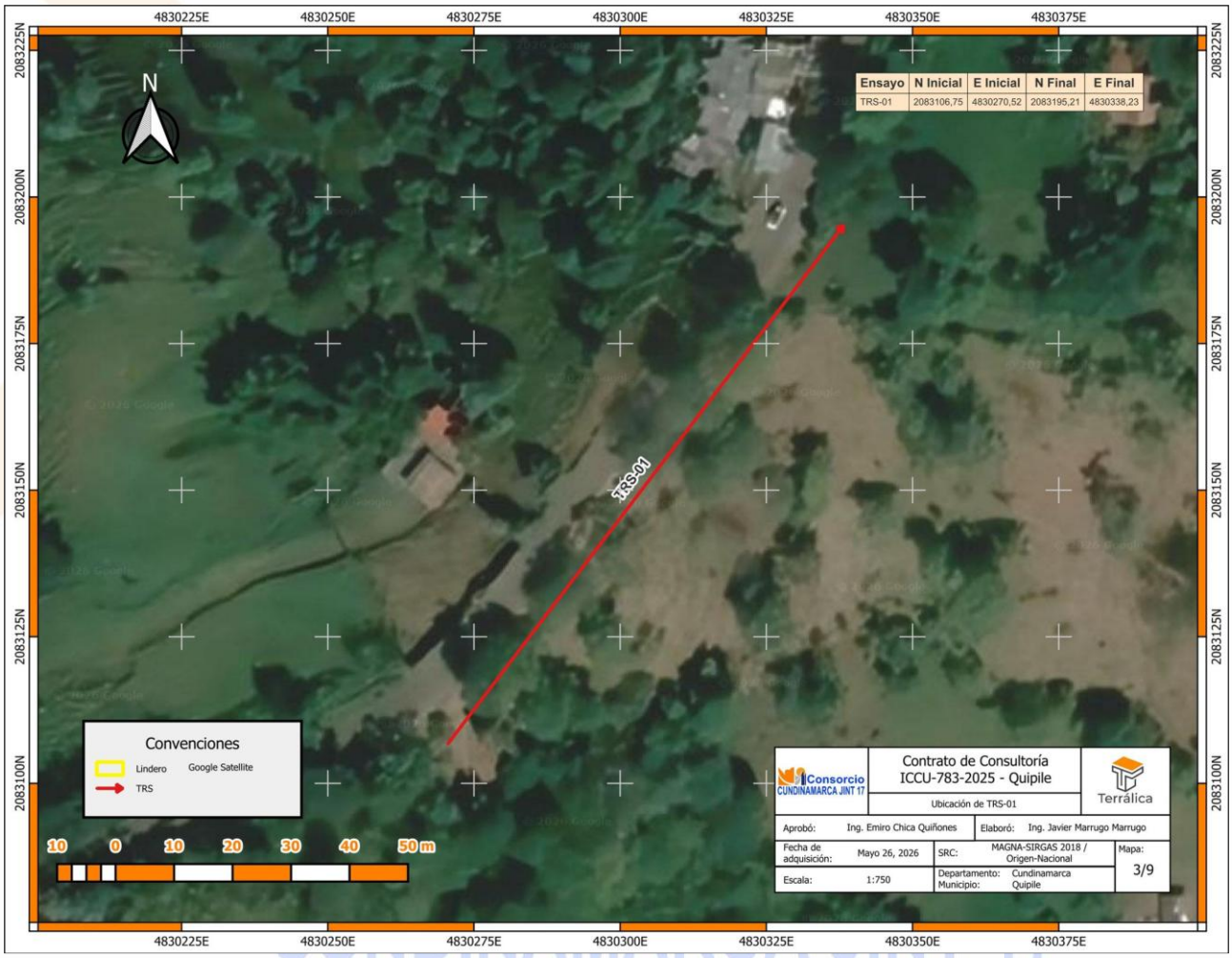
En la Ilustración 29 Localización de líneas geofísicas, se presenta la ubicación de las líneas de Tomografía de Refracción Sísmica (TRS) y Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW) ejecutadas durante el desarrollo del estudio.

Ilustración 29 Ubicación líneas sísmicas.



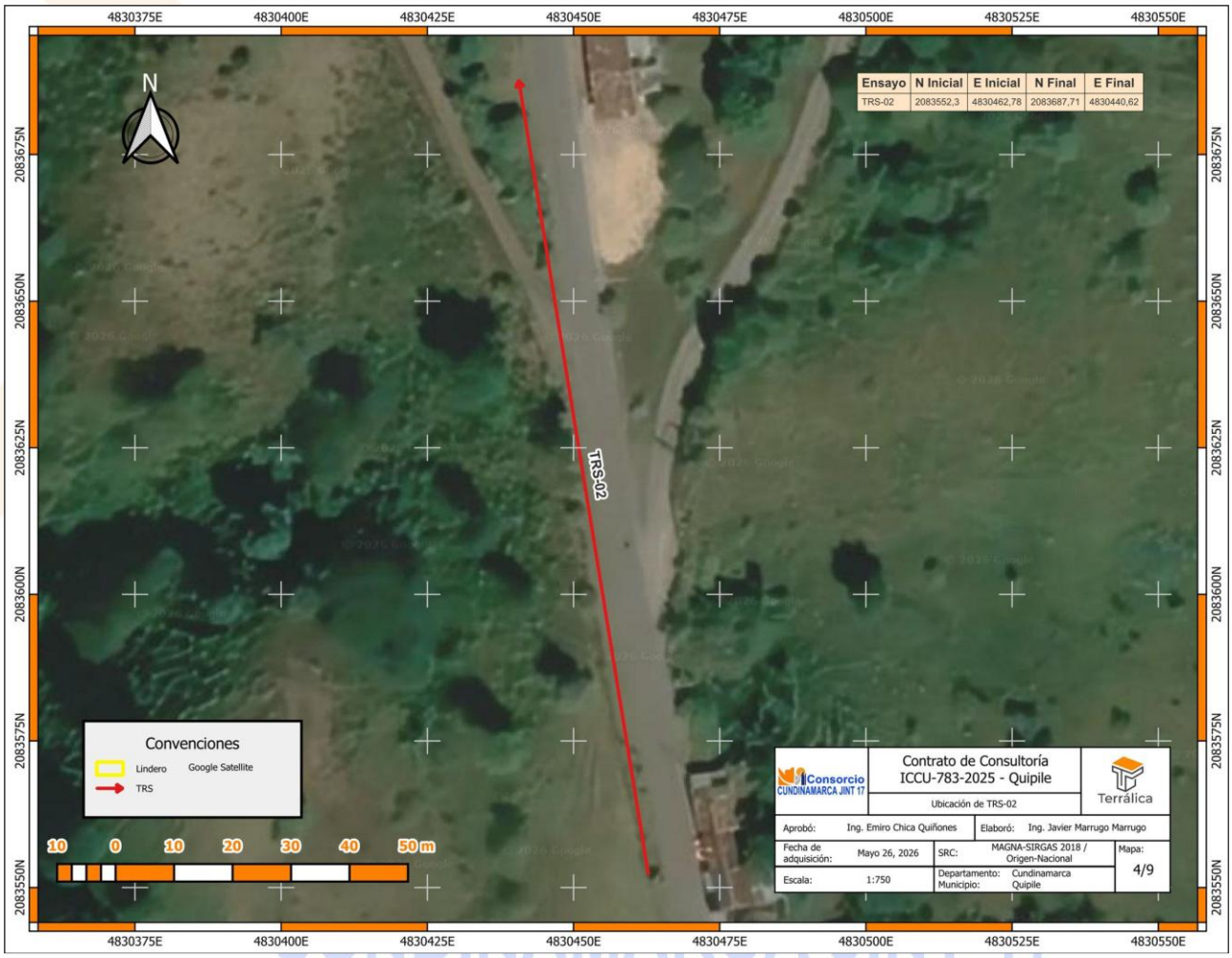
Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 30 Ubicación de TRS-01.



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 31 Ubicación de TRS-02



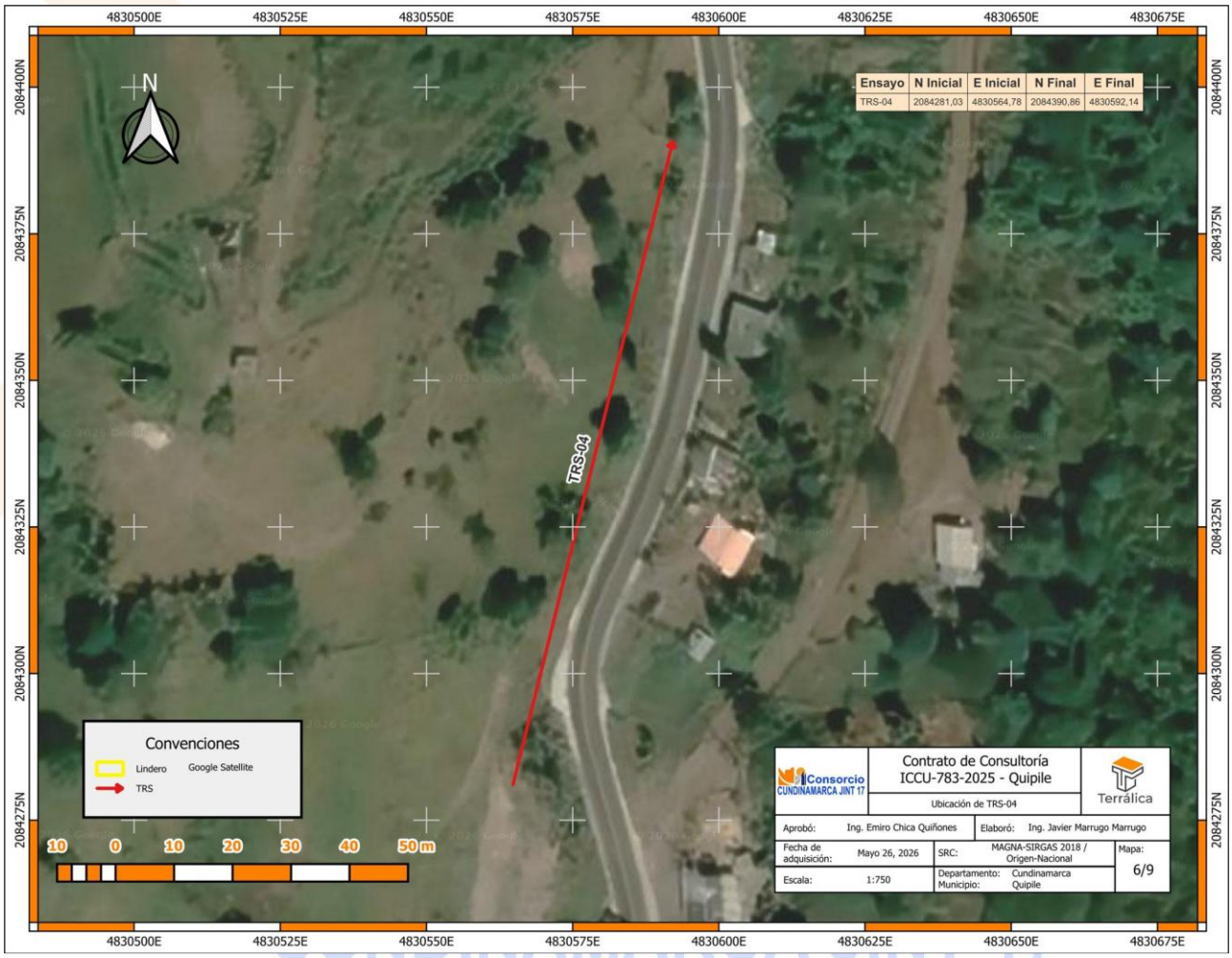
Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 32 Ubicación de TRS-03



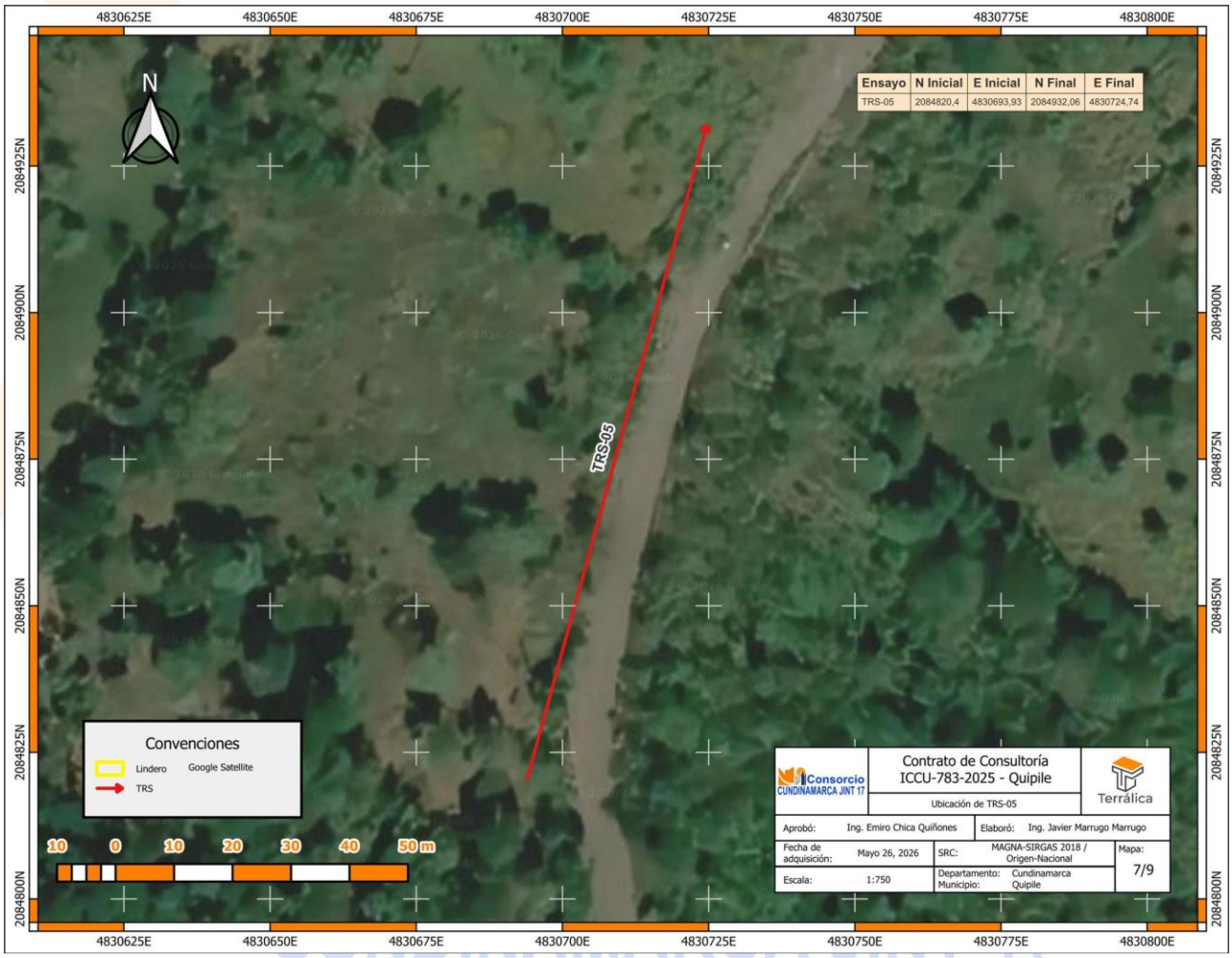
Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 33 Ubicación de TRS-04



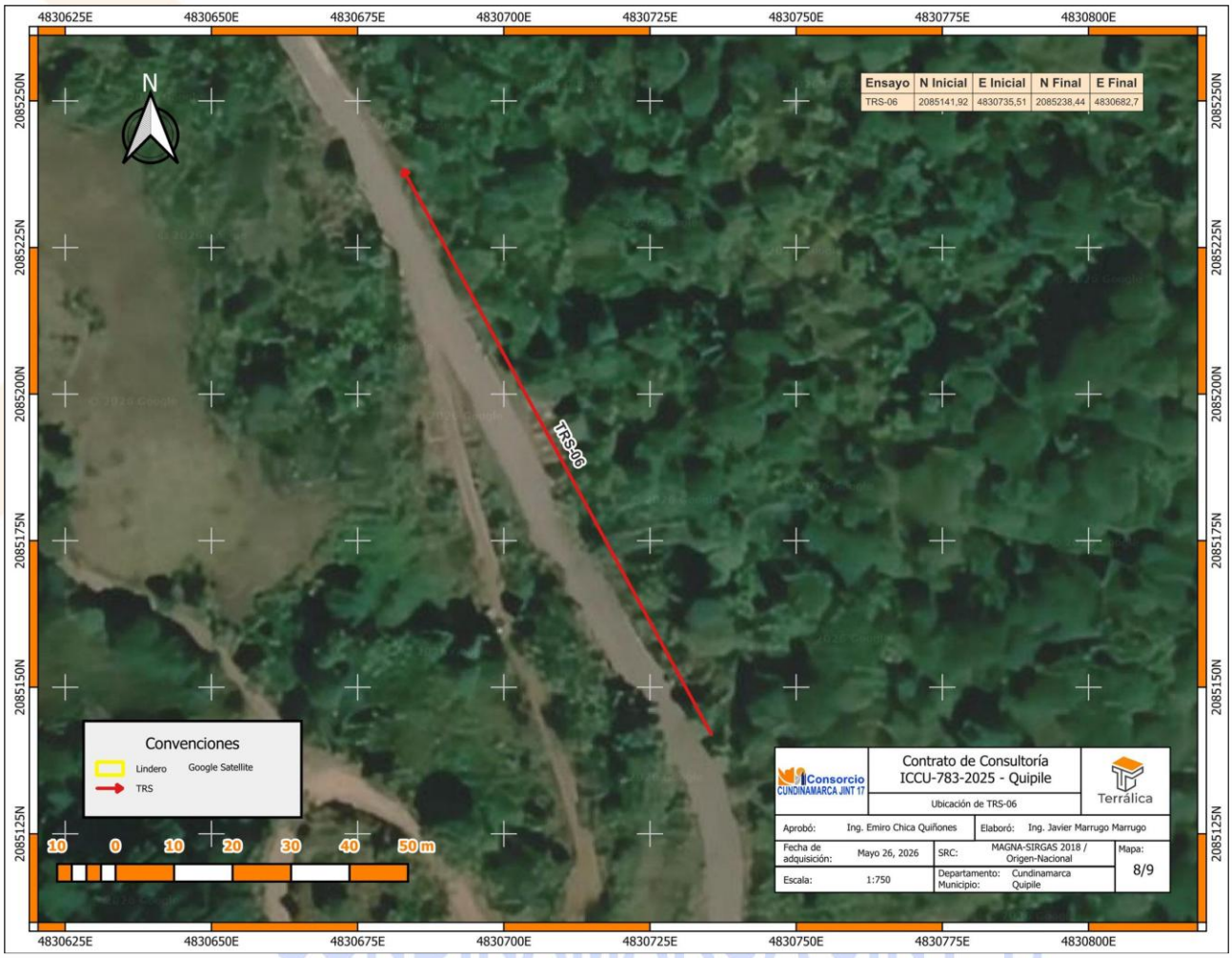
Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 34 Ubicación de TRS-05



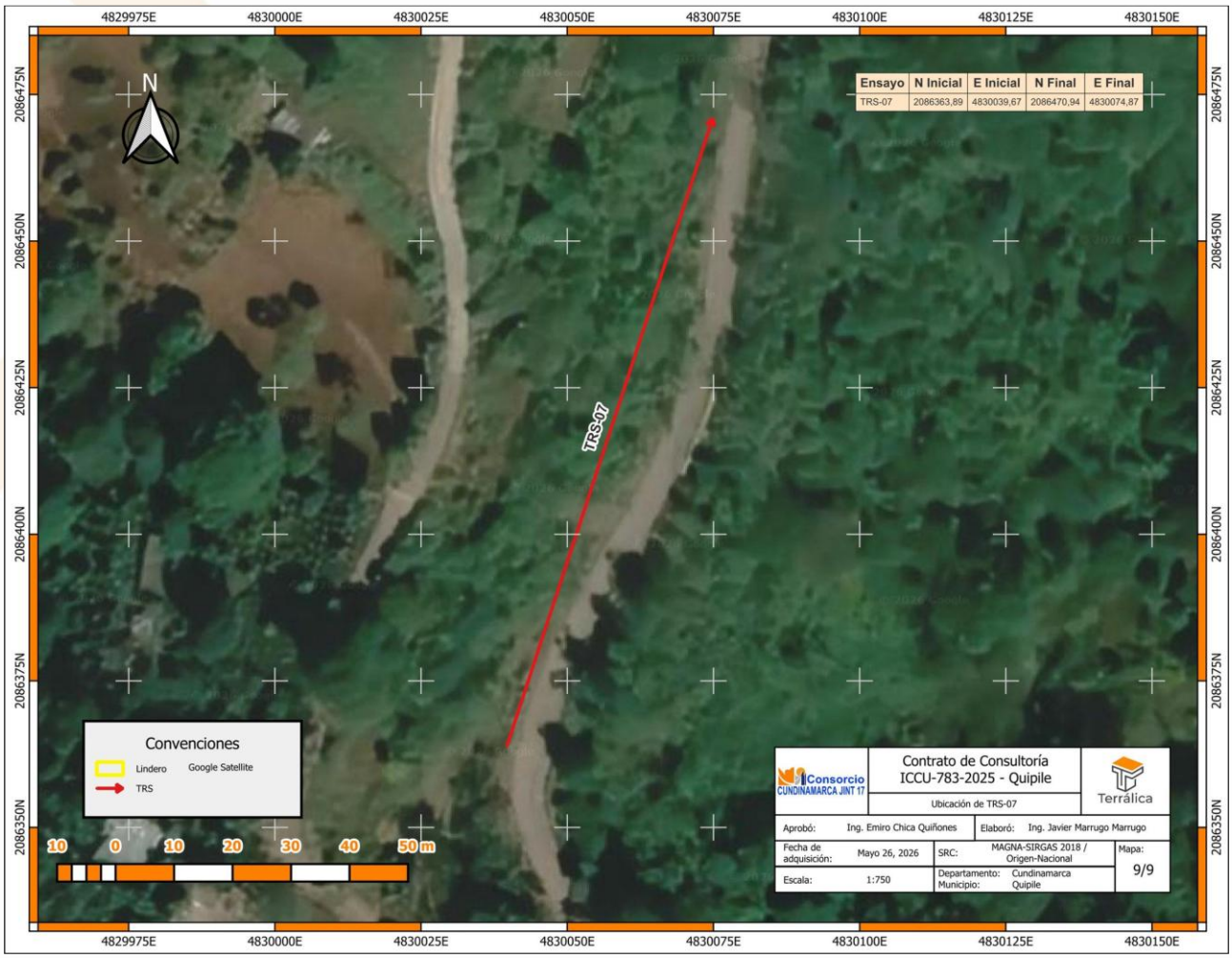
Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 35 Ubicación de TRS-06



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 36 Ubicación de TRS-07



Fuente: Informe Final de Geofísica

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las líneas de exploración geofísica ejecutadas mediante los métodos de Tomografía de Refracción Sísmica (TRS) y Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW). Para cada línea se incluyen los principales productos derivados del procesamiento e interpretación de la información adquirida en campo, tales como las curvas de dispersión, los perfiles de velocidad de onda de corte (Vs), la estimación de parámetros geomecánicos, la clasificación del terreno a partir del parámetro Vs30, los resultados del análisis HVSR, así como la correlación con los ensayos de penetración estándar (SPT) ejecutados en los sondeos cercanos. La integración de estos resultados permitió validar la caracterización estratigráfica del subsuelo, identificar las variaciones laterales de las propiedades mecánicas de los materiales y complementar la información obtenida mediante la exploración directa, proporcionando un modelo geotécnico más representativo del corredor objeto de estudio.

Ilustración 37 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-01

Módulos Geotécnicos | Contrato Consultoria ICCU-783-2025, Quipile, Cundinamarca — MASW-07

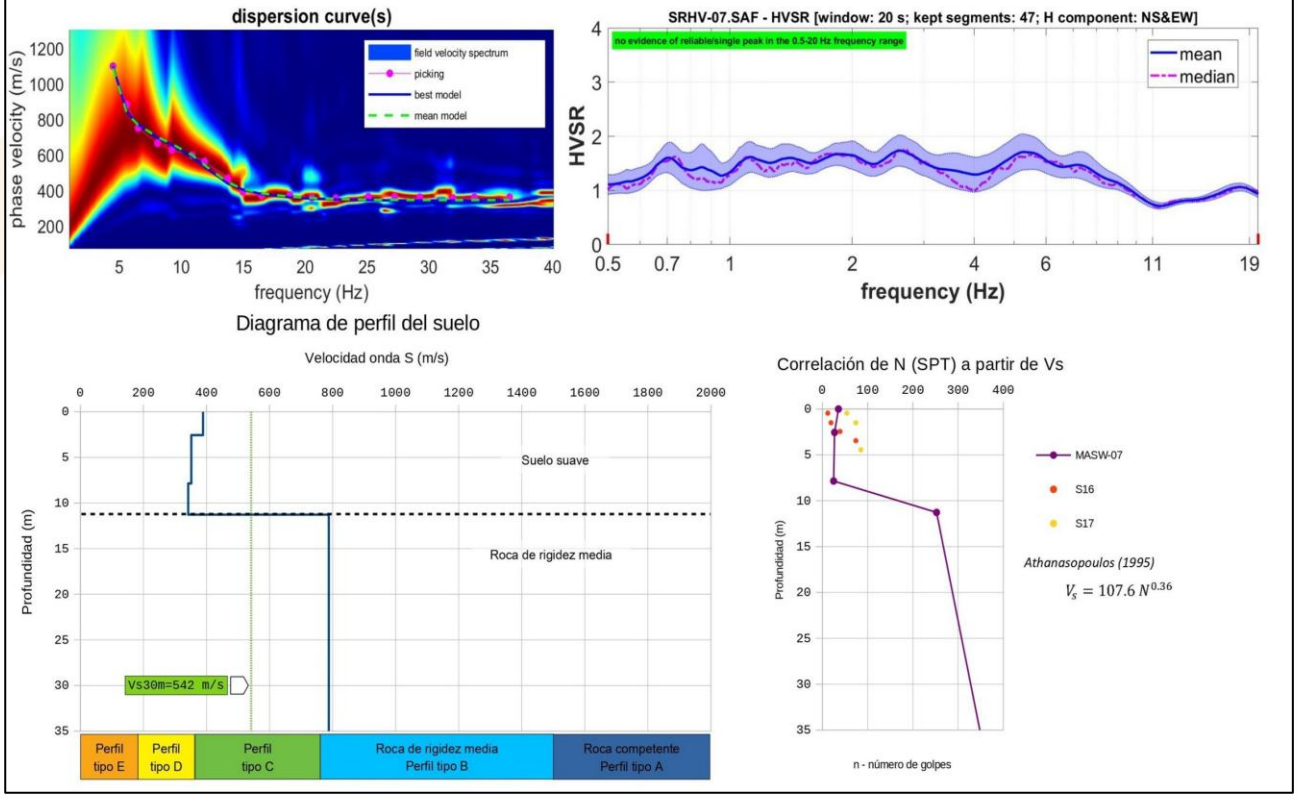
Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Velocidad onda P (m/s)	Velocidad onda S (m/s)	Densidad (kg/m³)	N	Coeficiente Poisson	Módulo cortante (Mpa)	Módulo de Young (Mpa)	Módulo Bulk (Mpa)
0.0	0.0	810	389	2020	36	0.35	306	825	1,325
-2.6	2.6	582	352	1990	27	0.21	247	597	674
-7.9	7.9	671	342	1980	25	0.32	232	613	891
-11.3	11.3	1,870	788	2210	252	0.39	1,372	3,821	7,728
-35.1	35.1	1,610	885	2240	348	0.28	1,754	4,504	5,806
-57.6	57.6	2,465	1038	2290	543	0.39	2,467	6,870	13,915

Vs30m

Capa	Profundidad (m)	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	2.6	2.6	389
2	7.9	5.3	352
3	11.3	3.4	342
4	30.0	18.7	788

Vs30m=542 m/s

Perfil suelo muy denso o roca blanda: tipo C



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 38 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-02

Módulos Geotécnicos | Contrato Consultoria ICCU-783-2025, Quipile, Cundinamarca — MASW-01

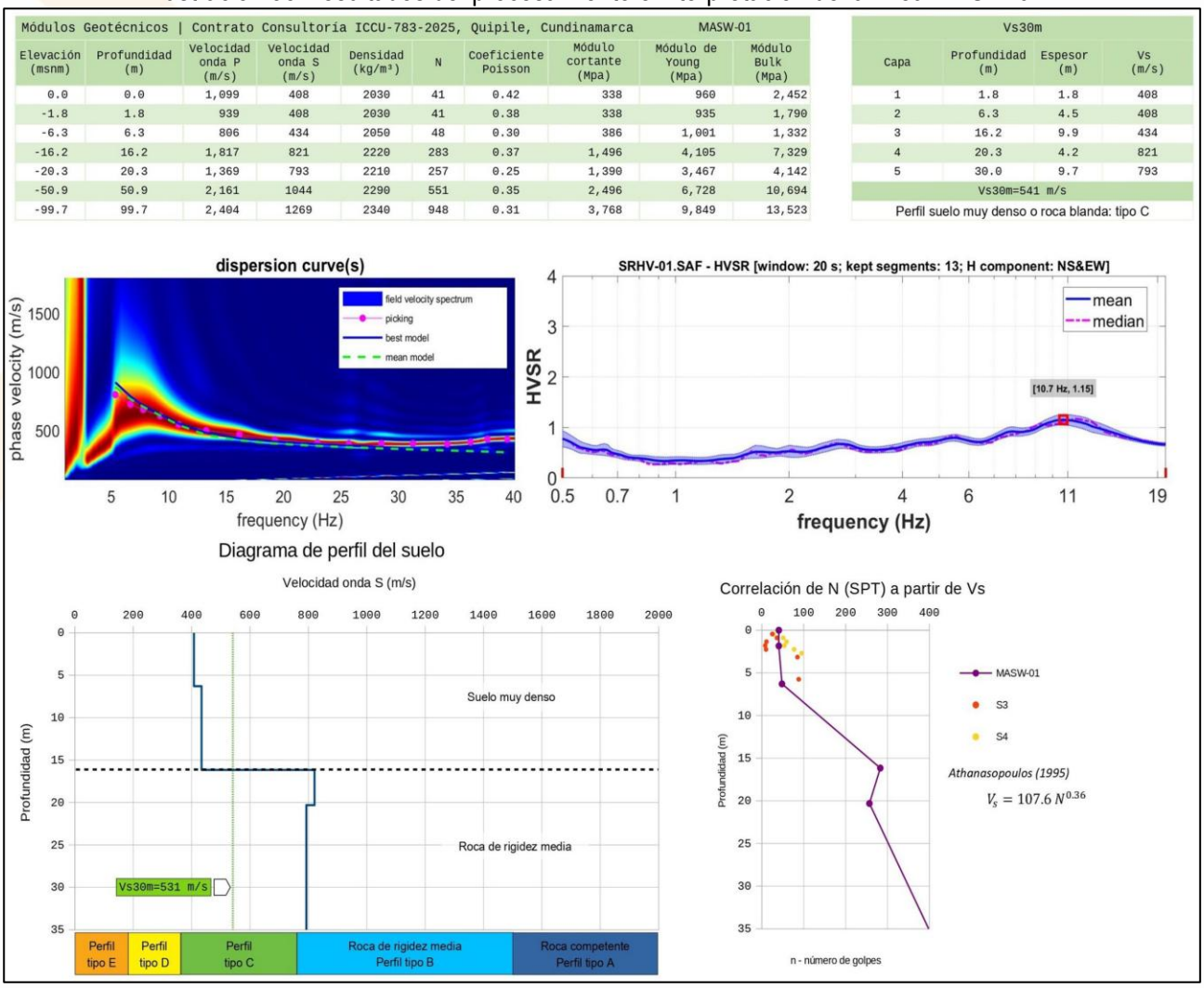
Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Velocidad onda P (m/s)	Velocidad onda S (m/s)	Densidad (kg/m³)	N	Coeficiente Poisson	Módulo cortante (Mpa)	Módulo de Young (Mpa)	Módulo Bulk (Mpa)
0.0	0.0	1,099	408	2030	41	0.42	338	960	2,452
-1.8	1.8	939	408	2030	41	0.38	338	935	1,790
-6.3	6.3	806	434	2050	48	0.30	386	1,001	1,332
-16.2	16.2	1,817	821	2220	283	0.37	1,496	4,105	7,329
-20.3	20.3	1,369	793	2210	257	0.25	1,390	3,467	4,142
-50.9	50.9	2,161	1044	2290	551	0.35	2,496	6,728	10,694
-99.7	99.7	2,404	1269	2340	948	0.31	3,768	9,849	13,523

Vs30m

Capa	Profundidad (m)	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	1.8	1.8	408
2	6.3	4.5	408
3	16.2	9.9	434
4	20.3	4.2	821
5	30.0	9.7	793

Vs30m=541 m/s

Perfil suelo muy denso o roca blanda: tipo C



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 39 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-03

Módulos Geotécnicos | Contrato Consultoría ICCU-783-2025, Quipile, Cundinamarca — MASW-02

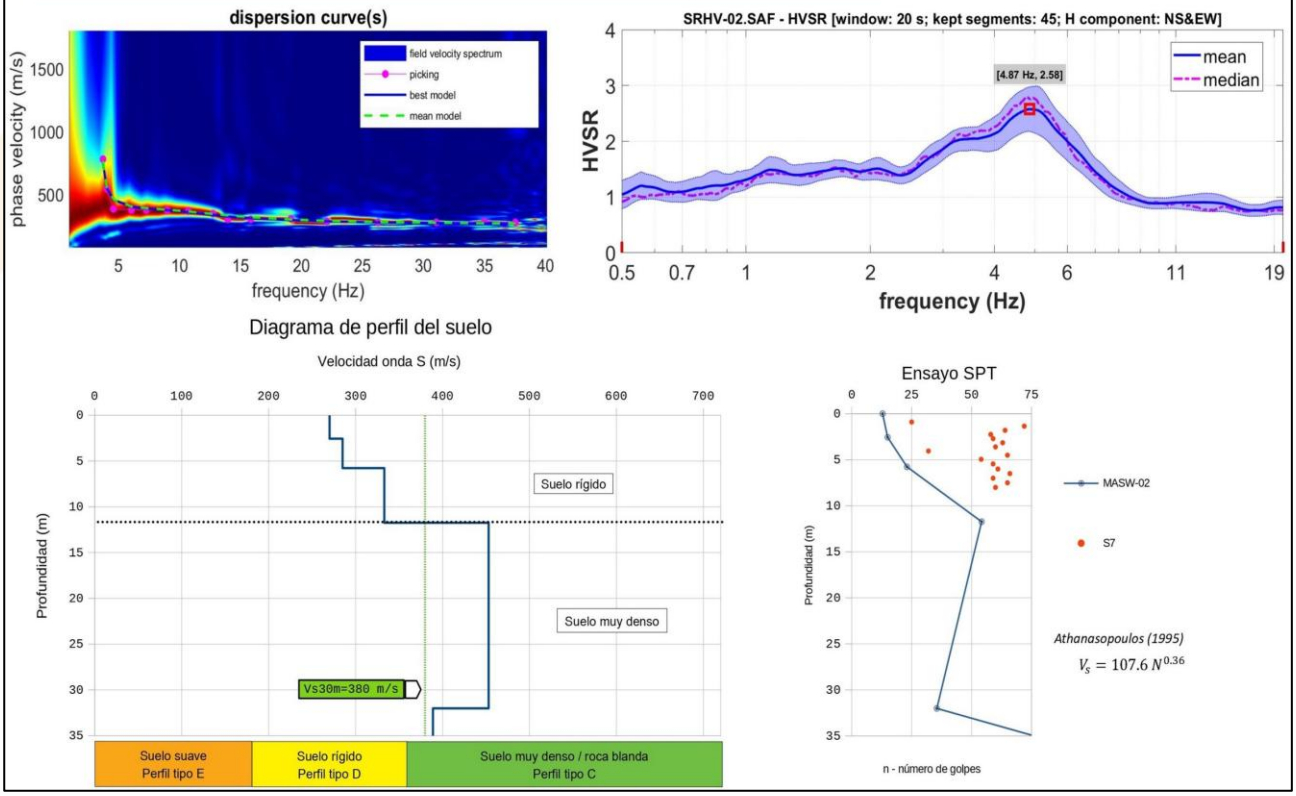
Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Velocidad onda P (m/s)	Velocidad onda S (m/s)	Densidad (kg/m³)	N	Relación de Poisson	Módulo cortante (Mpa)	Módulo de Young (Mpa)	Módulo Bulk (Mpa)
0.0	0.0	535	270	1920	13	0.33	140	372	550
-2.6	2.6	666	285	1930	15	0.39	157	435	856
-5.8	5.8	668	333	1980	23	0.33	220	586	884
-11.7	11.7	862	453	2060	54	0.31	423	1,107	1,531
-32.0	32.0	919	389	2020	36	0.39	306	850	1,706
-43.7	43.7	1,280	717	2190	194	0.27	1,126	2,863	3,588
-69.2	69.2	3,884	1987	2460	3,294	0.32	9,712	25,694	37,110
-79.2	79.2	3,884	1987	2460	3,294	0.32	9,712	25,694	37,110

Vs30m

Capa	Profundidad (m)	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	2.6	2.6	270
2	5.8	3.2	285
1	11.7	6.0	333
2	30.0	18.3	453

Vs30m=380 m/s

Perfil suelo muy denso o roca blanda: tipo C



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 40 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-04

Módulos Geotécnicos | Contrato Consultoría ICCU-783-2025, Quipile, Cundinamarca — MASW-03

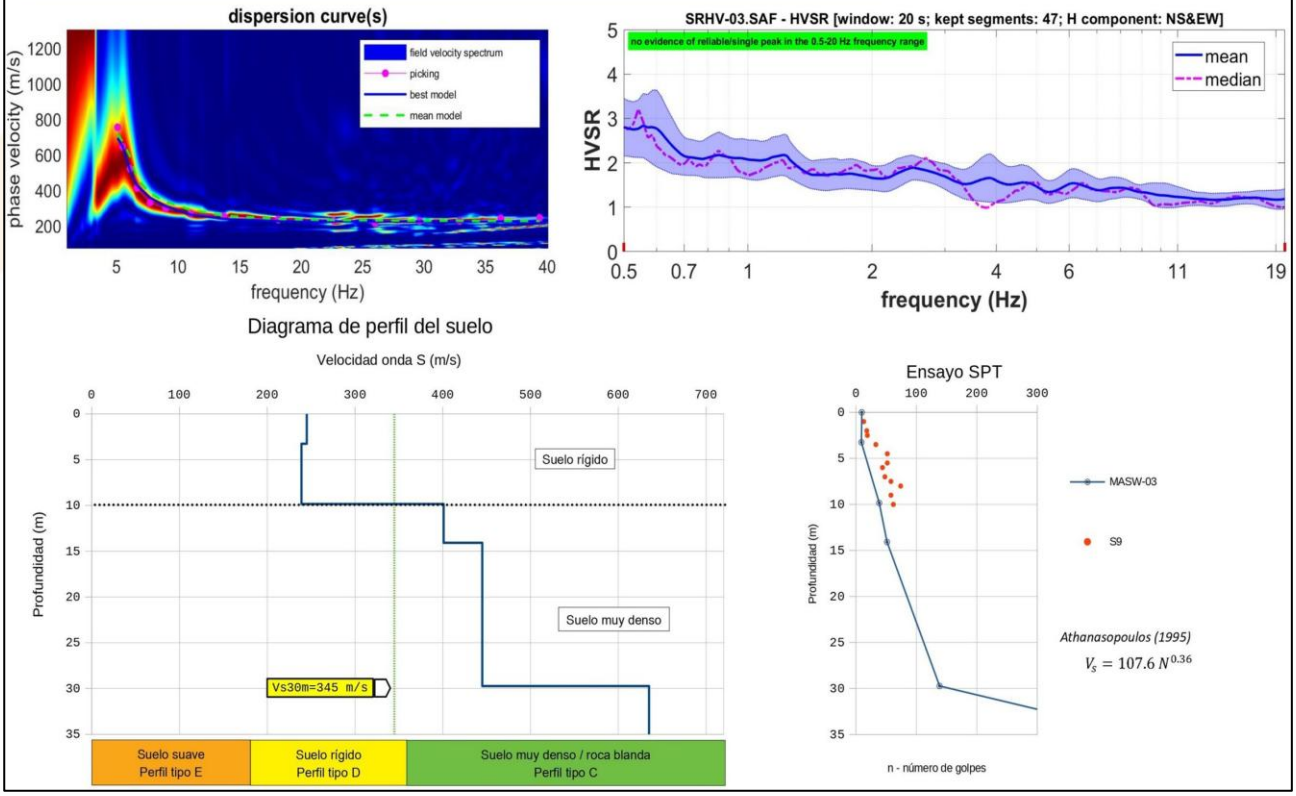
Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Velocidad onda P (m/s)	Velocidad onda S (m/s)	Densidad (kg/m³)	N	Relación de Poisson	Módulo cortante (Mpa)	Módulo de Young (Mpa)	Módulo Bulk (Mpa)
0.0	0.0	401	245	1890	10	0.20	113	273	304
-3.3	3.3	429	239	1890	9	0.27	108	275	348
-9.8	9.8	1,274	401	2030	39	0.45	326	943	3,295
-14.1	14.1	938	445	2060	52	0.35	408	1,105	1,812
-29.7	29.7	1,278	635	2150	139	0.34	867	2,317	3,512
-35.1	35.1	2,239	994	2270	481	0.38	2,243	6,178	11,380
-55.8	55.8	3,920	2361	2510	5,318	0.22	13,992	34,010	38,570
-65.8	65.8	3,920	2361	2510	5,318	0.22	13,992	34,010	38,570

Vs30m

Capa	Profundidad (m)	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	3.3	3.3	245
2	9.8	6.6	239
1	14.1	4.2	401
2	29.7	15.7	445
1	30.0	0.3	635

Vs30m=345 m/s

Perfil suelo rígido: tipo D



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 41 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-05

Módulos Geotécnicos | Contrato Consultoría ICCU-783-2025, Quipile, Cundinamarca — MASW-04

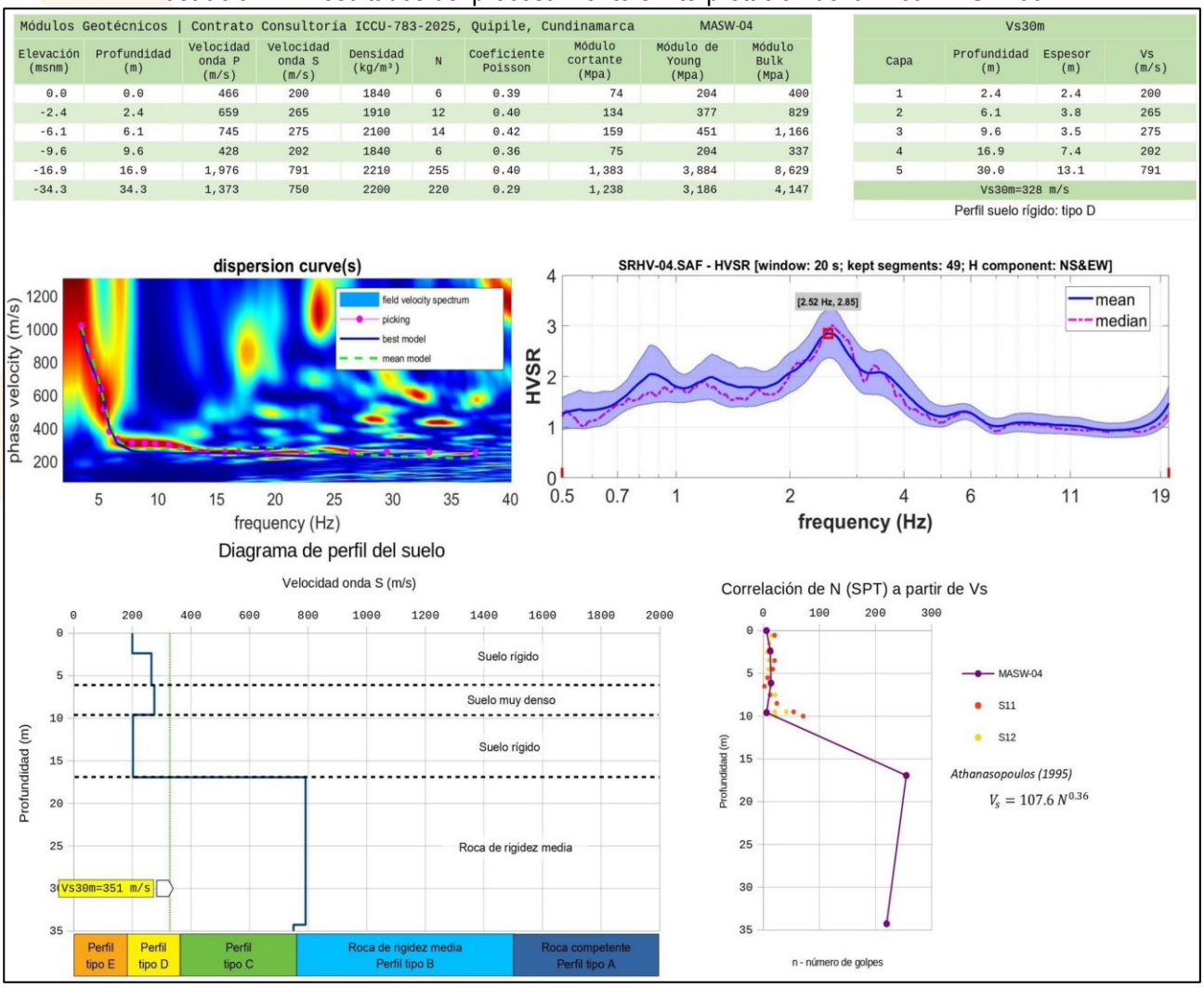
Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Velocidad onda P (m/s)	Velocidad onda S (m/s)	Densidad (kg/m³)	N	Coeficiente Poisson	Módulo cortante (Mpa)	Módulo de Young (Mpa)	Módulo Bulk (Mpa)
0.0	0.0	466	200	1840	6	0.39	74	204	400
-2.4	2.4	659	265	1910	12	0.40	134	377	829
-6.1	6.1	745	275	2100	14	0.42	159	451	1,166
-9.6	9.6	428	202	1840	6	0.36	75	204	337
-16.9	16.9	1,976	791	2210	255	0.40	1,383	3,884	8,629
-34.3	34.3	1,373	750	2200	220	0.29	1,238	3,186	4,147

Vs30m

Capa	Profundidad (m)	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	2.4	2.4	200
2	6.1	3.8	265
3	9.6	3.5	275
4	16.9	7.4	202
5	30.0	13.1	791

Vs30m=328 m/s

Perfil suelo rígido: tipo D



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 42 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-06

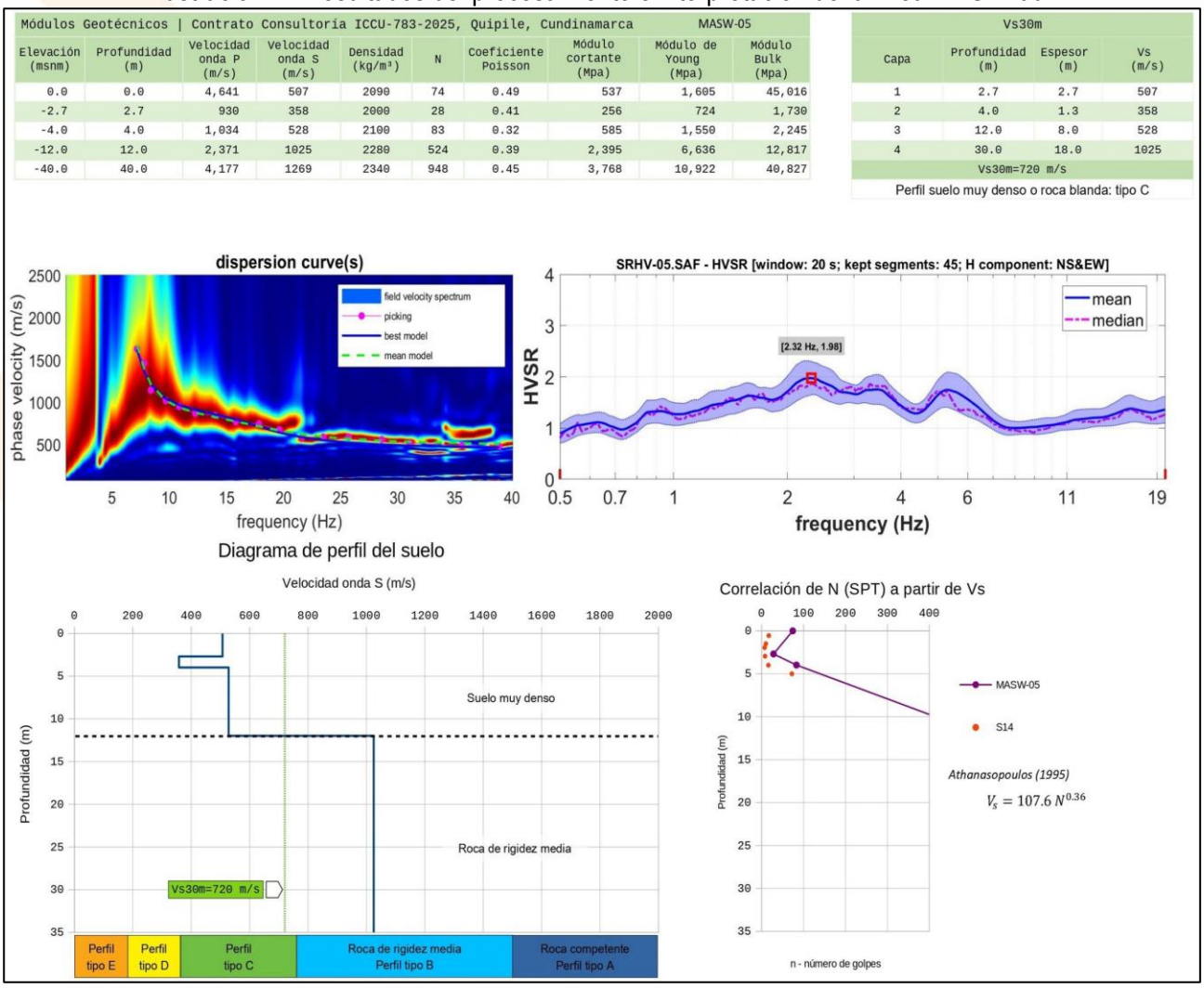
Módulos Geotécnicos | Contrato Consultoria ICCU-783-2025, Quipile, Cundinamarca — MASW-05

Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Velocidad onda P (m/s)	Velocidad onda S (m/s)	Densidad (kg/m³)	N	Coeficiente Poisson	Módulo cortante (Mpa)	Módulo de Young (Mpa)	Módulo Bulk (Mpa)
0.0	0.0	4,641	507	2090	74	0.49	537	1,605	45,016
-2.7	2.7	930	358	2000	28	0.41	256	724	1,730
-4.0	4.0	1,034	528	2100	83	0.32	585	1,550	2,245
-12.0	12.0	2,371	1025	2280	524	0.39	2,395	6,636	12,817
-40.0	40.0	4,177	1269	2340	948	0.45	3,768	10,922	40,827

Vs30m

Capa	Profundidad (m)	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	2.7	2.7	507
2	4.0	1.3	358
3	12.0	8.0	528
4	30.0	18.0	1025
Vs30m=720 m/s			

Perfil suelo muy denso o roca blanda: tipo C



Fuente: Informe Final de Geofísica

Ilustración 43 Resultados del procesamiento e interpretación de la línea MASW-07

Módulos Geotécnicos | Contrato Consultoría ICCU-783-2025, Quipile, Cundinamarca — MASW-06

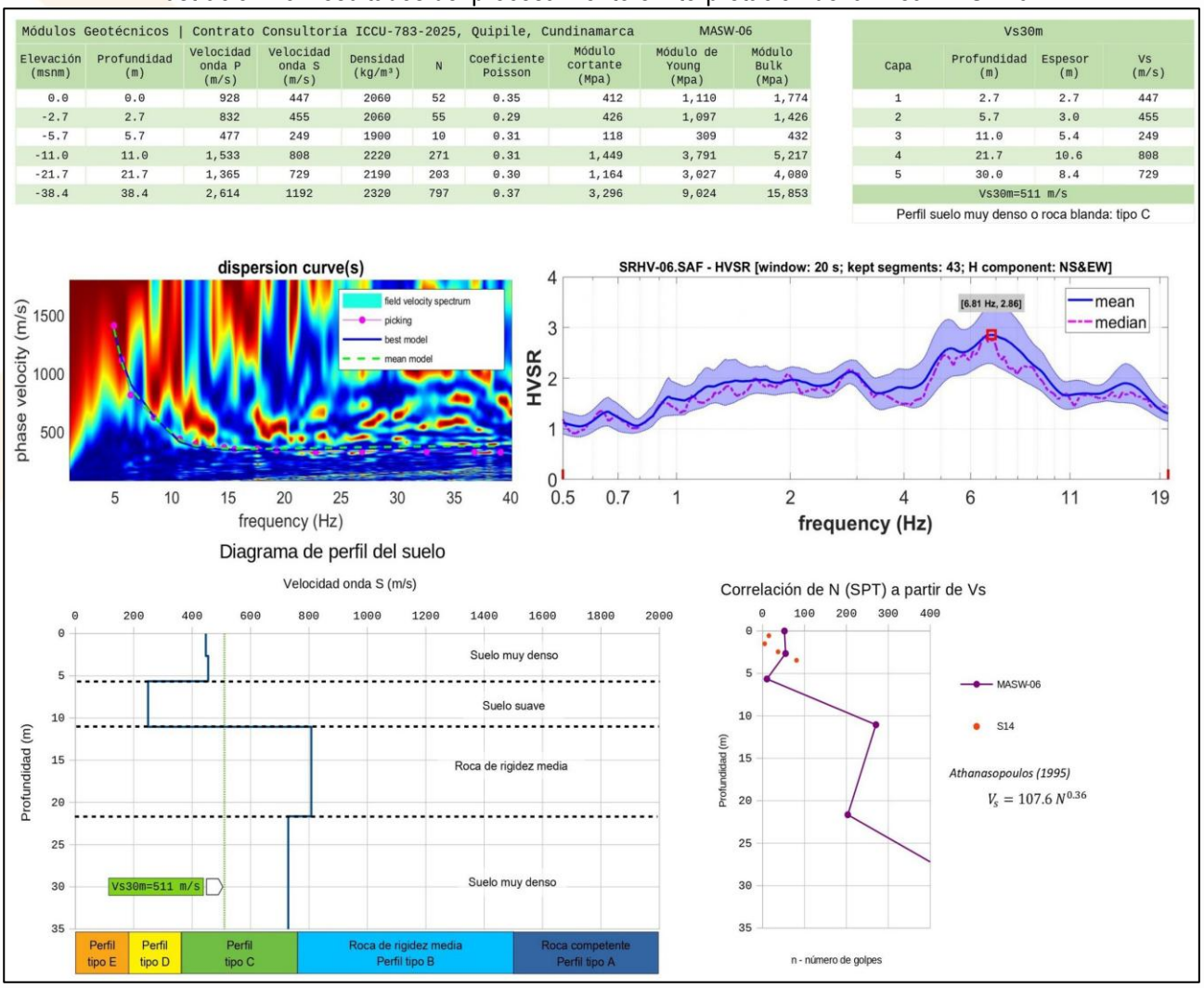
Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Velocidad onda P (m/s)	Velocidad onda S (m/s)	Densidad (kg/m³)	N	Coeficiente Poisson	Módulo cortante (Mpa)	Módulo de Young (Mpa)	Módulo Bulk (Mpa)
0.0	0.0	928	447	2060	52	0.35	412	1,110	1,774
-2.7	2.7	832	455	2060	55	0.29	426	1,097	1,426
-5.7	5.7	477	249	1900	10	0.31	118	309	432
-11.0	11.0	1,533	808	2220	271	0.31	1,449	3,791	5,217
-21.7	21.7	1,365	729	2190	203	0.30	1,164	3,027	4,080
-38.4	38.4	2,614	1192	2320	797	0.37	3,296	9,024	15,853

Vs30m

Capa	Profundidad (m)	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	2.7	2.7	447
2	5.7	3.0	455
3	11.0	5.4	249
4	21.7	10.6	808
5	30.0	8.4	729

Vs30m=511 m/s

Perfil suelo muy denso o roca blanda: tipo C



Fuente: Informe Final de Geofísica

El procesamiento conjunto de MASW y SRHV permitió obtener una solución robusta y coherente, reduciendo el efecto de no unicidad implícita en la inversión de datos geofísicos, reduciendo la incertidumbre de los resultados obtenidos.

De acuerdo con el modelo de velocidades obtenido, el valor de Vs30m en el sitio 1 es de 531 m/s. Se recomienda clasificar el sitio como Perfil del Suelo Tipo C. La frecuencia fundamental del sitio es 10.70 Hz (T0 = 0.093 s).

De acuerdo con el modelo de velocidades obtenido, el valor de Vs30m en el sitio 2 es de 380 m/s. Se recomienda clasificar el sitio como Perfil del Suelo Tipo C. La frecuencia fundamental del sitio es 4.87 Hz (T0 = 0.205 s).

De acuerdo con el modelo de velocidades obtenido, el valor de Vs30m en el sitio 3 es de 345 m/s. Se recomienda clasificar el sitio como Perfil del Suelo Tipo D. La frecuencia fundamental del sitio no pudo ser determinada ya que la curva SRHV es plana, asociada a un suelo rígido.

De acuerdo con el modelo de velocidades obtenido, el valor de Vs30m en el sitio 4 es de 351 m/s. Se recomienda clasificar el sitio como Perfil del Suelo Tipo D. La frecuencia fundamental del sitio es 2.52 Hz (T0 = 0.397 s).

De acuerdo con el modelo de velocidades obtenido, el valor de Vs30m en el sitio 5 es de 720 m/s. Se recomienda clasificar el sitio como Perfil del Suelo Tipo C. La frecuencia fundamental del sitio es 2.32 Hz (T0 = 0.431 s).

De acuerdo con el modelo de velocidades obtenido, el valor de Vs30m en el sitio 6 es de 511 m/s. Se recomienda clasificar el sitio como Perfil del Suelo Tipo C. La frecuencia fundamental del sitio es 6.81 Hz (T0 = 0.147 s).

De acuerdo con el modelo de velocidades obtenido, el valor de Vs30m en el sitio 7 es de 542 m/s. Se recomienda clasificar el sitio como Perfil del Suelo Tipo C. La frecuencia fundamental del sitio no pudo ser determinada ya que la curva SRHV es plana, asociada a un suelo rígido.

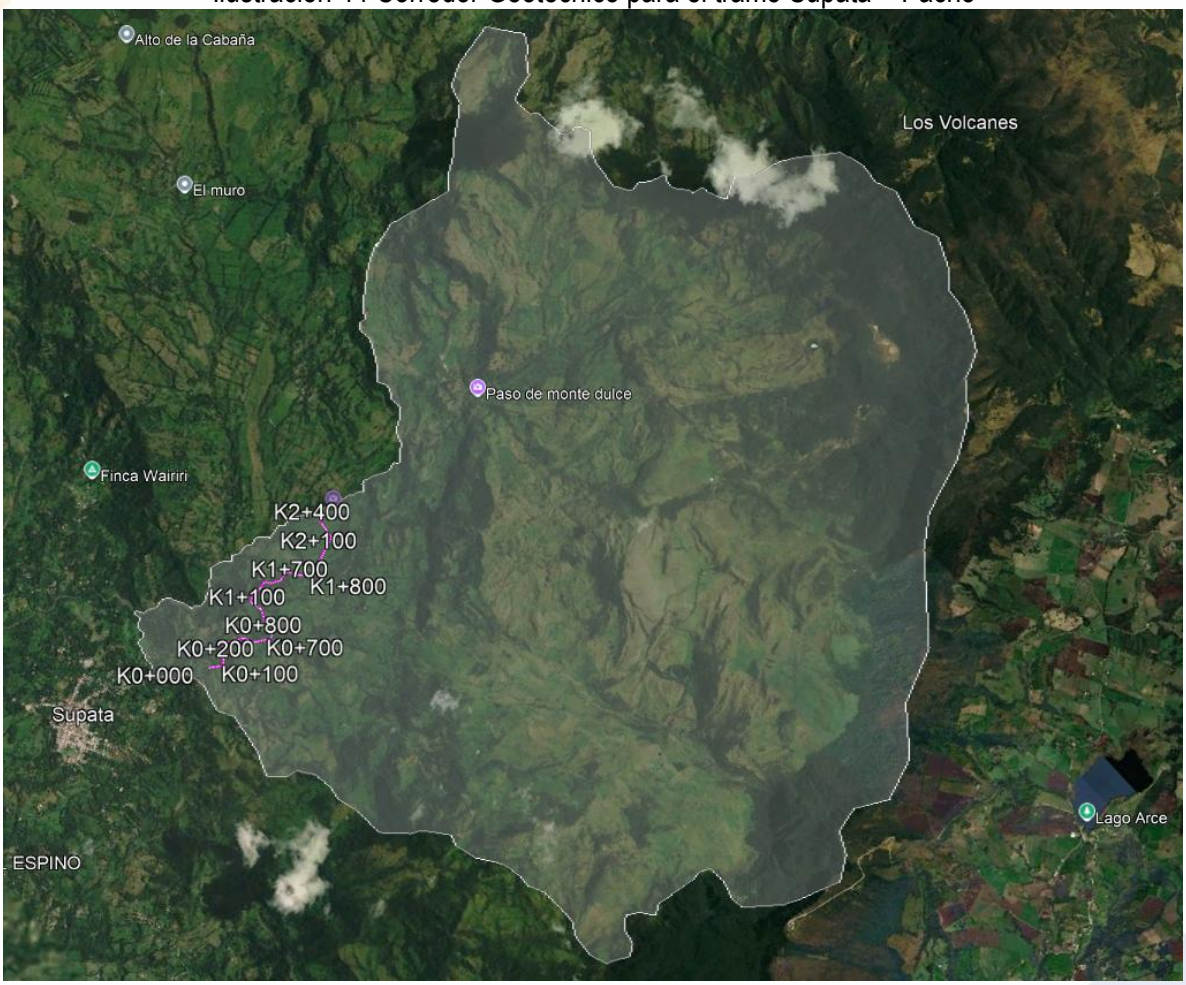
8. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO

8.1 CORREDOR GEOTÉCNICO

El Corredor Geotécnico para Supatá – Pacho se realizó con base en el Artículo 2 de la Resolución 2024304018375 del 30 de abril de 2024, emitida por el Ministerio de Transporte, la cual indica que "…el Corredor Geotécnico corresponde al área de referencia, en el territorio por donde discurre el corredor vial, que debe ser incorporada en el proceso de conocimiento del riesgo de un proyecto, y físicamente corresponde a la expansión de una ladera que alberga un tramo de carretera por encima y por debajo del nivel de la calzada, desde la divisoria superior, cota más alta, hasta la cota más baja, que por lo general corresponde a una zona plana al fondo de un río u otro curso natural de agua…".

El Corredor Geotécnico Supatá – Pacho obtenido es el siguiente:

Ilustración 44 Corredor Geotécnico para el tramo Supatá – Pacho



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth (SGC-UPTC, 2018)

El área total del Corredor Geotécnico es de 36 km2.

8.2 DIAGNÓSTICO DEL CORREDOR

Según la visita de campo y reconocimiento al proyecto denominado: **"ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA VÍA DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SUPATÁ AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PACHO",** se presentan los resultados de una visita

El propósito de la visita fue la identificación de sitios críticos y reconocimiento geotécnico en cada sector, estableciendo parámetros que se deberá tener en cuenta para el desarrollo de los trabajos en campo: Ubicación del punto, tipo de falla, longitud de afectación, factores incidentes, tipo de materiales, geología, geomorfología, métodos de exploración previa, cantidad y profundidad de perforaciones, ensayos de laboratorio, alternativas de solución, recomendación de posibles obras y consecuencias del no desarrollo de las obras de ingeniería requeridas en tramo vial.

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S1		K0+120 – K0+180	Talud Externo Hundimiento incipiente de la banca de la vía por remoción de los suelos coluviales del talud inferior, en el que pueden verse reptaciones.

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S2		K0+210 – K0+220	Talud Interno Falla por deslizamiento traslacional de suelos residuales.

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S3		K0+730	Deslizamiento 30 m atrás (hacia Supatá), de puente sobre Q. Grande (K0+760). El ancho en la pata de la masa coluvial tiene cerca de 20 de ancho y altura similar (hasta el escarpe) en lutitas grises, meteorizadas, intercaladas con limolitas negras. Buzamiento favorable y diaclasa desfavorable: -Estratificación DB: 178/22º, 175/24º; Diaclasa: 215-35/V, 308/79º 10 m atrás del deslizamiento (K0+720), al costado izquierdo, se aprecia escarpe de flujo, cerca de el borde de vía (Foto derecha), asociado con socavación en la vertiente de la Q. Grande, que en este tramo fluye paralela a la vía.

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S4		K0+830 – K0+910	Talud Interno Talud superior altamente saturado, con terracetas ocasionadas por la reptación del terreno. La altura total del talud es de unos 25.0 m

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S5		K1+045 - K1+080	Zona de flujo en vertiente de antigua superficie coluvial. Concentración de la escorrentía sobre antigua superficie de falla. Fotografía vista hacia Pacho, desde K1+030. Hasta K0+040 se tiene control rocoso, en lutitas con buzamiento favorable DB: 110/26º (hacia el talud interior, a la derecha en fotografía)

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S6		K1+360 – K1+370	Talud Interno Deslizamiento traslacional de suelos coluviales a lo largo del contacto con el basamento rocoso de lutitas

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S7		K1+500 – K1+590	Talud Externo Hundimiento apreciable, con desplazamiento lateral, de la banca de la vía, ocasionado por la remoción de los suelos coluviales en la ladera inferior. Es posible ver reptaciones en ambos taludes, y árboles inclinadores en la ladera superior.

SITIO CRÍTICO	IMAGEN	ABSCISA	DESCRIPCIÓN
S8		K1+850	Zona con relieve bajo (sin cortes), en el amplio abanico del río San José (cruzado por la vía aproximadamente en K2+500 -el tramo de intervención termina en K2+400). En el inicio de la zona plana se cruza un arroyo afluente del río San José, con un box, en cuyo descole se aprecia socavación, que afecta un poco el borde externo de la banca (Ver fotografía, vista hacia Pacho). Se aprecia también tendencia a empantanarse de la banca, y de reptación en la superficie del depósito de abanico, en una zona con tendencia a saturarse de agua.

8.3 ENSAYOS DE CAMPO

Se realizaron pruebas de Resistencia a la Penetración Estándar (SPT) en los materiales existentes por encima del basamento rocoso, y siempre que los tamaños de partícula lo permitieron.

Los resultados muestran resistencias variables que pueden incrementar, disminuir o mantenerse con la profundidad.

Los resultados para cada sondeo se presentan en el capítulo 8.7 PARÁMETROS DE DEFORMACIÓN
.

8.4 NIVEL FREÁTICO

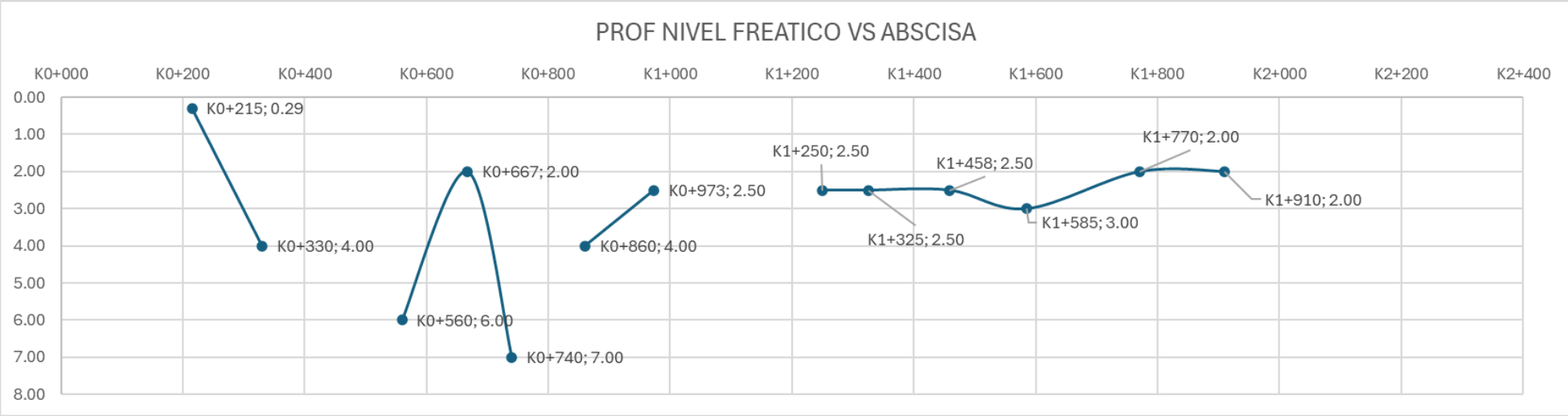
Con el fin de evaluar las condiciones hidrogeológicas del corredor vial objeto de estudio, se realizó el registro del nivel freático durante la ejecución de los sondeos geotécnicos distribuidos a lo largo del eje del proyecto. La medición del nivel de agua se efectuó durante las actividades de perforación, permitiendo identificar la profundidad a la cual se intercepta el agua subterránea en los diferentes puntos investigados. La Figura correspondiente presenta la variación de la profundidad del nivel freático en función del abscisado del eje vial, lo que permite reconocer tendencias espaciales en la presencia de agua subterránea y posibles sectores donde las condiciones hidráulicas del subsuelo pueden influir en el comportamiento geotécnico de los materiales que conforman la subrasante y las estructuras proyectadas.

Ilustración 45 Resultados nivel freático

SONDEO	LATITUD	LONGITUD	ABSCISA	PROF PERFORACION (m)	NIVEL FREATICO
SUPATÁ - S1	74° 13' 28.19" O	5° 3' 25.98" N	K0+139	10,0 m	NR
SUPATÁ - S2	74° 13' 26.73" O	5° 3' 28.08" N	K0+215	10,00m	0.29
SUPATÁ - S3	74° 13' 23.72" O	5° 3' 29.45" N	K0+330	10,00m	4.00
SUPATÁ -S4	74° 13' 20.42" O	5° 3' 28.49" N	K0+445	10,00 m	NR
SUPATÁ - S5	74° 13' 18.07" O	5° 3' 25.69" N	K0+560	10,00m	6.00
SUPATÁ - S6	74° 13' 15.60" O	5° 3' 23.32" N	K0+667	10,00 m	2.00
SUPATÁ - PUENTE - S1	74° 13' 13.54" O	5° 3' 22.09" N	K0+740	20,00m	7.00
SUPATÁ - PUENTE S2	74° 13' 12.27" O	5° 3' 22.94" N	K0+800	20,0m	NR
SUPATÁ - S7	74° 13' 12.14" O	5° 3' 24.68" N	K0+860	10,00m	4.00
SUPATÁ - S8	74° 13' 11.01" O	5° 3' 28.08" N	K0+973	10,00 m	2.50
SUPATÁ - S9	74° 13' 10.14" O	5° 3' 31.37" N	K1+075	10,00 m	NR
SUPATÁ - S10	74° 13' 8.10" O	5° 3' 35.29" N	K1+250	10,00 m	2.50
SUPATÁ - S11	74° 13' 5.41" O	5° 3' 35.00" N	K1+325	10,00 m	2.50
SUPATÁ - S12	74° 13' 1.40" O	5° 3' 33.37" N	K1+458	10,00 m	2.50
SUPATÁ - S13	74° 12' 57.77" O	5° 3' 32.76" N	K1+585	10,00 m	3.00
SUPATÁ - S14	74° 12' 54.09" O	5° 3' 28.82" N	K1+770	10,00 m	2.00
SUPATÁ - S15	74° 12' 49.81" O	5° 3' 28.72" N	K1+910	10,00 m	2.00
SUPATÁ - S16	74° 12' 43.97" O	5° 3' 31.15" N	K2+103	10,00 m	NR

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46 Prof nivel freático vs abscisa



Fuente: Elaboración propia

La variación del nivel freático a lo largo del eje del proyecto evidencia un comportamiento inicial marcadamente irregular, con profundidades extremas que oscilan entre 0,29 m y 7,00 m. En el primer kilómetro (K0+215 a K0+973), el nivel del agua presenta una alta variabilidad, pasando de estar prácticamente superficial (0,29 m) a descender abruptamente hasta los 7,00 m. Esto sugiere condiciones hidrogeológicas muy heterogéneas, posiblemente asociadas a cambios litológicos drásticos, topografía irregular o condiciones locales de drenaje discontinuas.

Por el contrario, en los tramos posteriores (K1+250 a K1+910), el nivel freático exhibe un comportamiento mucho más estable. En este sector, las profundidades se mantienen en un rango constante y relativamente somero, oscilando únicamente entre 2,00 m y 3,00 m, lo que indica un perfil de suelos y condiciones hidrogeológicas más uniformes y predecibles en esta zona."

8.5 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De acuerdo con los materiales y las resistencias halladas en cada una de las perforaciones, es posible establecer para cada una de ellas el Perfil Estratigráfico de campo para el terreno.

A continuación, se presenta el perfil estratigráfico de los sondeos realizados.

Tabla 6 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-1

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S1	M1	0	0.45	Relleno de color habano y limo arcilloso de color marrón
SUPATÁ - S1	M2	0.45	0.9	Limo arcilloso de color marrón
SUPATÁ - S1	M3	1.2	1.65	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S1	M4	2.55	3	Limo arcilloso de color negro con gravas medianas
SUPATÁ - S1	M5	3	4.6	Lutita meteorizada de color negro
SUPATÁ - S1	M6	4.6	5.05	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S1	M7	5.6	6	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S1	M8	6.55	7	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S1	M9	7.55	8	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S1	M10	8.55	9	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S1	M11	9.55	10	Limo arcilloso de color negro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-2

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S2	M1	0	0.5	Material de relleno café claro
SUPATÁ - S2	M2	0.55	1	Limo arcilloso de color café claro
SUPATÁ - S2	M3	1	1.45	Arcilla limosa café claro
SUPATÁ - S2	M4	1.5	1.95	Arcilla limosa café claro
SUPATÁ - S2	M5	2	2.45	Arcilla café oscuro con gris
SUPATÁ - S2	M6	3	2.45	Arcilla limosa de color gris oscuro
SUPATÁ - S2	M7	3.55	4	Arcilla limosa de color gris oscuro
SUPATÁ - S2	M8	4.55	5	Arcilla limosa de color gris oscuro
SUPATÁ - S2	M9	5.55	6	Arcilla limosa de color gris oscuro
SUPATÁ - S2	M10	6	7	Arcilla limosa de color gris oscuro
SUPATÁ - S2	M11	7	8.5	Arcilla limosa de color gris oscuro y cambia a lutita
SUPATÁ - S2	M12	8.5	10	Lutita de color gris oscuro meteorizada

Tabla 8 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-3

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S3	M1	0	0.55	Relleno de color café claro
SUPATÁ - S3	M2	0.55	1	Relleno de color café claro y cambia a una lutita meteorizada
SUPATÁ - S3	M3	1	3	Se toma muestra por lavado, lutita meteorizada gris oscuro

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S3	M4	3	5	Muestra por lavado lutita meteorizada de color gris oscuro
SUPATÁ - S3	M5	5	7	Muestra por lavado lutita meteorizada de color gris oscuro
SUPATÁ - S3	M6	7	8.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - S3	M7	8.5	10	Lutita de color gris oscuro

Tabla 9 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-4

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ -S4	M1	0	0.55	Material de relleno café claro
SUPATÁ -S4	M2	0.55	1	Limo arcilloso de color gris y cambia a lutita meteorizada
SUPATÁ -S4	M3	1	2.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ -S4	M4	2.5	4	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ -S4	M5	4	5.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ -S4	M6	5.5	7	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ -S4	M7	7	8.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ -S4	M8	8.5	10	Lutita de color gris oscuro

Tabla 10 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-5

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S5	M1	0	0.55	Relleno de color café claro
SUPATÁ - S5	M2	0.55	1	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S5	M3	1.05	1.5	Limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S5	M4	1.55	2	Lutita de color negro
SUPATÁ - S5	M5	2	4	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - S5	M6	4	5.5	Lutita de color gris oscuro con matriz de arcilla
SUPATÁ - S5	M7	5.5	7	Lutita de color negro
SUPATÁ - S5	M8	7	8	Lutita de color negro
SUPATÁ - S5	M9	8	9	Lutita de color negro
SUPATÁ - S5	M10	9	10	-

Tabla 11 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-6

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S6	M1	0	0.55	Asfalto y material de relleno
SUPATÁ - S6	M2	0.55	1	Limo arcilloso de color gris oscuro
SUPATÁ - S6	M3	1.05	1.5	Lutita arcillosa de color gris oscuro
SUPATÁ - S6	M4	1.5	3	Lutita de color negro
SUPATÁ - S6	M5	3	4.5	Lutita de color negro
SUPATÁ - S6	M6	4.5	6	Lutita de color negro
SUPATÁ - S6	M7	6	7.5	Lutita de color negro

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S6	M8	7.5	9	Lutita de color negro
SUPATÁ - S6	M9	9	10	Lutita de color negro

Tabla 12 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-7

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S7	M1	0	0.6	Material asfaltico con relleno
SUPATÁ - S7	M2	0.6	1.05	Limo arcilloso de color marrón
SUPATÁ - S7	M3	1.05	2.5	Bloque de arenisca compacta color gris oscuro
SUPATÁ - S7	M4	2.5	4	Bloque de arenisca compacta color gris oscuro
SUPATÁ - S7	M5	4	6	Bolos de arenisca de grano fino color habano
SUPATÁ - S7	M6	6	7.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - S7	M7	7.5	9	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - S7	M8	9	10	Lutita de color gris oscuro

Tabla 13 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-8

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S8	M1	0	0.45	Limo arenoso de color negro claro con gravas gruesas, a finas de lutita de color negro humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S8	M-	0.45	1.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S8	M2	1.05	1.5	Suelo cambia a un limo arcillosos de color café claro con gravas finas a medias humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S8	M-	1.5	2.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S8	M3	2.05	2.5	Suelo ídem con gravas de lutita meteorizada humedad y plasticidad de consistencia muy firme
SUPATÁ - S8	M4	2.5	4	Lutita fracturada
SUPATÁ - S8	M5	4	5.5	Lutita fracturada
SUPATÁ - S8	M6	5.5	7	Lutita fracturada
SUPATÁ - S8	M7	7	8.5	Lutita fracturada
SUPATÁ - S8	M8	8.5	10	Lutita fracturada

Tabla 14 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-9

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S9	M1	0	0.45	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares, con humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S9	M-	0.45	1.05	Lavado ídem

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S9	M2	1.05	1.5	Suelo ídem limo algo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S9	M-	1.5	2.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S9	M3	2.05	2.5	Suelo ídem limo algo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S9	M-	2.5	3.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S9	M4	3.05	3.5	Suelo cambia a un limo algo arcilloso de color café claro con trazos de oxidación humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S9	M-	3.5	3.5	Lavado ídem
SUPATÁ - S9	M5	4.05	4.05	Ídem cambia a los 435 mts a una lutita meteorizada de color negro humedad y plasticidad de consistencia muy firme
SUPATÁ - S9	M6	4.5	4.5	Coluvión gravas gruesas de arenisca grano fino con matriz de limo arcilloso de color amarillo oscuro
SUPATÁ - S9	M-	5.5	5.5	No penetro
SUPATÁ - S9	M7	5.5	5.5	Lutita meteorizada de color negro con matriz de limo algo arcilloso del mismo color
SUPATÁ - S9	M8	7	7	Lutita ídem
SUPATÁ - S9	M9	8.5	8.5	Lutita ídem

Tabla 15 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-10

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S10	M1	0	0.45	Limo arenoso de color café claro con gravas a finas a gruesas angulares humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S10	M-	0.45	1.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S10	M2	1.05	1.5	Ídem con gravas gruesas bolos de arenisca coluvión de consistencia muy firme
SUPATÁ - S10	M3	1.5	2.5	Coluvión bolos de arenisca grano fino con matriz de limo arcillosos de color café claro
SUPATÁ - S10	M4	2.5	4	Limo arenoso de color café claro con gravas a finas a medias intercalaciones de lutita de color negro oscuro
SUPATÁ - S10	M5	4	5.5	Lutita meteorizada de color negro con matriz de limo algo arcilloso de color negro oscuro
SUPATÁ - S10	M6	5.5	7	Lutita de color negro con intercalaciones de limo arcilloso del mismo color
SUPATÁ - S10	M7	7	8.5	Lutita de color negro con intercalaciones de limo arcilloso del mismo color
SUPATÁ - S10	M8	8.5	10	Lutita de color negro con intercalaciones de limo arcilloso del mismo color

Tabla 16 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-11

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S11	M1	0	0.45	Relleno de limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas, lutita y cambia a los 20 m a un limo amarilloso de color café claro con trazos de oxidación humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S11	M-	0.45	1.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S11	M2	1.05	1.5	Suelo compuesto por limo algo arcilloso de color café oscuro con trazos de oxidación humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S11	M-	1.5	2.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S11	M3	2.05	2.5	Ídem cambia a los 230 mts a una lutita meteorizada de color gris con trazos de oxidación con matriz de limo arcilloso de color café claro humedad y plasticidad de consistencia muy firme
SUPATÁ - S11	M4	2.5	4	Ídem
SUPATÁ - S11	M5	4	4.45	Limo arcilloso de color café oscuro se atraviesa una grava gruesa al frente del spt
SUPATÁ - S11	M-	4.45	5.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S11	M6	5.05	5.5	Lutita meteorizada de color negro con trazos de oxidación humedad y plasticidad de consistencia muy firme
SUPATÁ - S11	M7	5.5	7	Lutita meteorizada de color negro con matriz de limo arcillosos del mismo color
SUPATÁ - S11	M8	7	8.5	Ídem lutita con matriz de limo arcilloso
SUPATÁ - S11	M9	8.5	10	Ídem lutita con matriz de limo arcilloso

Tabla 17 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-12

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S12	M1	0	0.45	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S12	M-	0.45	1.05	Lavado
SUPATÁ - S12	M2	1.05	1.5	Cambia a una lutita meteorizada de color negro poca humedad con algo de plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S12	M-	1.5	2.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S12	M3	2.05	2.5	ídem lutita meteorizada
SUPATÁ - S12	M4	2.5	4	Lutita de color negro
SUPATÁ - S12	M5	4	5.5	Lutita de color negro
SUPATÁ - S12	M6	5.5	7	Lutita de color negro
SUPATÁ - S12	M7	7	8.5	Lutita de color negro
SUPATÁ - S12	M8	8.5	10	Lutita de color negro

Tabla 18 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-13

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S13	M1	0	0.45	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesa angulares con humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S13	M-	0.45	1.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S13	M2	1.05	1.5	Suelo compuesto por un limo arenoso de color café claro con grava finas a gruesas angulares humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S13	M-	1.5	2.05	Lavado, suelo ídem limo arenoso
SUPATÁ - S13	M3	2.05	2.5	Suelo ídem limo arenoso café claro
SUPATÁ - S13	M-	2.5	3.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S13	M4	3.05	3.5	Ídem y cambia a los 310 mts a una lutita meteorizada de color negro con bastante matriz de limo algo arcilloso de color negro humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S13	M-	3.5	4.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S13	M5	4.05	4.5	Ídem lutita meteorizada de color negro con matriz de limo arcilloso de color negro humedad y plasticidad consistencia fina muy firme
SUPATÁ - S13	M6	4.5	5.5	Lutita de color negro oscuro con intercalaciones de limo arcilloso color negro
SUPATÁ - S13	M7	5.5	7	Lutita
SUPATÁ - S13	M8	7	8.5	Lutita de color negro oscuro con intercalaciones de limo arcilloso color negro
SUPATÁ - S13	M9	8.5	10	Lutita de color negro oscuro con intercalaciones de limo arcilloso color negro

Tabla 19 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-14

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S14	M1	0	0.45	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S14	M-	0.45	1.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S14	M2	1.05	1.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color negro con gravas finas a media humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S14	M-	1.5	2.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S14	M3	2.05	2.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color negro con gravas finas a media humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S14	M-	2.5	3.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S14	M4	3.05	3.5	Suelo ídem limo algo arcilloso

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S14	M-	3.5	4.05	Lavado ídem café claro
SUPATÁ - S14	M5	4.05	4.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a media humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S14	M-	4.5	5.05	Lavado ídem con gravas de lutita meteorizada
SUPATÁ - S14	M6	5.05	5.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a media humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S14	M-	5.5	6.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S14	M7	6.05	6.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a media humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S14	M-	6.5	7.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S14	M8	7.05	7.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a media humedad y plasticidad consistencia firme
SUPATÁ - S14	M-	7.05	8.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S14	M9	8.05	8.5	Ídem y cambia a una lutita meteorizada de color negro humedad y plasticidad consistencia muy firme
SUPATÁ - S14	M10	8.5	10	Ídem cambia a una lutita a los 9,50 mts de color negro oscuro

Tabla 20 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-15

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S15	M1	0	0.45	Limo arcilloso de color negro claro con gravas finas a gruesas angulares humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S15	M-	0.45	1.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S15	M2	1.05	1.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color gris oscuro con gravas finas humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S15	M-	1.5	2.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S15	M3	2.05	2.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color gris oscuro con gravas finas humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S15	M-	2.5	3.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S15	M4	3.05	3.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color gris oscuro con gravas finas humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S15	M-	3.5	4.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S15	M5	4.05	4.5	Suelo compuesto por un limo algo arcilloso negro con humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S15	M-	4.5	5.05	Lavado ídem

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S15	M6	5.05	5.5	Suelo compuesto por un limo algo arcilloso negro con humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S15	M-	5.5	6.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S15	M7	6.05	6.5	Suelo ídem
SUPATÁ - S15	M-	6.5	7.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S15	M-	7.05	7.05	No penetro lutita meteorizada
SUPATÁ - S15	M8	7.05	8.5	Lutita meteorizada con matriz de limo arcilloso de color negro
SUPATÁ - S15	M9	8.5	10	Lutita meteorizada con matriz de limo arcilloso de color negro

Tabla 21 Perfil estratigráfico de campo Sondeo S-16

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S16	M1	0	0.45	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares con humedad y plasticidad consistencia medianamente firme
SUPATÁ - S16	M-	0.45	1.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S16	M2	1.05	1.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares con humedad y plasticidad consistencia medianamente firme
SUPATÁ - S16	M-	1.5	2.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S16	M3	2.05	3.05	limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares con humedad y plasticidad consistencia medianamente firme
SUPATÁ - S16	M-	2.5	3.5	Lavado ídem
SUPATÁ - S16	M4	3.05	4.05	limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares con humedad y plasticidad consistencia medianamente firme
SUPATÁ - S16	M-	3.5	4.5	Lavado ídem
SUPATÁ - S16	M5	4.05	5.05	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con pintas negras gravas finas con humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S16	M-	4.5	5.5	Lavado ídem
SUPATÁ - S16	M6	5.5	5.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con pintas negras gravas finas con humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S16	M-	5.5	6.05	Lavado ídem

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - S16	M7	6.05	6.5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con pintas negras gravas finas con humedad y plasticidad de consistencia firme
SUPATÁ - S16	M-	6.5	7.05	Lavado ídem
SUPATÁ - S16	M8	7.05	7.2	Cambia a los 7,05 mts a una lutita meteorizada de color negro con matriz de limo arenoso del mismo color humedad y plasticidad consistencia muy firme
SUPATÁ - S16	M9	7.2	8.5	Lutita con matriz de limo algo arcilloso de color negro fracturada
SUPATÁ - S16	M10	8.5	10	Lutita con matriz de limo algo arcilloso de color negro fracturada

Tabla 22 Perfil estratigráfico de campo Sondeo Puente S1

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - PUENTE - S1	M1	0	0.55	Asfalto y material de relleno
SUPATÁ - PUENTE - S1	M2	0.55	1	Arcilla limosa color café claro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M3	1	1.6	Arcilla limosa color café claro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M4	2	2.45	Arcilla limosa color café claro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M5	2.5	3	Arcilla limosa color café claro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M6	3	3.45	Arcilla limosa color café claro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M7	3.45	3.9	Arcilla limosa color café claro con gris
SUPATÁ - PUENTE - S1	M8	4	4.45	Arcilla limosa gris oscuro y cambia a lutita
SUPATÁ - PUENTE - S1	M9	4.45	5.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M10	5.5	7	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M11	7	9	Lutita de color negro con matriz de arcilla
SUPATÁ - PUENTE - S1	M12	9	10.5	Lutita de color negro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M13	10.5	12	Lutita de color negro con matriz de arcilla
SUPATÁ - PUENTE - S1	M14	12	13.5	Lutita de color negro

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - PUENTE - S1	M15	13.5	14.5	Lutita de color negro
SUPATÁ - PUENTE - S1	M16	14.5	16	Lutita de color negro con matriz de arcilla
SUPATÁ - PUENTE - S1	M17	16	17	Lutita de color negro con matriz de arcilla
SUPATÁ - PUENTE - S1	M18	17	18.5	Lutita de color negro con matriz de arcilla
SUPATÁ - PUENTE - S1	M19	18.5	20	Lulita de color negro con matriz de arcilla

Tabla 23 Perfil estratigráfico de campo Sondeo Puente S2

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCIÓN
		DESDE	HASTA	
SUPATÁ - PUENTE S2	M1	0	0.55	Asfalto y material de relleno
SUPATÁ - PUENTE S2	M2	0.55	1	Relleno
SUPATÁ - PUENTE S2	M3	1.05	1.5	Limo arcilloso de color gris con grava que cambia a lutita
SUPATÁ - PUENTE S2	M4	0.5	3	Arenisca de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE S2	M5	3	4	Arenisca de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE S2	M6	4	5.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE S2	M7	5.5	7	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE S2	M8	7	8.5	Lutita de color gris oscuro con matriz de arcilla
SUPATÁ - PUENTE S2	M9	8.5	10	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE S2	M10	10	11.5	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE S2	M11	11.5	13	Lutita de color gris oscuro
SUPATÁ - PUENTE S2	M12	13	14.5	Lutita de color gris claro
SUPATÁ - PUENTE S2	M13	14.5	16	Lutita de color gris claro
SUPATÁ - PUENTE S2	M14	16	17.5	Lutita de color gris claro
SUPATÁ - PUENTE S2	M15	17.5	19	Lutita de color gris claro
SUPATÁ - PUENTE S2	M16	19	20	Cambia arenisca de grano fino color gris con habano

A partir de la información obtenida en los sondeos ejecutados a lo largo del corredor vial de Supatá, incluyendo los sondeos principales y los realizados en la zona del puente, se identificó una secuencia estratigráfica heterogénea pero con tendencias recurrentes, dominada por depósitos superficiales finos y granulares, seguidos por materiales residuales y, en profundidad, la presencia predominante de lutitas y localmente areniscas en diferentes grados de meteorización.

En términos generales, los perfiles de campo evidencian:

• Un estrato superficial variable, compuesto por capas de relleno antrópico, material asfáltico, limos arenosos, limos arcillosos y arcillas limosas de coloraciones café, gris y negro, con presencia frecuente de gravas finas a gruesas. Este nivel corresponde a espesores reducidos, generalmente entre 0.5 m y 2.0 m.

• Un estrato intermedio de suelos residuales y coluviales, conformado por limos algo arcillosos, limos arenosos con fragmentos de lutita y arenisca, así como coluviones con bolos y gravas angulares. Estos materiales presentan consistencias entre firmes y muy firmes, reflejando procesos de meteorización y transporte de ladera.

• Presencia predominante de lutita meteorizada a roca blanda, identificada en la mayoría de los sondeos desde profundidades someras (1.0 m a 5.0 m aproximadamente), evolucionando con la profundidad hacia lutita más competente, compacta o fracturada, de tonalidades gris oscuro a negro.

• Intercalaciones locales de arenisca compacta, observadas especialmente en algunos sondeos y en la zona del puente, donde aparecen bloques, bolos o estratos continuos de roca más competente, asociados a mejores condiciones mecánicas relativas.

En el ANEXO 1 REGISTROS DE PERFORACIÓN, se encuentran los perfiles de exploración geotécnica.

8.6 RESULTADOS DE LABORATORIO

Se realizaron ensayos de laboratorio orientados a la caracterización física y mecánica de los materiales interceptados en las perforaciones mecánicas, con el propósito de establecer sus propiedades índice y de resistencia. Los ensayos ejecutados incluyen:

- Determinación del contenido de humedad natural.
- Determinación de los límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico).
- Clasificación de suelos conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Ensayo de penetración estándar (SPT) para la determinación del número de golpes NSPT.
- Corte Directo
- Ensayo de carga puntual en muestras de roca.

Con base en el programa de exploración geotécnica ejecutado, se consolidó la información correspondiente a los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras obtenidas en cada uno de los sondeos. En la siguiente tabla se presenta un resumen de los sondeos ejecutados, indicando los ensayos efectuados por muestra, con el fin de proporcionar una visión general de la cobertura y alcance de la caracterización geotécnica desarrollada.

Tabla 24 Resumen resultados de laboratorio

PERFORACION		DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD D(m)	CLASIFICACION		INDICES DE CONSISTENCIA				GRANULOMETRIA			PESO UNITARIO SECO, γd (KN/m³)	PESO UNITARIO HUMEDO, γt (KN/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA qu (KPA)
N°	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
SUPATÁ S-1	M1	Relleno de color habano y limo arcilloso de color marrón	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-1	M2	Limo arcilloso de color marrón	0.45 - 0.90	A-4	SC	21	26	17	9	25	15	60	-	-	-
SUPATÁ S-1	M3	Limo arcilloso de color negro	1.20 - 1.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.69	22.09	-
SUPATÁ S-1	M4	Limo arcilloso de color negro con gravas medianas	2.55 - 3.00	A-6	CL	20	31	17	14	6	30	64	-	-	-
SUPATÁ S-1	M5	Lutita meteorizada de color negro	3.00 - 4.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.37	22.42	-
SUPATÁ S-1	M6	Limo arcilloso de color negro	4.60 - 5.05	A-2-4	GC	11	26	16	10	40	26	34	-	-	-
SUPATÁ S-1	M7	Limo arcilloso de color negro	5.60 - 6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-1	M8	Limo arcilloso de color negro	6.55 - 7.00	A-6	GC	18	32	20	12	32	20	48	25.51	25.93	-
SUPATÁ S-1	M9	Limo arcilloso de color negro	7.55 - 8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.25
SUPATÁ S-1	M10	Limo arcilloso de color negro	8.55 - 9.00	A-6	GC	17	34	22	12	32	31	37	-	-	-
SUPATÁ S-1	M11	Limo arcilloso de color negro	9.55 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.44	21.42	-
SUPATÁ S-2	M1	Material de relleno café claro	0.00 - 0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-2	M2	Limo arcilloso de color café claro	0.55 - 1.00	A-6	CL	9	31	20	11	15	30	55	-	-	-
SUPATÁ S-2	M3	Arcilla limosa café claro	1.00 - 1.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-2	M4	Arcilla limosa café claro	1.50 - 1.95	A-4	CL	14	30	20	10	6	13	81	-	-	-
SUPATÁ S-2	M5	Arcilla café oscuro con gris	2.00 - 2.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92.52
SUPATÁ S-2	M6	Arcilla limosa de color gris oscuro	3.00 - 2.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-2	M7	Arcilla limosa de color gris oscuro	3.55 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.88	18.59	-
SUPATÁ S-2	M8	Arcilla limosa de color gris oscuro	4.55 - 5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-2	M9	Arcilla limosa de color gris oscuro	5.55 - 6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	246.06
SUPATÁ S-2	M10	Arcilla limosa de color gris oscuro	6.00 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.57	21.76	-
SUPATÁ S-2	M11	Arcilla limosa de color gris oscuro y cambia a lutita	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.61	26.05	-
SUPATÁ S-2	M12	Lutita de color gris oscuro meteorizada	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.43	25.76	-
SUPATÁ S-3	M1	Relleno de color café claro	0.00 - 0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-3	M2	Relleno de color café claro y cambia a una lutita meteorizada	0.55 - 1.00	A-4	SC	9	26	17	9	17	42	41	-	-	-
SUPATÁ S-3	M3	Se toma muestra por lavado, lutita meteorizada gris oscuro	1.00 - 3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-3	M4	Muestra por lavado lutita meteorizada de color gris oscuro	3.00 - 5.00	A-2-4	SC	17	27	20	7	0	74	26	-	-	-
SUPATÁ S-3	M5	Muestra por lavado lutita meteorizada de color gris oscuro	5.00 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.66	26.87	-
SUPATÁ S-3	M6	Lutita de color gris oscuro	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-3	M7	Lutita de color gris oscuro	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CUNDINAMARCA JINT 17

PERFORACION		DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD D(m)	CLASIFICACION		INDICES DE CONSISTENCIA				GRANULOMETRIA			PESO UNITARIO SECO, ɣd (KN/m^3)	PESO UNITARIO HUMEDO, ɣt (KN/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA qu (KPA)
N$_O$	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
SUPATÁ S-4	M1	Material de relleno café claro	0.00 - 0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-4	M2	Limo arcilloso de color gris y cambia a lutita meteorizada	0.55 - 1.00	A-4	SC	8	26	17	9	1	72	27	-	-	-
SUPATÁ S-4	M3	Lutita de color gris oscuro	1.00 - 2.50	A-4	SC	8	24	15	9	0	51	49	-	-	-
SUPATÁ S-4	M4	Lutita de color gris oscuro	2.50 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-4	M5	Lutita de color gris oscuro	4.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.61	27.83	-
SUPATÁ S-4	M6	Lutita de color gris oscuro	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-4	M7	Lutita de color gris oscuro	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.45	26.61	-
SUPATÁ S-4	M8	Lutita de color gris oscuro	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-5	M1	Relleno de color café claro	0.00 - 0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-5	M2	Limo arcilloso de color negro	0.55 - 1.00	A-6	CL	14	40	15	25	0	0	100	-	-	-
SUPATÁ S-5	M3	Limo arcilloso de color negro	1.05 - 1.50	A-6	CL	11	30	14	16	0	0	100	-	-	-
SUPATÁ S-5	M4	Lutita de color negro	1.55 - 2.00	A-6	CL	10	31	14	17	0	1	99	-	-	-
SUPATÁ S-5	M5	Lutita de color gris oscuro	2.00 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-5	M6	Lutita de color gris oscuro con matriz de arcilla	4.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-5	M7	Lutita de color negro	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-5	M8	Lutita de color negro	7.00 - 8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-5	M9	Lutita de color negro	8.00 - 9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.4	22.18	-
SUPATÁ S-5	M10	-	9.00 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.25	25	-
SUPATÁ S-6	M1	Asfalto y material de relleno	0.00 - 0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-6	M2	Limo arcilloso de color gris oscuro	0.55 - 1.00	A-6	CL	10	33	18	15	26	23	51	-	-	-
SUPATÁ S-6	M3	Lutita arcillosa de color gris oscuro	1.05 - 1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.42	24.52	-
SUPATÁ S-6	M4	Lutita de color negro	1.50 - 3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-6	M5	Lutita de color negro	3.00 - 4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.68	27.09	-
SUPATÁ S-6	M6	Lutita de color negro	4.50 - 6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-6	M7	Lutita de color negro	6.00 - 7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-6	M8	Lutita de color negro	7.50 - 9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-6	M9	Lutita de color negro	9.00 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.6	26.92	-

PERFORACION		DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD D(m)	CLASIFICACION		INDICES DE CONSISTENCIA				GRANULOMETRIA			PESO UNITARIO SECO, ɣd (KN/m^3)	PESO UNITARIO HUMEDO, ɣt (KN/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA qu (KPA)
N$_O$	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
SUPATÁ S-7	M1	Material asfaltico con relleno	0.00 - 0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-7	M2	Limo arcilloso de color marrón	0.60 - 1.05	A-7-6	CH	20	61	25	36	7	24	69	-	-	-
SUPATÁ S-7	M3	Bloque de arenisca compacta color gris oscuro	1.05 - 2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-7	M4	Bloque de arenisca compacta color gris oscuro	2.50 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-7	M5	Bolos de arenisca de grano fino color habano	4.00 - 6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.25	23.92	-
SUPATÁ S-7	M6	Lutita de color gris oscuro	6.00 - 7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-7	M7	Lutita de color gris oscuro	7.50 - 9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.97	27.21	-
SUPATÁ S-7	M8	Lutita de color gris oscuro	9.00 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-8	M1	Limo arenoso de color negro claro con gravas gruesas, a finas de lutita de c	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-8	M2	Suelo cambia a un limo arcillosos de color café claro con gravas finas a me	1.05 - 1.50	A-6	CL	15	37	20	17	23	25	52	-	-	-
SUPATÁ S-8	M3	Suelo ídem con gravas de lutita meteorizada humedad y plasticidad de cons	2.05 - 2.50	A-6	CL	14	31	18	13	0	0	100	-	-	-
SUPATÁ S-8	M4	Lutita fracturada	2.50 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.26	21.55	-
SUPATÁ S-8	M5	Lutita fracturada	4.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.94	25.28	-
SUPATÁ S-8	M6	Lutita fracturada	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-8	M7	Lutita fracturada	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-8	M8	Lutita fracturada	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-9	M1	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares, co	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-9	M2	Suelo ídem limo algo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a grues	1.05 - 1.50	A-6	CL	18	35	22	13	18	23	59	-	-	-
SUPATÁ S-9	M3	Suelo ídem limo algo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a grues	2.05 - 2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-9	M4	Suelo cambia a un limo algo arcilloso de color café claro con trazos de oxid	3.05 - 3.50	A-7-6	CH	33	53	27	26	2	3	95	-	-	73.07
SUPATÁ S-9	M5	Ídem cambia a los 435 mts a una lutita meteorizada de color negro humeda	4.05 - 4.05	A-7-6	CH	25	55	19	36	1	21	78	-	-	175.11
SUPATÁ S-9	M6	Coluvión gravas gruesas de arenisca grano fino con matriz de limo arcilloso	4.50 - 4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-9	M7	Lutita meteorizada de color negro con matriz de limo algo arcilloso del misn	5.50 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.4	25.92	-
SUPATÁ S-9	M8	Lutita ídem	7.00 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-9	M9	Lutita ídem	8.50 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.03	22.44	-
SUPATÁ S-10	M1	Limo arenoso de color café claro con gravas a finas a gruesas angulares hu	0.00 - 0.45	A-7-6	CL	17	47	27	20	10	18	72	-	-	-
SUPATÁ S-10	M2	Ídem con gravas gruesas bolos de arenisca coluvión de consistencia muy fi	1.05 - 1.50	A-7-6	CL	28	47	27	20	9	19	72	-	-	-
SUPATÁ S-10	M3	Coluvión bolos de arenisca grano fino con matriz de limo arcillosos de colo	1.50 - 2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.45	24.87	-
SUPATÁ S-10	M4	Limo arenoso de color café claro con gravas a finas a medias intercalacion	2.50 - 4.00	A-7-6	CL	24	46	20	26	0	0	100	-	-	-
SUPATÁ S-10	M5	Lutita meteorizada de color negro con matriz de limo algo arcilloso de color	4.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.65	21.89	-
SUPATÁ S-10	M6	Lutita de color negro con intercalaciones de limo arcilloso del mismo color	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.51	26.81	-
SUPATÁ S-10	M7	Lutita de color negro con intercalaciones de limo arcilloso del mismo color	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-10	M8	Lutita de color negro con intercalaciones de limo arcilloso del mismo color	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CUNDINAMARCA JINT 17

PERFORACION		DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD D(m)	CLASIFICACION		INDICES DE CONSISTENCIA				GRANULOMETRIA			PESO UNITARIO SECO, ɣd (KN/m³)	PESO UNITARIO HUMEDO, ɣt (KN/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA qu (KPA)
N°	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
SUPATÁ S-11	M1	Relleno de limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas, lu	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-11	M2	Suelo compuesto por limo algo arcilloso de color café oscuro con trazos de	1.05 - 1.50	A-7-6	CL	14	42	20	22	0	4	96	-	-	-
SUPATÁ S-11	M3	Ídem cambia a los 230 mts a una lutita meteorizada de color gris con trazos	2.05 - 2.50	A-7-6	CL	19	44	21	23	0	2	98	-	-	-
SUPATÁ S-11	M4	Ídem	2.50 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-11	M5	Limo arcilloso de color café oscuro se atraviesa una grava gruesa al frente d	4.00 - 4.45	A-6	CL	18	40	20	20	1	16	83	-	-	-
SUPATÁ S-11	M6	Lutita meteorizada de color negro con trazos de oxidación humedad y plasti	5.05 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.59	23.18	-
SUPATÁ S-11	M7	Lutita meteorizada de color negro con matriz de limo arcillosos del mismo c	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84.79
SUPATÁ S-11	M8	Ídem lutita con matriz de limo arcilloso	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.52	22.61	-
SUPATÁ S-11	M9	Ídem lutita con matriz de limo arcilloso	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.21	23.71	-
SUPATÁ S-12	M1	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares hu	0.00 - 0.45	A-6	CL	10	37	19	18	3	12	85	-	-	-
SUPATÁ S-12	M2	Cambia a una lutita meteorizada de color negro poca humedad con algo de	1.05 - 1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.2	22.57	-
SUPATÁ S-12	M3	ídem lutita meteorizada	2.05 - 2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-12	M4	Lutita de color negro	2.50 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.59	22.56	-
SUPATÁ S-12	M5	Lutita de color negro	4.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-12	M6	Lutita de color negro	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	24.83	-
SUPATÁ S-12	M7	Lutita de color negro	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-12	M8	Lutita de color negro	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-13	M1	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesa angulares con	0.00 - 0.45	A-7-6	CL	12	41	23	18	10	34	56	-	-	-
SUPATÁ S-13	M2	Suelo compuesto por un limo arenoso de color café claro con grava finas a	1.05 - 1.50	A-7-6	CL	21	45	24	21	14	22	64	-	-	-
SUPATÁ S-13	M3	Suelo ídem limo arenoso café claro	2.05 - 2.50	A-2-7	GC	20	41	22	19	39	28	33	-	-	-
SUPATÁ S-13	M4	Ídem y cambia a los 310 mts a una lutita meteorizada de color negro con ba	3.05 - 3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-13	M5	Ídem lutita meteorizada de color negro con matriz de limo arcilloso de color	4.05 - 4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.11	25.08	-
SUPATÁ S-13	M6	Lutita de color negro oscuro con intercalaciones de limo arcilloso color neg	4.50 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-13	M7	Lutita	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-13	M8	Lutita de color negro oscuro con intercalaciones de limo arcilloso color neg	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.58	26.92	-
SUPATÁ S-13	M9	Lutita de color negro oscuro con intercalaciones de limo arcilloso color neg	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-14	M1	Limo arenoso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares hu	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-14	M2	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color negro con gravas finas a me	1.05 - 1.50	A-7-6	CH	31	55	22	33	3	3	94	-	-	-
SUPATÁ S-14	M3	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color negro con gravas finas a me	2.05 - 2.50	A-6	CL	29	40	21	19	0	0	100	-	-	-
SUPATÁ S-14	M4	Suelo ídem limo algo arcilloso	3.05 - 3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-14	M5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas fina	4.05 - 4.50	A-7-6	CH	45	53	21	32	4	12	84	-	-	-
SUPATÁ S-14	M6	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas fina	5.05 - 5.50	A-7-6	CH	30	51	22	29	5	3	92	-	-	-
SUPATÁ S-14	M7	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas fina	6.05 - 6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	178.3
SUPATÁ S-14	M8	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas fina	7.05 - 7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.65	17.41	-
SUPATÁ S-14	M9	Ídem y cambia a una lutita meteorizada de color negro humedad y plasticid	8.05 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	151.71
SUPATÁ S-14	M10	Ídem cambia a una lutita a los 9,50 mts de color negro oscuro	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.17	19.44	-

CONSORCIO CUNDINAMARCA JINT 17

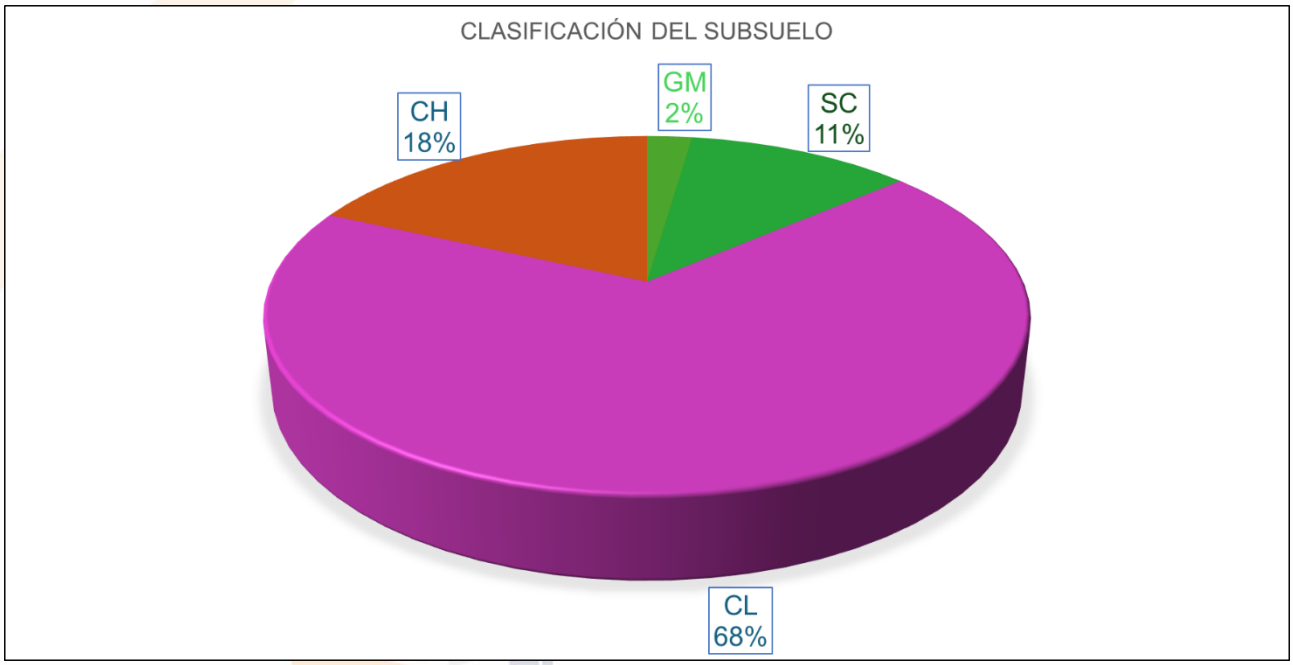
PERFORACION		DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD D(m)	CLASIFICACION		INDICES DE CONSISTENCIA				GRANULOMETRIA			PESO UNITARIO SECO, ɣd (KN/m^3)	PESO UNITARIO HUMEDO, ɣt (KN/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA qu (KPA)
N$_O$	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
SUPATÁ S-15	M1	Limo arcilloso de color negro claro con gravas finas a gruesas angulares hu	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-15	M2	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color gris oscuro con gravas finas	1.05 - 1.50	A-7-6	CH	39	58	23	35	3	13	84	-	-	-
SUPATÁ S-15	M3	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color gris oscuro con gravas finas	2.05 - 2.50	A-6	CL	20	37	19	18	16	25	59	-	-	-
SUPATÁ S-15	M4	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color gris oscuro con gravas finas	3.05 - 3.50	A-6	CL	33	38	23	15	0	7	93	-	-	-
SUPATÁ S-15	M5	Suelo compuesto por un limo algo arcilloso negro con humedad y plasticida	4.05 - 4.50	A-6	CL	34	37	23	14	0	5	95	-	-	-
SUPATÁ S-15	M6	Suelo compuesto por un limo algo arcilloso negro con humedad y plasticida	5.05 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.64	18.51	-
SUPATÁ S-15	M7	Suelo ídem	6.05 - 6.50	A-7-6	CL	32	49	25	24	3	19	78	-	-	-
SUPATÁ S-15	M8	Lutita meteorizada con matriz de limo arcilloso de color negro	7.05 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.87	19.55	-
SUPATÁ S-15	M9	Lutita meteorizada con matriz de limo arcilloso de color negro	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-16	M1	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas fina	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-16	M2	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con gravas fina	1.05 - 1.50	A-6	CL	23	35	21	14	1	3	96	-	-	-
SUPATÁ S-16	M3	limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares co	2.05 - 3.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-16	M4	limo arcilloso de color café oscuro con gravas finas a gruesas angulares co	3.05 - 4.05	A-6	CL	19	39	20	19	0	1	99	-	-	-
SUPATÁ S-16	M5	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con pintas negr	4.05 - 5.05	A-6	CL	19	40	21	19	15	18	67	-	-	-
SUPATÁ S-16	M6	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con pintas negr	5.50 - 5.50	A-6	CL	28	36	20	16	2	7	91	-	-	-
SUPATÁ S-16	M7	Suelo compuesto por un limo arcilloso de color café oscuro con pintas negr	6.05 - 6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-16	M8	Cambia a los 7,05 mts a una lutita meteorizada de color negro con matriz de	7.05 - 7.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.57	23.05	-
SUPATÁ S-16	M9	Lutita con matriz de limo algo arcilloso de color negro fracturada	7.20 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ S-16	M10	Lutita con matriz de limo algo arcilloso de color negro fracturada	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.75	26.02	-

PERFORACION		DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD D(m)	CLASIFICACION		INDICES DE CONSISTENCIA				GRANULOMETRIA			PESO UNITARIO SECO, γd (KN/m³)	PESO UNITARIO HUMEDO, γt (KN/m3)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA qu (KPA)
N°	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
SUPATÁ PUENTE S-1	M1	Asfalto y material de relleno	0.00 - 0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M2	Arcilla limosa color café claro	0.55 - 1.00	A-7-6	CH	25	50	18	32	0	1	99	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M3	Arcilla limosa color café claro	1.00 - 1.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M4	Arcilla limosa color café claro	2.00 - 2.45	A-6	CL	19	38	16	22	1	3	96	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M5	Arcilla limosa color café claro	2.50 - 3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169.78
SUPATÁ PUENTE S-1	M6	Arcilla limosa color café claro	3.00 - 3.45	A-6	CL	15	32	16	16	0	13	87	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M7	Arcilla limosa color café claro con gris	3.45 - 3.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.74	22.36	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M8	Arcilla limosa gris oscuro y cambia a lutita	4.00 - 4.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M9	Lutita de color gris oscuro	4.45 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.97	25.13	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M10	Lutita de color gris oscuro	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M11	Lutita de color negro con matriz de arcilla	7.00 - 9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M12	Lutita de color negro	9.00 - 10.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.51	26.95	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M13	Lutita de color negro con matriz de arcilla	10.50 - 12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M14	Lutita de color negro	12.00 - 13.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.27	25.77	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M15	Lutita de color negro	13.50 - 14.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M16	Lutita de color negro con matriz de arcilla	14.50 - 16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M17	Lutita de color negro con matriz de arcilla	16.00 - 17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M18	Lutita de color negro con matriz de arcilla	17.00 - 18.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.24	28.59	-
SUPATÁ PUENTE S-1	M19	Lulita de color negro con matriz de arcilla	18.50 - 20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M1	Asfalto y material de relleno	0.00 - 0.55	A-1-a	GM	1	0	NP	NP	55	38	7	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M2	Relleno	0.55 - 1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M3	Limo arcilloso de color gris con grava que cambia a lutita	1.05 - 1.50	A-2-6	GC	12	36	19	17	60	18	22	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M4	Arenisca de color gris oscuro	0.50 - 3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M5	Arenisca de color gris oscuro	3.00 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M6	Lutita de color gris oscuro	4.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.13	25.25	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M7	Lutita de color gris oscuro	5.50 - 7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M8	Lutita de color gris oscuro con matriz de arcilla	7.00 - 8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.11	25.26	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M9	Lutita de color gris oscuro	8.50 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M10	Lutita de color gris oscuro	10.00 - 11.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.48	26.95	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M11	Lutita de color gris oscuro	11.50 - 13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M12	Lutita de color gris claro	13.00 - 14.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.95	23.01	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M13	Lutita de color gris claro	14.50 - 16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M14	Lutita de color gris claro	16.00 - 17.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.61	25.68	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M15	Lutita de color gris claro	17.50 - 19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUPATÁ PUENTE S-2	M16	Cambia arenisca de grano fino color gris con habano	19.00 - 20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Consorcio CUNDINAMARCA JINT 17

Con el propósito de analizar el comportamiento y las propiedades de los materiales evaluados, se elaboraron gráficas a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. Estas gráficas permiten visualizar la variación de parámetros como contenido de humedad, límites de Atterberg y pesos unitarios, facilitando la interpretación de las características geotécnicas de los suelos y la identificación de tendencias a lo largo de los diferentes sondeos.

Ilustración 47 Grafica resultados de clasificación del suelo

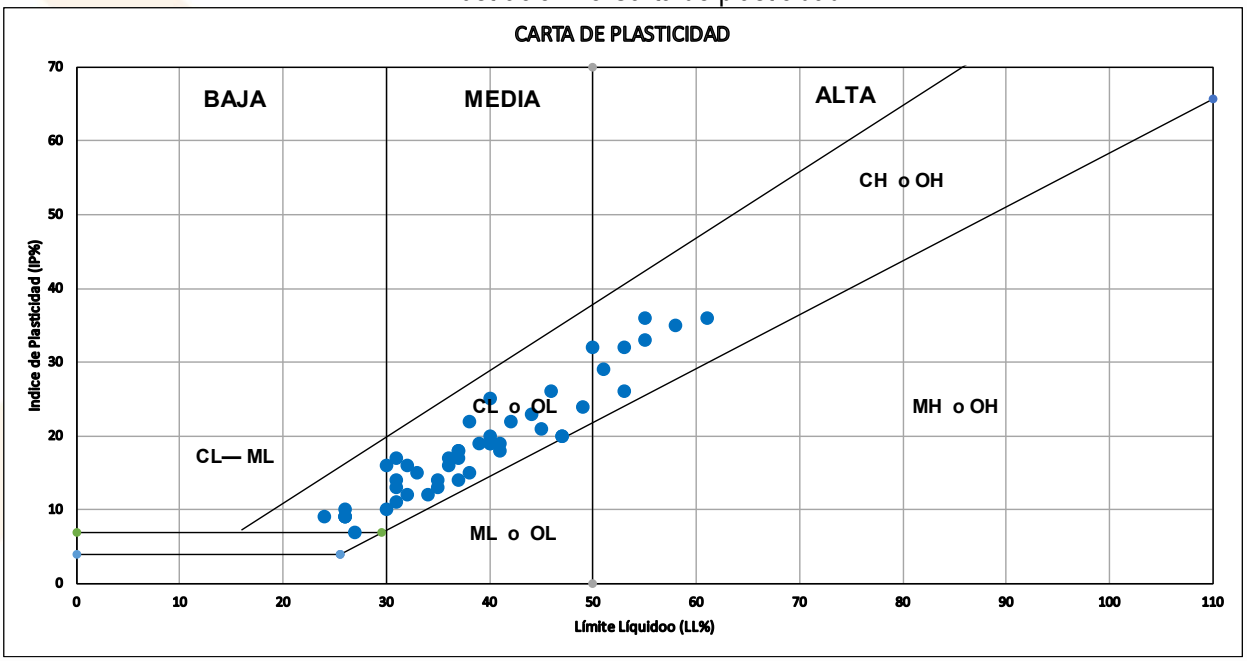


Fuente: Elaboración propia

La clasificación de los materiales de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) evidencia un marcado predominio de suelos finos. Las arcillas de baja plasticidad (CL) constituyen el 68% de las muestras analizadas, siendo el material de mayor representatividad en el área de estudio. En segundo lugar se encuentran las arcillas de alta plasticidad (CH), con una participación del 18%, seguidas por las arenas arcillosas (SC), que representan el 11% de las muestras. De manera puntual se identifican gravas limosas (GM), con una representatividad del 2%, evidenciando la escasa presencia de materiales granulares dentro de la secuencia estratigráfica evaluada.

La distribución observada refleja el predominio de depósitos residuales de naturaleza arcillosa, desarrollados como resultado de la meteorización de la roca de origen, lo que confiere a los estratos superficiales y subsuperficiales un comportamiento predominantemente cohesivo. Es importante señalar que la clasificación presentada corresponde únicamente a los materiales considerados como suelo según el sistema USCS; no obstante, los registros de perforación y las descripciones geológicas de los sondeos indican que este manto de suelos residuales se encuentra apoyado sobre un sustrato de roca sedimentaria, el cual constituye la formación rocosa predominante en el sitio de estudio.

Ilustración 48 Carta de plasticidad

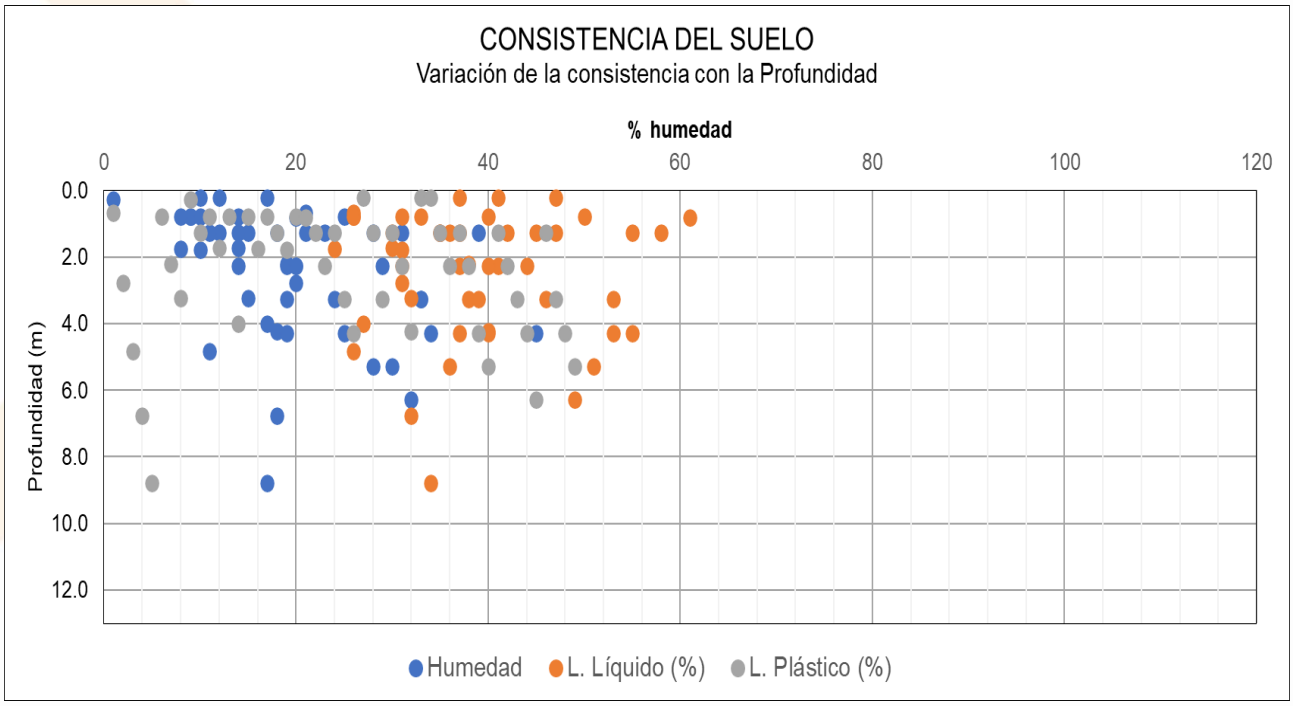


Fuente: Elaboración propia

La carta de plasticidad de Casagrande muestra que la mayor parte de las muestras se concentra en la zona correspondiente a arcillas de baja a media plasticidad (CL), ubicándose por encima de la línea A y con límites líquidos comprendidos principalmente entre 30% y 50%. Asimismo, se observa un grupo de muestras que se extiende hacia la región de arcillas de alta plasticidad (CH), con índices de plasticidad que alcanzan valores cercanos al 35% y límites líquidos superiores al 50%, evidenciando un incremento en el contenido de fracción fina y en el potencial de deformabilidad del material.

En términos generales, la distribución de los resultados confirma el predominio de suelos cohesivos de naturaleza arcillosa, con un comportamiento plástico que varía entre bajo y alto, siendo escasa la presencia de materiales limosos de baja plasticidad o de transición. Este comportamiento es consistente con la clasificación USCS obtenida para las muestras y con el origen residual de los depósitos, producto de la meteorización de las lutitas presentes en el área de estudio.

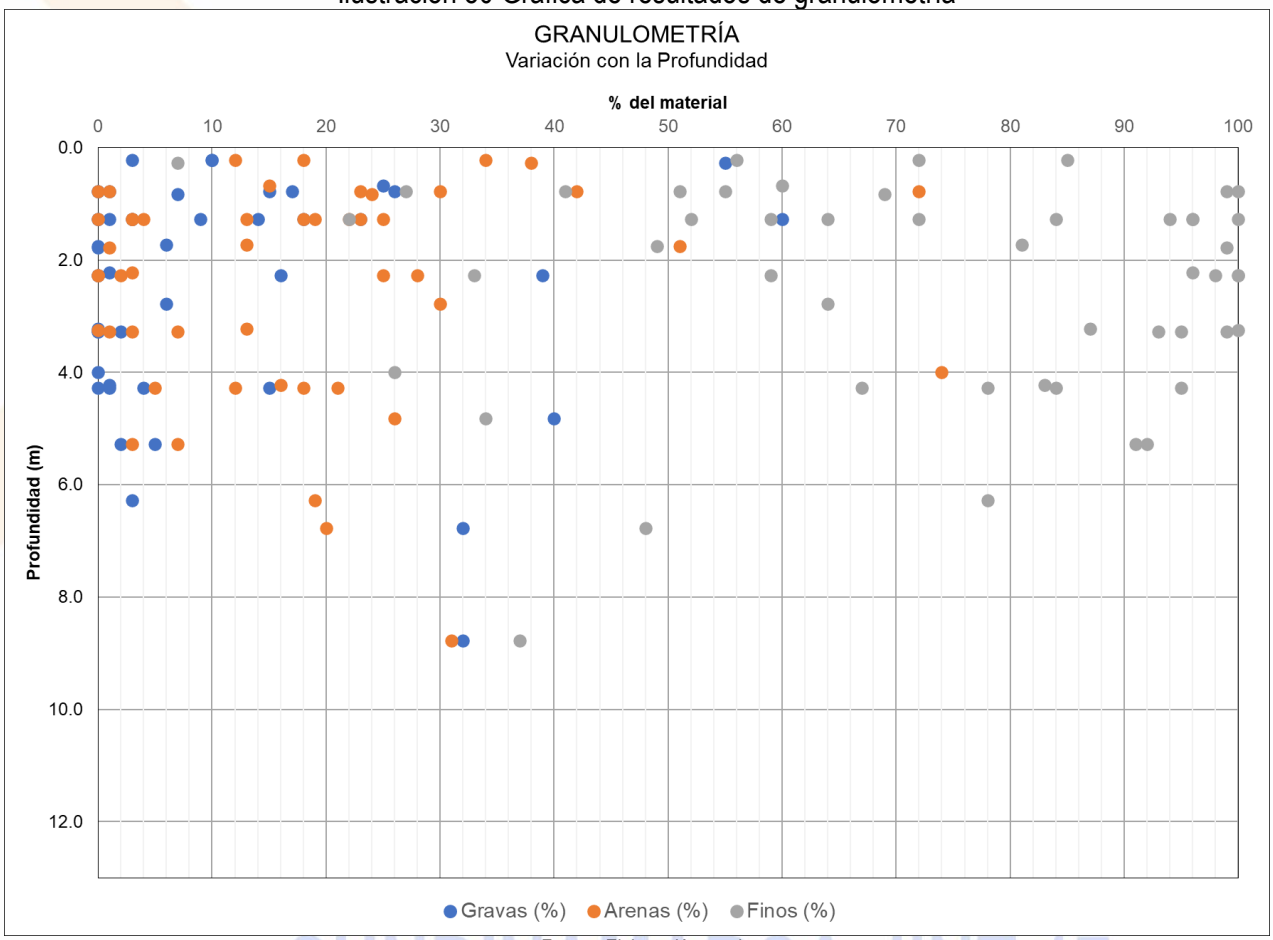
Ilustración 49 Grafica de consistencia del suelo



Fuente: Elaboración propia

La gráfica de Variación de la Consistencia del Suelo muestra que la humedad natural presenta valores predominantemente entre 10% y 35%, con algunos registros puntuales cercanos al 40%. En la mayoría de las muestras, la humedad natural se mantiene por debajo del Límite Plástico (LP), cuyos valores se concentran aproximadamente entre 20% y 45%, y claramente por debajo del Límite Líquido (LL), que varía en general entre 30% y 60%. Esta relación indica que los suelos se encuentran, en su condición natural, en un estado predominantemente semisólido a sólido, caracterizado por una consistencia firme a dura y una baja susceptibilidad a deformaciones bajo las condiciones de humedad observadas

Ilustración 50 Grafica de resultados de granulometría

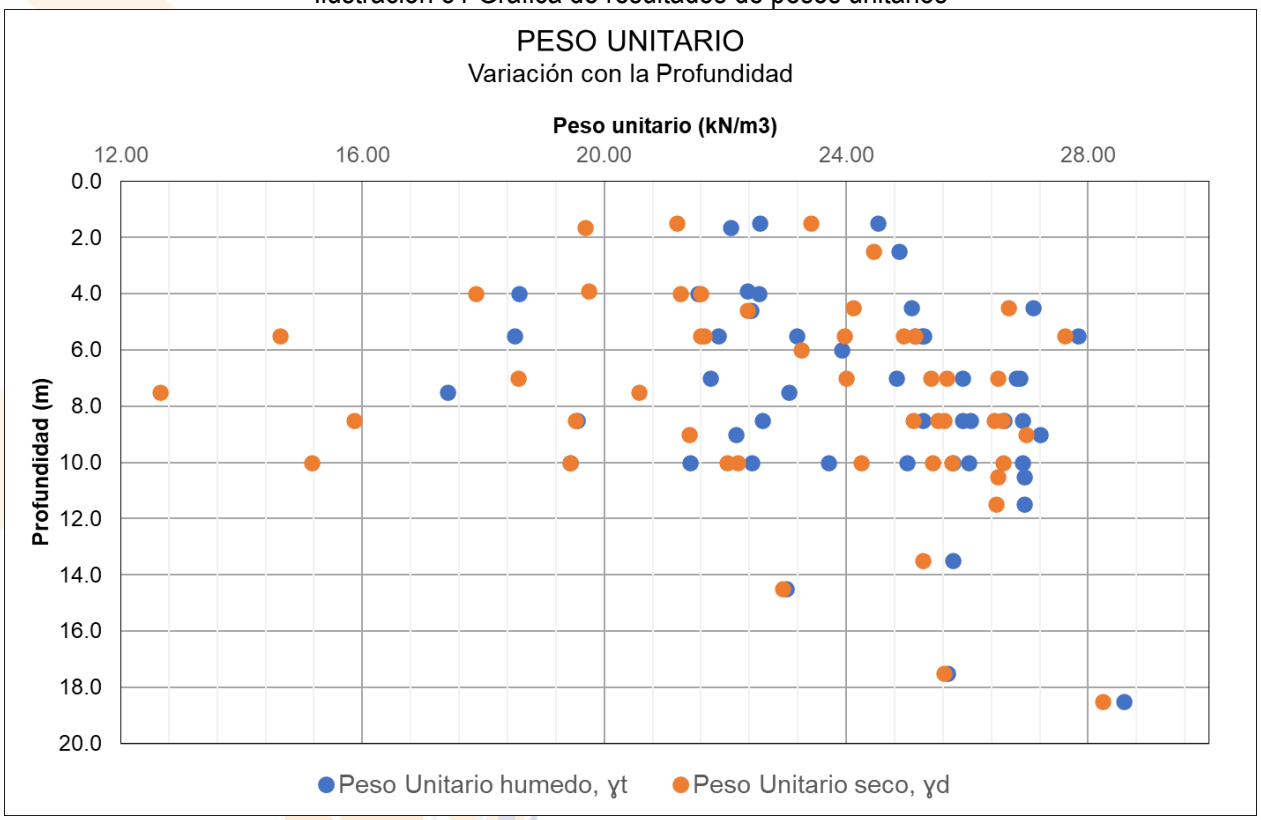


Fuente: Elaboración propia

CUNDINAMARCA JINT 17

La gráfica de Variación de la Granulometría evidencia que el subsuelo está constituido predominantemente por materiales finos, con contenidos que en la mayoría de las muestras superan el 60% y que, en algunos sectores, alcanzan valores cercanos al 100%. En contraste, las fracciones de arena y grava presentan porcentajes considerablemente menores, generalmente inferiores al 30–40%, sin mostrar una tendencia definida con la profundidad. Esta distribución confirma el predominio de suelos finos en el perfil explorado, con variaciones locales que indican la presencia de capas de transición hacia materiales más granulares, particularmente en los niveles de mayor profundidad.

Ilustración 51 Grafica de resultados de pesos unitarios



La gráfica de Variación del Peso Unitario evidencia que los valores de peso unitario húmedo y seco se mantienen relativamente uniformes a lo largo del perfil explorado, sin presentar una tendencia marcada con la profundidad. El peso unitario húmedo se concentra principalmente entre 21 y 27 kN/m³, mientras que el peso unitario seco registra valores predominantes entre 20 y 26 kN/m³. Este comportamiento indica un perfil con condiciones de densificación relativamente homogéneas, característico de suelos de compacidad media a alta y con una baja a moderada relación de vacíos en estado natural.

Tabla 25 Resultados de carga puntual

Localización	Muestra	Profundidad (m)	Descripción de la muestra	Resistencia (MPa)
SUPATÁ PUENTE S-2	M7	5,50 - 7,00	Roca moderadamente dura de color gris oscuro	**44,7**
SUPATÁ PUENTE S-2	*No esp.*	14,50 - 16,00	Roca blanda de color gris oscuro	**20,7**
SUPATÁ PUENTE S-2	M13	*No esp.**	Roca moderadamente dura de color gris claro	**28,5**
SUPATÁ PUENTE S-2	M14	16,00 - 17,50	Roca dura de color gris claro	**100,2**
SUPATÁ PUENTE S-1	M19	18,50 - 20,00	Roca blanda de color negro	**14,1**
SUPATÁ PUENTE S-1	M11	7,00 - 9,00	Roca blanda de color negro	**23,8**
SUPATÁ PUENTE S-1	M15	13,50 - 14,50	Roca blanda de color negro	**35,0**
SUPATÁ PUENTE S-1	M16	14,50 - 16,00	Roca blanda de color negro	**9,6**
SUPATÁ S-3	M8	8,50 - 10,00	Roca blanda de color gris oscuro	**7,4**
SUPATÁ S-3	M4	2,50 - 4,00	Roca blanda de color gris oscuro	**11,5**
SUPATÁ S-13	M4	1,50 - 3,00	Roca blanda de color gris oscuro	**61,3**
SUPATÁ S-3	M6	7,00 - 8,50	Roca blanda de color gris oscuro	**17,3**
SUPATÁ S-3	M6**	7,00 - 8,50	Roca blanda de color gris oscuro	**15,6**
SUPATÁ S-3	M9	8,50 - 10,00	Roca blanda de color gris oscuro	**18,5**
SUPATÁ S-1	M6	5,50 - 7,00	Roca blanda de color gris oscuro	**6,2**
SUPATÁ S-13	M7	5,50 - 7,00	Roca blanda de color negro	**6,1**
SUPATÁ S-13	M9	8,50 - 10,00	Roca blanda de color negro	**13,8**
SUPATÁ S-12	M5	4,00 - 5,50	Roca blanda de color negro	**7,2**
SUPATÁ S-12	M7	7,50 - 8,50	Roca moderadamente dura de color gris	**35,5**
SUPATÁ S-12	M8	8,50 - 10,00	Roca moderadamente dura de color negro	**33,9**
SUPATÁ S-13	M6**	7,00 - 8,50	Roca blanda de color gris	**15,9**
SUPATÁ S-13	M8	8,50 - 10,00	Roca blanda de color gris	**9,5**
SUPATÁ S-8	M6	5,50 - 7,00	Roca blanda de color gris	**20,5**
SUPATÁ S-8	M7	7,00 - 8,50	Roca blanda de color gris	**6,6**

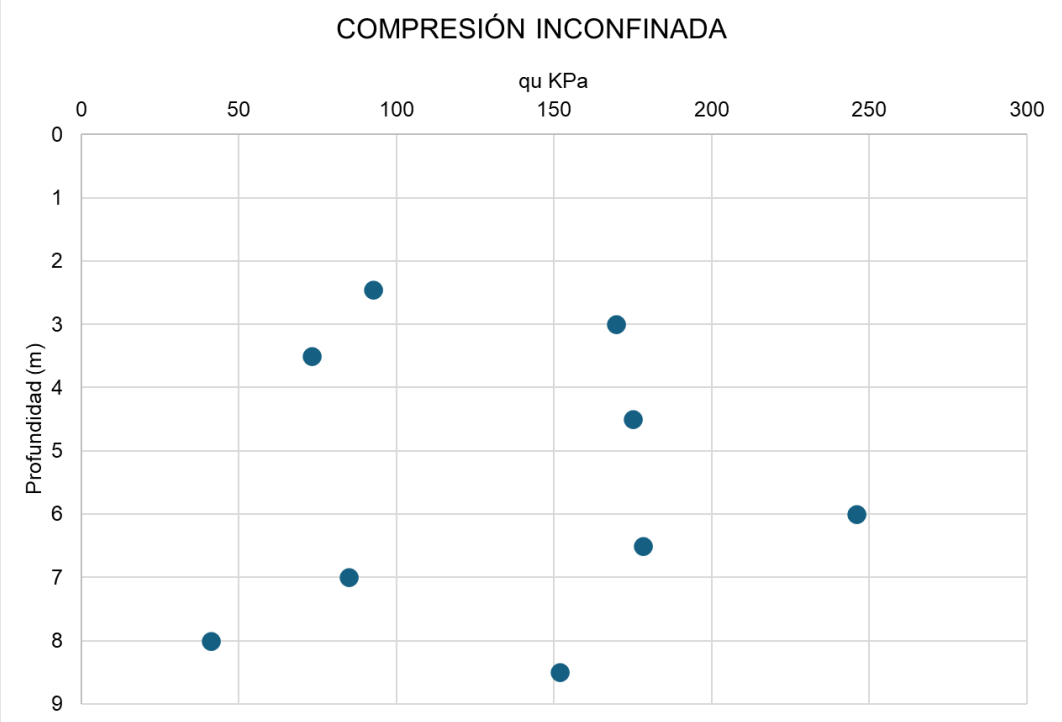
Localización	Muestra	Profundidad (m)	Descripción de la muestra	Resistencia (MPa)
SUPATÁ S-8	M8	8,50 - 10,00	Roca blanda de color gris	**15,2**
SUPATÁ S-6	M3	1,05 - 2,50	Roca muy dura de color gris oscuro	**127,3**
SUPATÁ S-6	M4	2,50 - 4,00	Roca dura de color gris oscuro	**60,3**
SUPATÁ S-6	M6	6,00 - 7,50	Roca dura de color gris oscuro	**37,5**
SUPATÁ S-6	M8	9,00 - 10,00	Roca dura de color gris oscuro	**58,6**
SUPATÁ S-11	M6	4,50 - 6,00	Roca blanda de color negro	**11,9**
SUPATÁ S-11	M7	6,00 - 7,50	Roca blanda de color negro	**9,8**
SUPATÁ S-6	M8**	7,50 - 9,00	Roca blanda de color negro	**14,4**
SUPATÁ S-11	M5	2,00 - 4,00	Roca de color gris oscuro	**5,6**
SUPATÁ S-11	M6**	4,00 - 5,50	Roca de color gris oscuro	**5,1**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Resultados de corte directo

Localización	Número de la Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Angulo de Fricción f (°)	Cohesión (kPa)
SUPATÁ PUENTE S-1	M3	1,00	1,60	24,54	13,10

Ilustración 52 Grafica de resultados de compresión inconfinada



Fuente: Elaboración propia

La gráfica de compresión inconfinada muestra una variabilidad en los valores de resistencia a lo largo del perfil, con valores comprendidos aproximadamente entre 40 y 250 kPa. Los mayores valores de resistencia se presentan de forma puntual entre los 3.0 y 6.5 m de profundidad, alcanzando hasta 250 kPa, mientras que en otros intervalos del mismo perfil se registran resistencias moderadas e incluso bajas, inferiores a 100 kPa. Esta dispersión evidencia la heterogeneidad del subsuelo y sugiere la presencia de materiales con diferentes grados de consistencia y meteorización, sin observar una tendencia clara de incremento o disminución de la resistencia con la profundidad.

En el ANEXO 2 RESULTADOS DE LABORATORIO, se encuentran los resultados de laboratorio de las perforaciones.

8.7 PARÁMETROS DE RESISTENCIA

En el caso de los suelos finos es posible calcular el valor de la resistencia no drenada c_u mediante la expresión:

$$c_u\ (kN/m^2) = 4.4\ N_{campo} \qquad \text{(Stroud, 1974)}$$

Para el caso de los suelos granulares es posible calcular el valor del ángulo de fricción en condición no drenada f' mediante la expresión:

$$\phi' = 17 + \sqrt{20 N_{corr}} \quad \text{(Hatanaka y Uchida, 1996)}$$

En este caso N_{corr} es el valor de la resistencia arrojada por la prueba de SPT en campo, corregida por confinamiento y por energía; el valor del factor de corrección por confinamiento se estima como:

$$Cn = \frac{9.78}{\sqrt{\sigma_v'}} \text{(Liao \& Whitman,1986)}$$

El factor de corrección por energía es:

$$e = (e1 / e2) = (45 / 60) = 0.75$$

En la expresión anterior s'_v es el esfuerzo vertical efectivo a la profundidad de ensayo; en este caso se asume que la energía de ensayo es del 45%.

Con esto, para cada profundidad de ensayo, se tiene:

$$N_{corr} = e \times Cn \times N_{campo} \qquad \text{(Bowles, 1988)}$$

Estos valores se emplearán en la determinación de parámetros.

8.8 PARÁMETROS DE RESISTENCIA EN ROCA

Es posible establecer el valor del Rock Mass Rating (RMR) con base en los siguientes parámetros de calificación (Bieniawski, 1975):

- Resistencia a la Compresión del Material Rocoso (1)
- Índice de Calidad de la Roca – RQD (2)
- Espaciamiento entre Juntas (3)
- Estado de las Juntas (4)
- Condición de Flujo del Agua (5)
- Ajustes por Orientación de Discontinuidades (6)

Se propone aplicar los siguientes criterios para la determinación de las calificaciones, según lo encontrado en las perforaciones:

- El espaciamiento entre juntas se establece visualmente de las muestras de roca obtenidas de las perforaciones.
- El estado de las juntas se califica con el segundo puntaje más desfavorable en todos los casos.
- La condición de flujo de agua se considera siempre como la más desfavorable.
- El ajuste por orientación de discontinuidades se realiza visualmente, dependiendo de la orientación de las diaclasas encontradas en las muestras de roca recuperadas.

La calificación se hace con ayuda de las Tablas 10.4.6.4-1 y 10.4.6.4-2 de la CCP-14, para el material rocoso encontrado en la perforación 2 del puente 1.

Figura **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**-1 Criterios de determinación del RMR perforación 1 del puente 2.

Tabla 10.4.6.4-1 — Clasificación de macizos rocosos geotécnicos

Parámetro			Rango de valores						
1	Resistencia del material de roca intacta	Índice de resistencia con carga puntual	>8 MPa	4-8 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Para este rango bajo, se prefiere la prueba de resistencia a la compresión uniaxial		
		Resistencia a la compresión uniaxial	>200 MPa	100-200 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	10-25 MPa	3.5-10 MPa	1.0-3.5 MPa
	Valoración relativa		15	12	7	4	2	1	0
2	Calidad del núcleo de la perforación RQD		90% a 100%	75% a 90%		50% a 75%		25% a 50%	<25%
	Valoración relativa		20	17		13		8	3
3	Espaciamiento de las juntas		>3000 mm	900-3000 mm		300-900 mm		50-300 mm	<50mm
	Valoración relativa		30	25		20		10	5
4	Condición de las juntas		• Superficies muy rugosas • No continuas • Sin separación • Junta de pared de roca dura	• Superficies ligeramente rugosas • Separación <1.25 mm. • Junta de pared de roca dura		• Superficies ligeramente rugosas • Separación < 1.25mm • Junta de pared de roca blanda		• superficies suavizadas lateral o • Gubia <5mm • Espesor <5mm • Juntas abiertas 1.25 - 5mm • Juntas continua	• Gubia suave >5mm Espesor o • Juntas abiertas >5mm • Juntas continuas
	Valoración relativa		25	20		12		6	0
5	Condiciones del agua subterránea (use uno de los tres criterios de evaluación según sea apropiado para el método de exploración)	Caudal de entrada por cada 30 mm de longitud del túnel	Ninguna	<25 L/min		25-125 L/min		>125 L/min	
		Relación = presión del agua de la junta / principal mayor	0	0.0-0.2		0.2-0.5		>0.5	
		Condiciones generales	Completamente seco	Humedad solamente (agua intersticial)		Agua a presión moderada		Graves problemas por agua	
	Valoración relativa		10	7		4		0	

Tabla 10.4.6.4-2 — Ajuste en la valoración geomecánica por orientación de las juntas

Orientaciones de Juntas		Muy favorable	Favorable	Aceptable	Desfavorable	Muy desfavorable
Valoraciones	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Pendientes	0	-5	-25	-50	-60

TOTAL =5

Se realiza el cálculo del módulo de elasticidad tomando un resultado de RMR=5 como se muestra a continuación.

$$E_m(MPa) = 1000\left(10^{\frac{RMR-10}{40}}\right)$$

E_m=750 Mpa

8.9 PARÁMETROS DE DEFORMACIÓN

Para el caso de los suelos finos, el valor del módulo de elasticidad E_s se estima de acuerdo con la expresión (Das, 2001):

$$E_s = 500\ c_u$$

En el caso de los estratos granulares, el valor del módulo de elasticidad E_s puede estimarse mediante la expresión (Adaptado de Bowles, 1996):

$$E_s = 3{,}000\ N_{campo}$$

La variación de los parámetros de resistencia y deformación con la profundidad se presentan a continuación:

Ilustración 53 Perfil de resistencia S1.

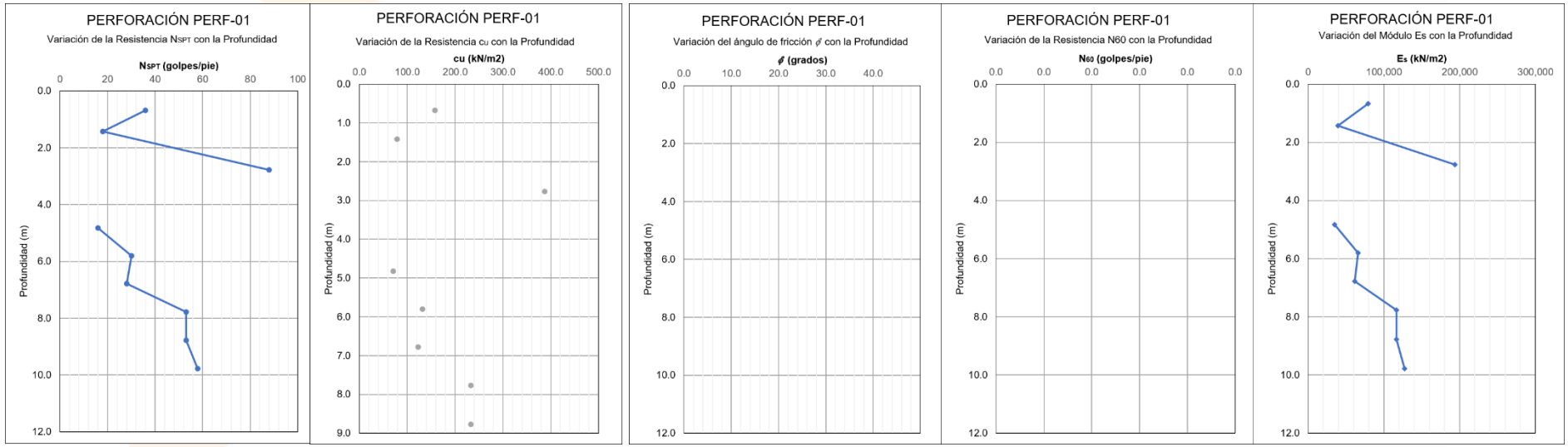


Ilustración 54 Perfil de resistencia S2.

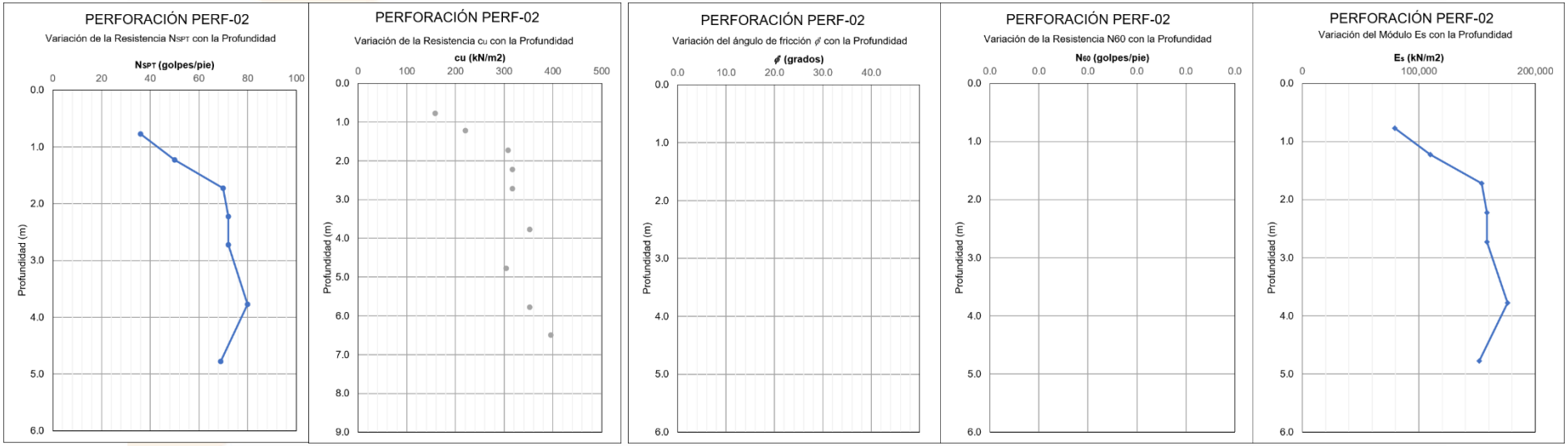


Ilustración 55 Perfil de resistencia S5.

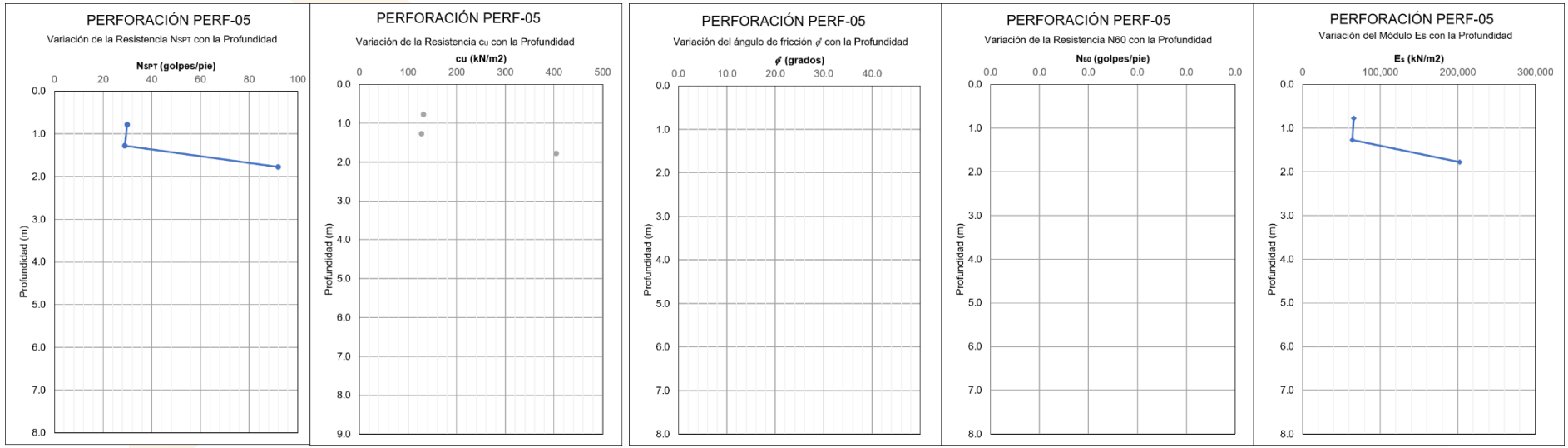


Ilustración 56 Perfil de resistencia S6.

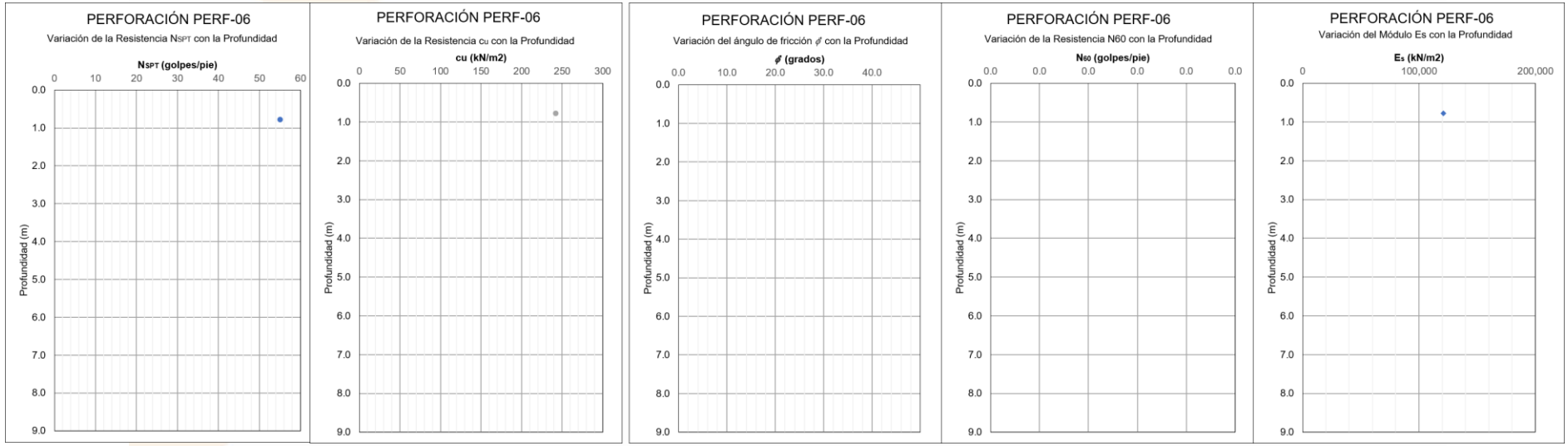


Ilustración 57 Perfil de resistencia S7.

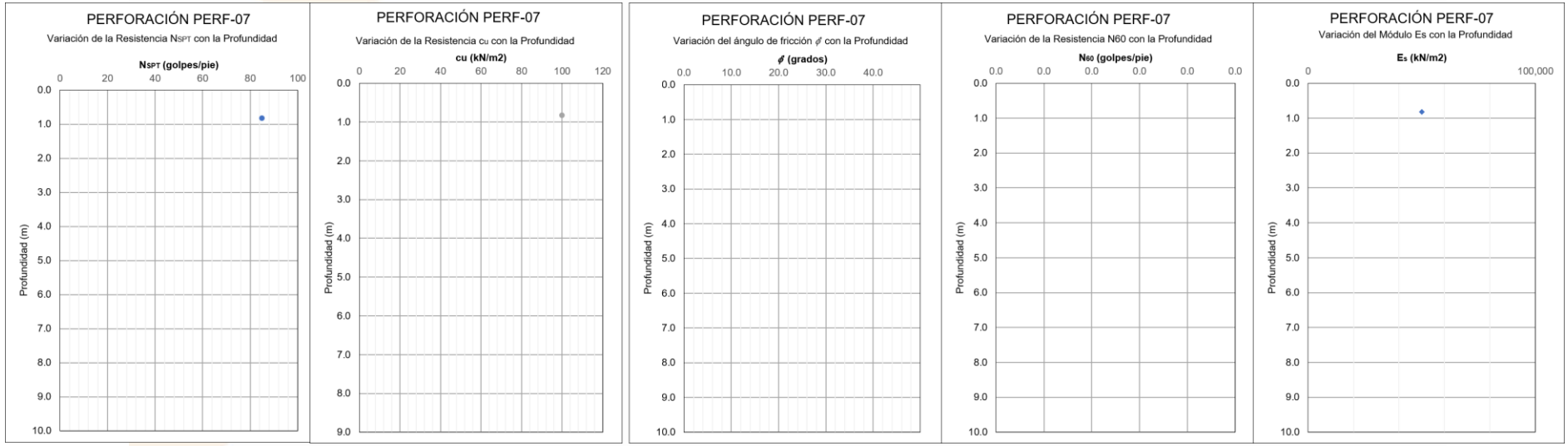


Ilustración 58 Perfil de resistencia S8.

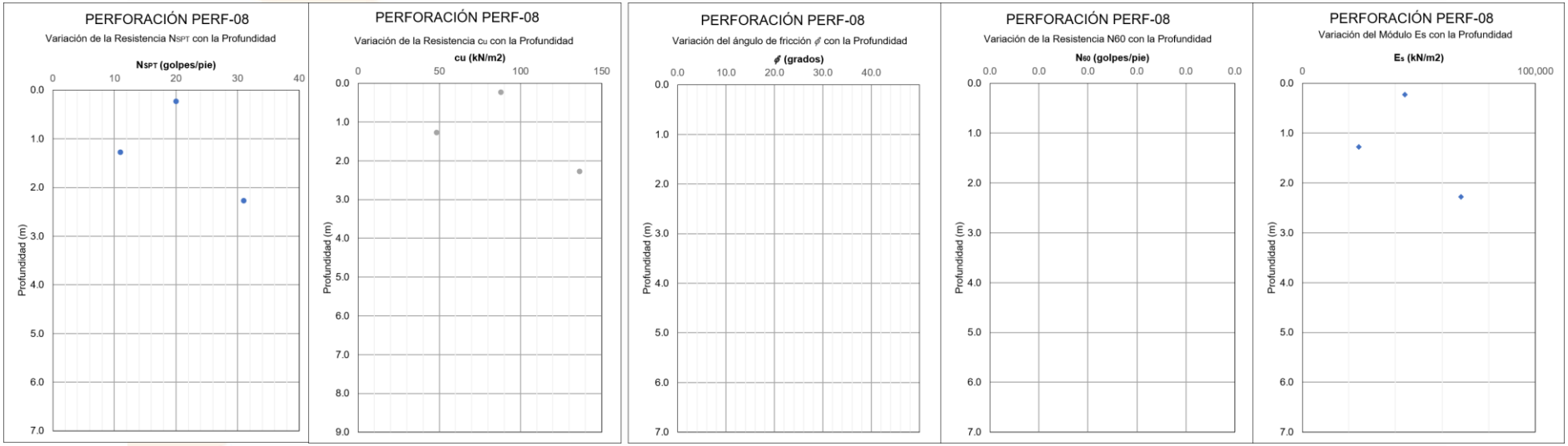


Ilustración 59 Perfil de resistencia S9.

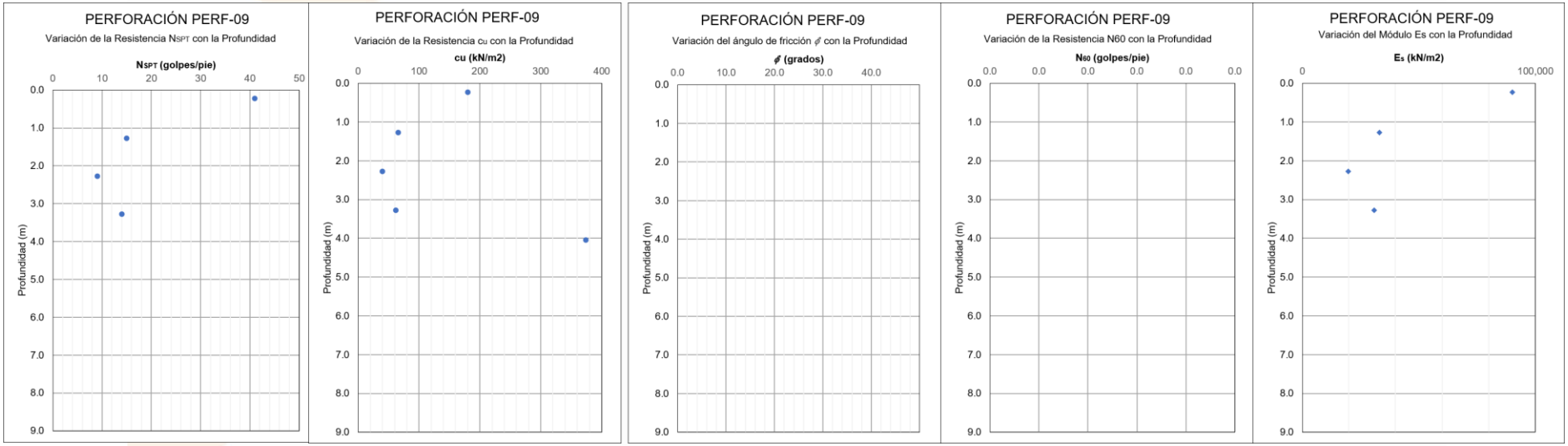


Ilustración 60 Perfil de resistencia S10.

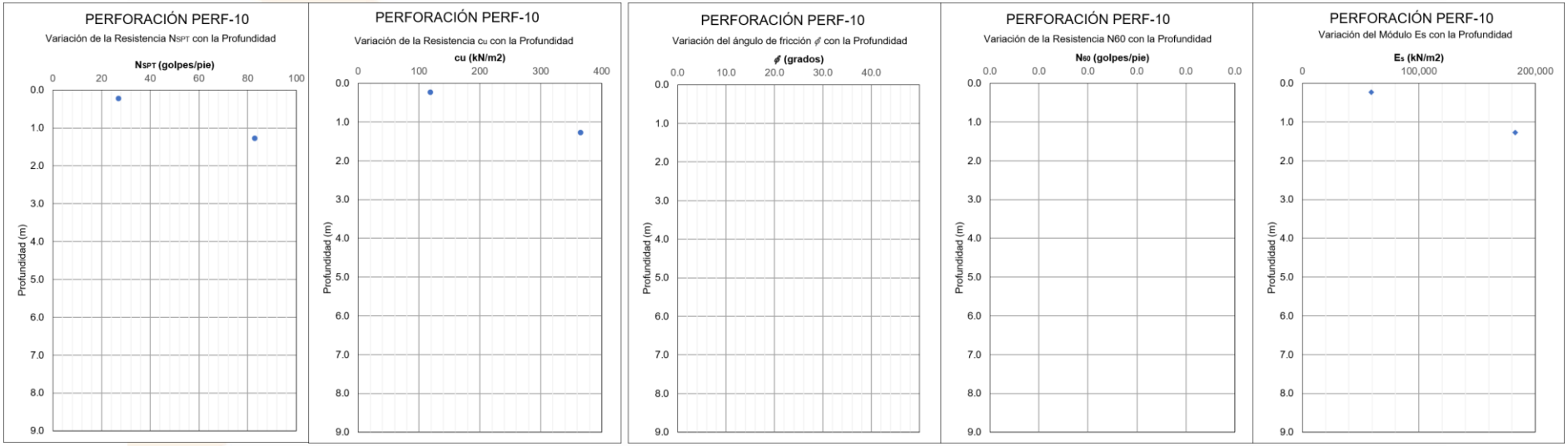


Ilustración 61 Perfil de resistencia S11.

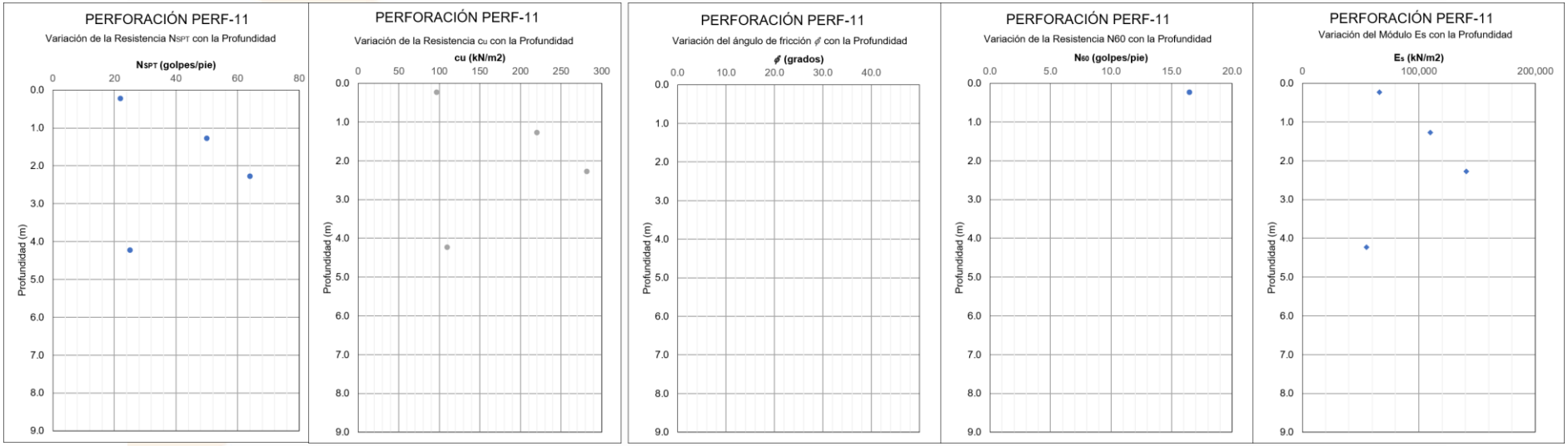


Ilustración 62 Perfil de resistencia S12.

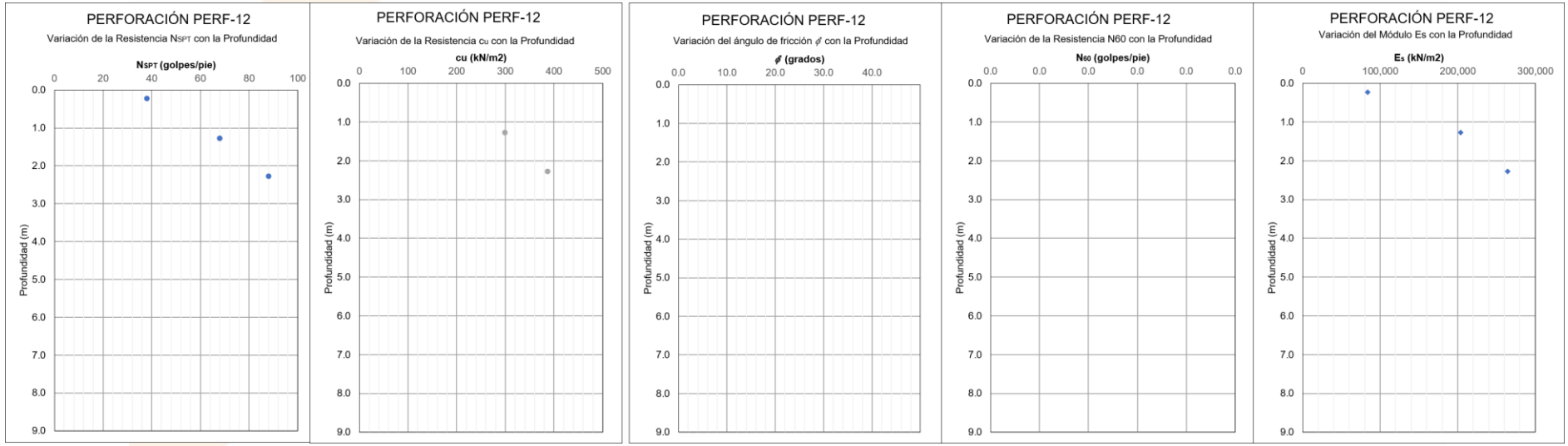


Ilustración 63 Perfil de resistencia S13.

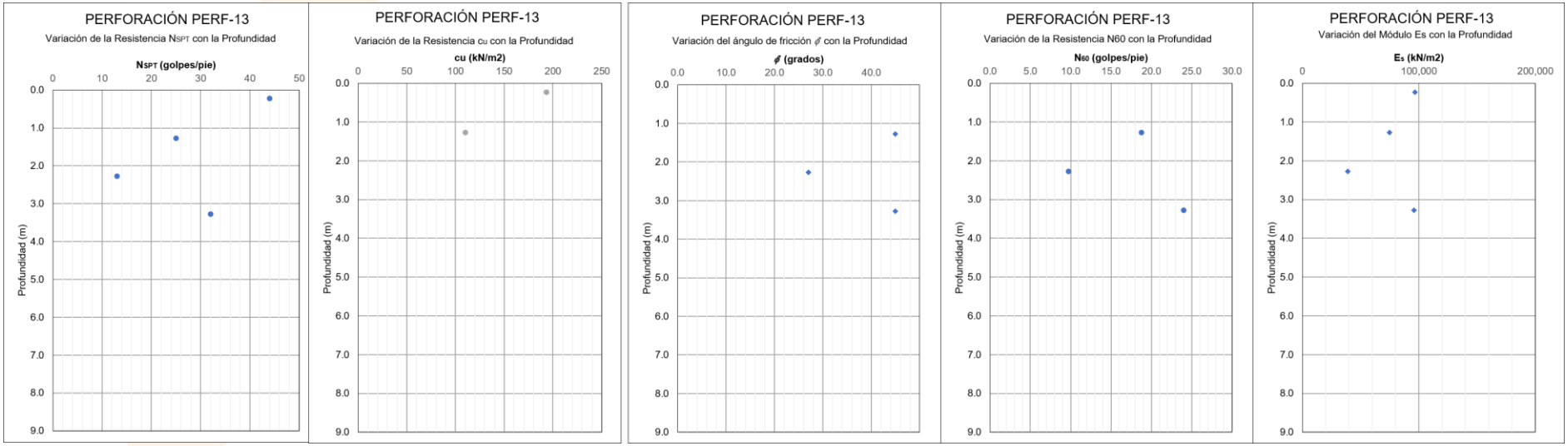


Ilustración 64 Perfil de resistencia S14.

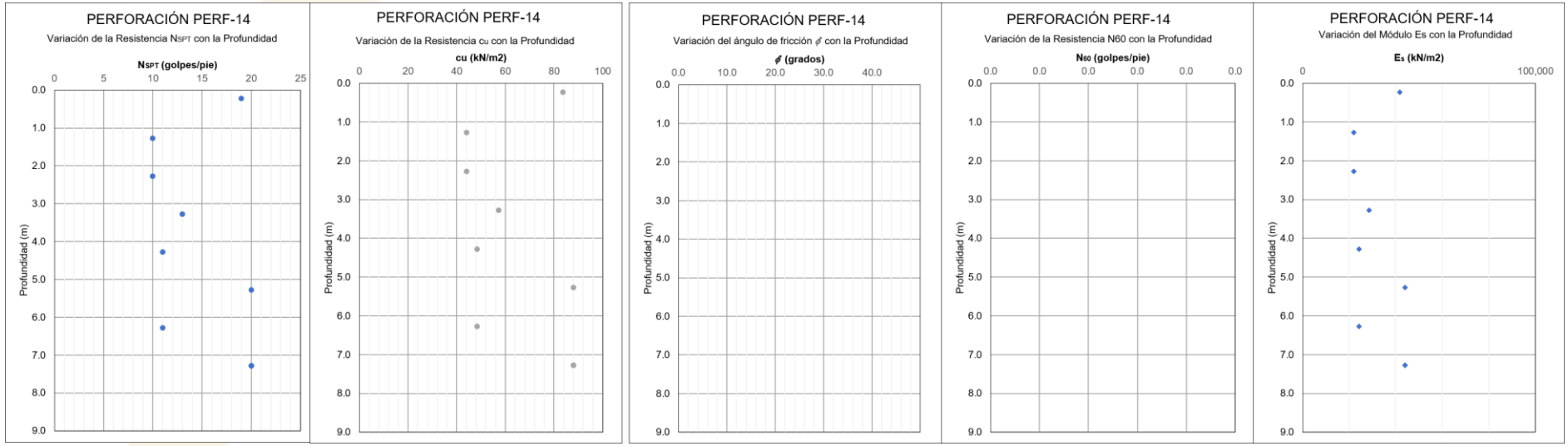


Ilustración 65 Perfil de resistencia S15.

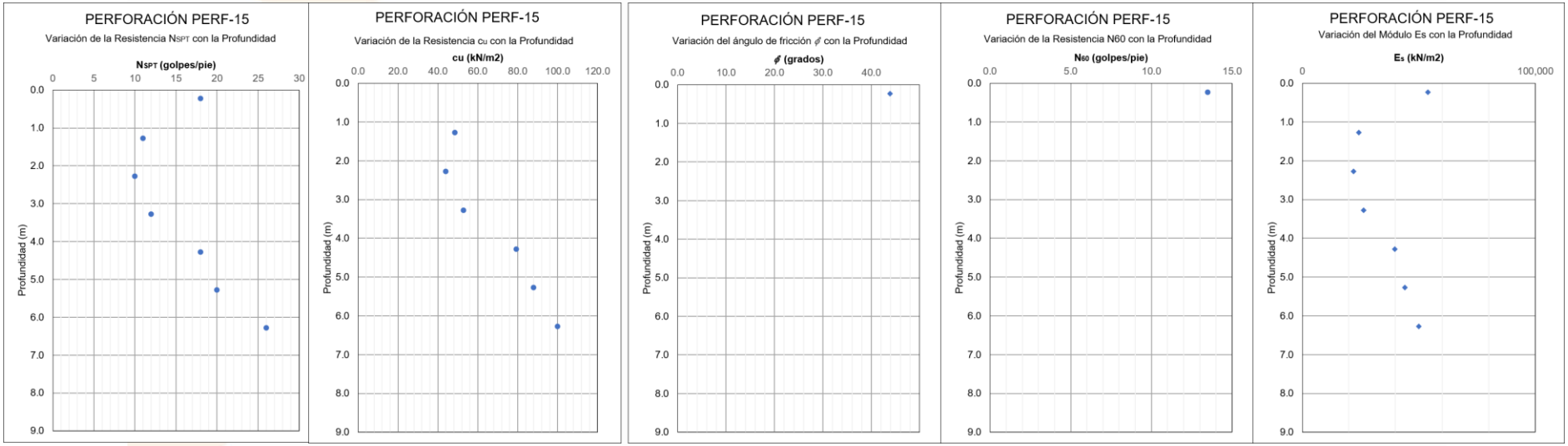


Ilustración 66 Perfil de resistencia S16.

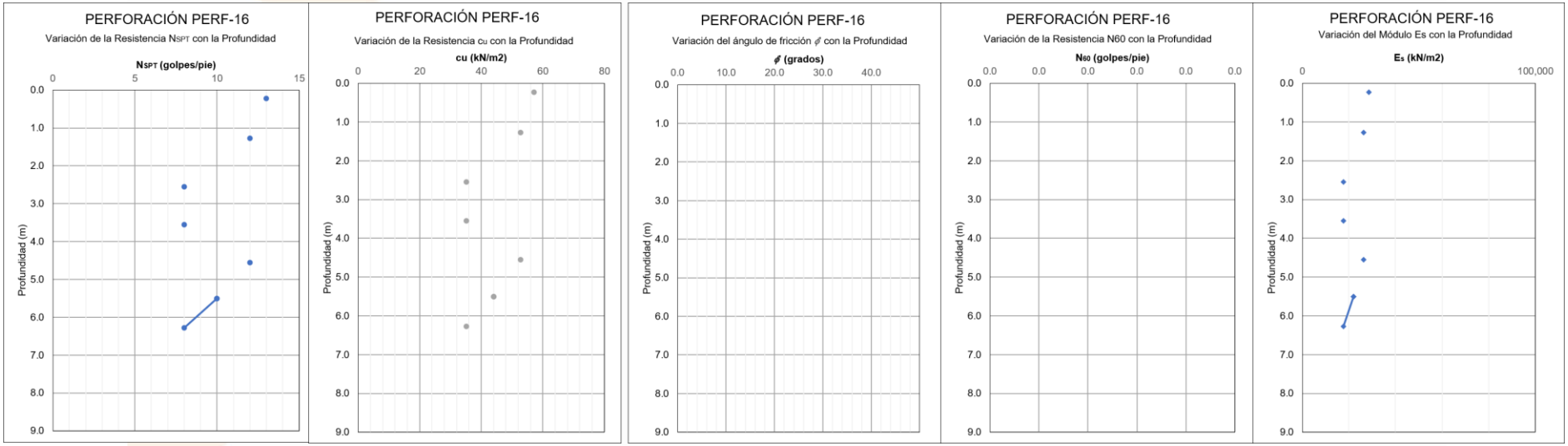


Ilustración 67 Perfil de resistencia Puente S1.

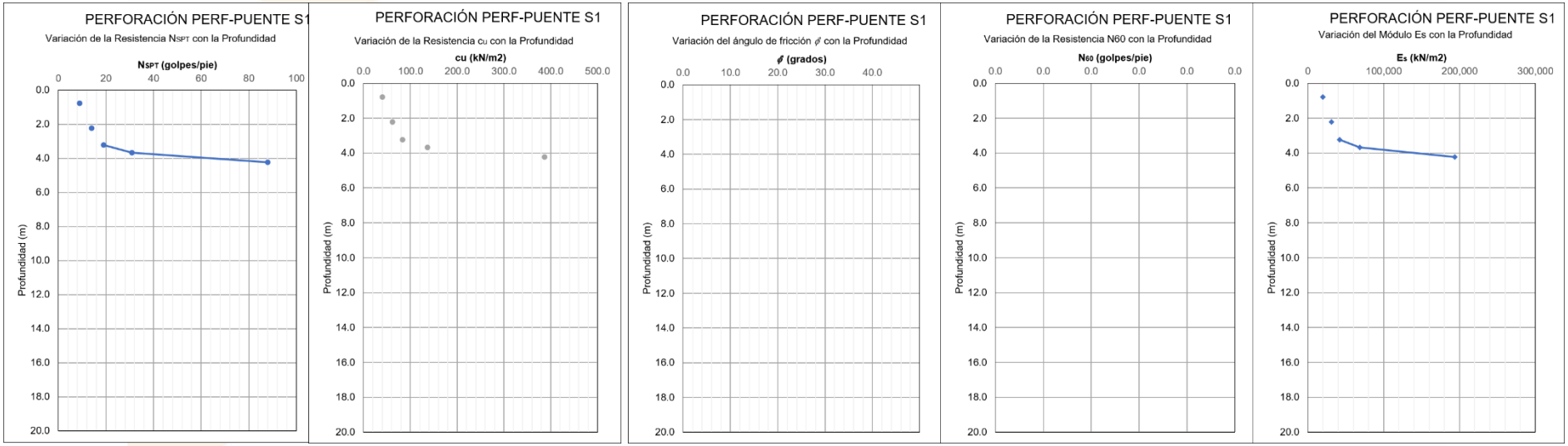
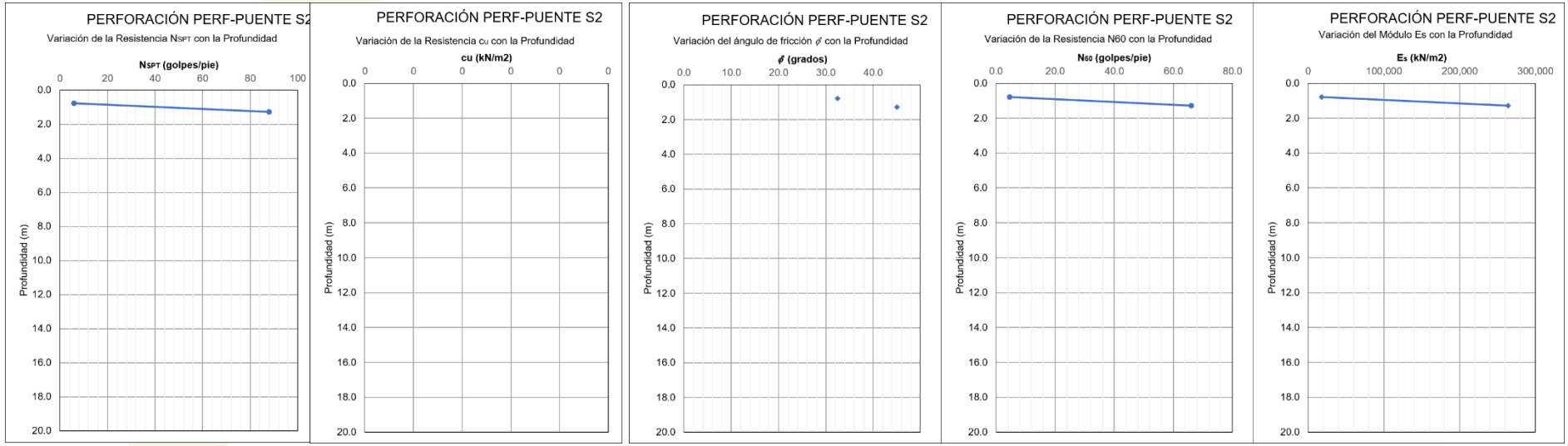


Ilustración 68 Perfil de resistencia Puente S2.

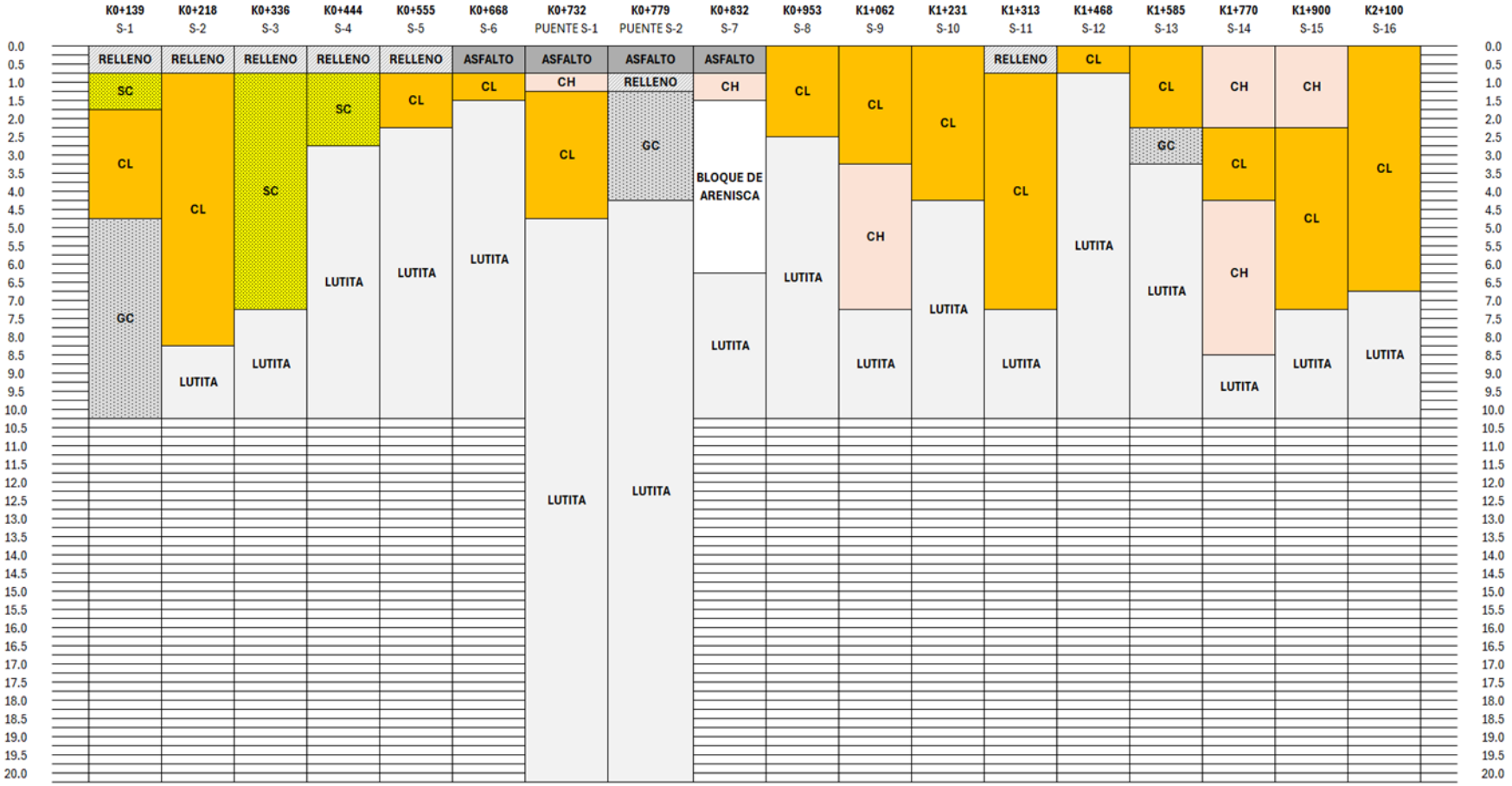


8.10 SECTORIZACIÓN

Esta actividad se hace considerando los perfiles estratigráficos encontrados en la exploración geotécnica directa, y la morfología del terreno a lo largo del corredor vial.

La variación de la estratigrafía del terreno a lo largo del corredor vial se ilustra a continuación:

Ilustración 69 Perfiles estratigráficos encontrados en la exploración geotécnica directa



CUNDINAMARCA JINT 17

Con base en la estratigrafía es posible definir los siguientes sectores:

Tabla 27 Sectores definidos según la estratigrafía

Sector	Abscisas
1	K0+000 a K0+380
2	K0+380 a K1+680
3	K1+680 a K2+100

Por otra parte, a lo largo del corredor se identifican tres sectores homogéneos desde el punto de vista de la morfología:

Tabla 28 Tipo de terreno según la morfología encontrada

Sector	Tipo de Terreno
1 (K0+000 a K1+800)	Escarpado
2 (K1+800 a K2+100)	Ondulado

Con todo lo anterior se propone establecer la siguiente sectorización del tramo en estudio:

Tabla 29 Sectorización definitive del corredor vial

Sector	Abscisas	Tipo de Terreno	Profundidad a Roca (m)
1	K0+000 a K0+380	Escarpado	> 7m
2	K0+380 a K1+680	Escarpado	> 4m
3	K1+680 a K1+800	Escarpado	> 8m
4	K1+800 a K2+100	Ondulado	> 8m

Los resultados de los ensayos de laboratorio muestran que la roca, en este caso lutitas, solamente fue posible realizar treinta y cuatro (34) ensayos de carga puntual con resultados marginales, de entre 5.1 MPa, 61.3 MPa, y 127.3 MPa (Ver Tabla 25), por lo que se propone considerar el basamento, para efectos de análisis de cimentaciones, como un estrato de suelo cohesivo duro.

8.11 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

El presente capítulo tiene como objetivo la definición de los parámetros geotécnicos requeridos para el desarrollo de los análisis y diseños contemplados en el proyecto. Estos parámetros se establecen a partir de la interpretación y correlación de la información obtenida en la campaña de exploración e incluyendo los ensayos de campo tipo SPT (Standard Penetration Test). Para el caso de los parámetros derivados del SPT, las correlaciones empleadas se presentan en los capítulos 8.5 Parámetros de Resistencia y 8.6 Parámetros de Deformación.

Los parámetros de resistencia y deformación para cada uno de los sectores que conforman la vía son los siguientes:

Tabla 30 Parámetros Geotécnicos para el Sector 1 (K0+000 a K0+380)

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	N_{campo} (golpes/pie)	c' (KPa)	ϕ' (°)	c_u (KPa)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	7	Arcilla de baja plasticidad	16	7.04	25	70.4		35200
7	10	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Parámetros Geotécnicos para el Sector 2 (K0+380 a K1+680)

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	N_{campo} (golpes/pie)	c' (KPa)	ϕ' (°)	c_u (KPa)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	4	Arcilla de baja plasticidad	11	4.84	25	48.4		24200
4	10	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32 Parámetros Geotécnicos para el Sector 3 (K1+680 a K1+800)

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	N_{campo} (golpes/pie)	c' (KPa)	ϕ' (°)	c_u (KPa)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	8	Arcilla de baja plasticidad	8	3.52	25	35.2		17600
8	10	Lutita					0.8	750000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33 Parámetros Geotécnicos para el Sector 3 (K1+800 a K2+100)

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	N_{campo} (golpes/pie)	c' (KPa)	ϕ' (°)	c_u (KPa)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	8	Arcilla de baja plasticidad	8	3.52	25	35.2		17600
8	10	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados permiten establecer las siguientes características del comportamiento de los materiales examinados:

- Los contenidos de humedad de los suelos residuales son bajos e indican que estos estratos no son susceptibles a la percolación, esto en virtud de los contenidos altos de finos que muestran y que determinan la presencia de bajas permeabilidades.

- Los pesos unitarios reportados para los suelos residuales indican que estos materiales, en su estado natural, no son colapsables.

- Si bien la exploración geotécnica muestra la presencia de lutitas, los materiales recuperados corresponden realmente a niveles de roca muy meteorizada más asimilables; para análisis se propone caracterizar esos materiales como suelos cohesivos duros.

Por otra parte, los parámetros geotécnicos para el cálculo de cimentaciones en uno de los sitios críticos examinados son los siguientes:

Tabla 34 Parámetros Geotécnicos SONDEO 1 K0+139

Sondeo 1 K0+139							
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	Es (kN/m2)
0	3.0	Limo Arcilloso	20	8.8	25	88	44000
3.0	7.0	Arcilla	16	7.0	25	70.4	35200
7.0	10.	Lutita muy meteorizada (se analiza como suelo)	50	22.0	25	220	110000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35 Parámetros Geotécnicos SONDEO 2 K0+218

Sondeo 2 K0+218								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Relleno	36	5	35			
0.5	8.0	Arcilla de Baja Plasticidad	50	22	25	220		121000
8.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36 Parámetros Geotécnicos SONDEO 3 K0+336

Sondeo 3 K0+336								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Relleno		5	35			
0.5	7.0	Arena Arcillosa	50		39			150000
7.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 Parámetros Geotécnicos SONDEO 4 K0+444

Sondeo 4 K0+444								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	N60	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Relleno						
0.5	2.5	Arena Arcillosa	50		39	37.5		150000
2.5	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Parámetros Geotécnicos SONDEO 5 K0+555

Sondeo 5 K0+555								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Relleno		5	35			
0.5	2.0	Arcilla de Baja Plasticidad	29			127.6		63800
2.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Parámetros Geotécnicos SONDEO 6 K0+668

Sondeo 6 K0+668								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Asfalto						
0.5	1.0	Arcilla de Baja Plasticidad	50	22	25	220		121000
1.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 Parámetros Geotécnicos SONDEO 7 K0+832

Sondeo 7 K0+832								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Asfalto						
0.5	1.5	Arcilla de Alta Plasticidad	50	22	25	220		121000
1.5	6.0	Bloque de Arenisca	50	5	39			150000
6.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Parámetros Geotécnicos SONDEO 8 K0+953

Sondeo 8 K0+953								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	2.5	Arcilla de Baja Plasticidad	11	4.8	25	48.4		24200
2.5	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Parámetros Geotécnicos SONDEO 9 K1+062

Sondeo 9 K1+062								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	3.0	Arcilla de Baja Plasticidad	15	6.5	25	66		33000
3.0	7.0	Arcilla de Alta Plasticidad	9	3.9	25	39.6		19800
7.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Parámetros Geotécnicos SONDEO 10 K1+231

Sondeo 10 K1+231								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	4.0	Arcilla de Baja Plasticidad	27	11.8	25	118.8		59400
4.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Parámetros Geotécnicos SONDEO 11 K1+313

Sondeo 11 K1+313								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Relleno						
0.5	7.0	Arcilla de Baja Plasticidad	25	11	25	110		55000
7.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Parámetros Geotécnicos SONDEO 12 K1+468

Sondeo 12 K1+468								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	0.5	Arcilla de Baja Plasticidad	38	16.7	25	167.2		83600
0.5	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46 Parámetros Geotécnicos SONDEO 13 K1+585

Sondeo 13 K1+585									
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	N60	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	2.0	Arcilla de Baja Plasticidad	25	11	25		110		75000
2.0	3.0	Grava Arcillosa	13		27	9.8			39000
3.0	10.0	Lutita						0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47 Parámetros Geotécnicos SONDEO 14

Sondeo 14 K1+770								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	2.0	Arcilla de Alta Plasticidad	10	4.4	25	44		22000
2.0	4.0	Arcilla de Baja Plasticidad	13	5.7	25	57.2		28600
4.0	8.0	Arcilla de Alta Plasticidad	11	4.8	25	48.4		24200
8.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48 Parámetros Geotécnicos SONDEO 15

Sondeo 15 K1+900								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	2.0	Arcilla de Alta Plasticidad	11	4.84	25	48.4		24200
2.0	7.0	Arcilla de Baja Plasticidad	12	5.28	25	52.8		26400
7.0	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49 Parámetros Geotécnicos SONDEO 16 K2+100

Sondeo 16 K2+100								
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	c	ϕ	cu(KPA)	qu(MPA) (Roca)	Es (kN/m2)
0	6.5	Arcilla de Baja Plasticidad	8	3.52	25	35.2		17600
6.5	10.0	Lutita					0.5	750000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 Parámetros Geotécnicos PUENTE - S1 K0+740

Puente S1							
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	qu ROCA (Mpa)	qu (KPA)	cu(KPA)	Es (kN/m2)
0	4.5	Arcilla Limosa	19			83.6	41800
4.5	30	Lutita meteorizada		0.5			750000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51 Parámetros Geotécnicos PUENTE – S2 K0+800

Puente S2							
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATO	Nspt	qu ROCA (Mpa)	N60)	cu(KPA)	Es (kN/m2)
0	4	Arcilla Limosa	50		37.5		110000
4	30	Lutita meteorizada		0.5			750000

Fuente: Elaboración propia.

9. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

El presente capítulo aborda el análisis geotécnico orientado a la evaluación de la estabilidad como criterio de diseño para las soluciones de estabilización en los puntos de inestabilidad identificados en el estudio de taludes. Este análisis se desarrolla específicamente para las abscisas KK0+120 a K0+180, donde se han previsto intervenciones geotécnicas que requieren la verificación de las condiciones de estabilidad del terreno, así como la definición de medidas correctivas y de contención acordes con las condiciones del sitio.

Sitio Crítico	Abscisa	Tipo de Cimentación	Diámetro [m]	Profundidad [m]	Separación [m]	Tipo de Contención	Altura [m]
SC1	K0+120 a K0+180	Caissons	1.2	5.0	3.0	Muro	2.0

9.1 PERFIL DEL SUELO

Se determinó el Perfil de Suelo y espectro sísmico para los puentes del estudio, esto siguiendo los lineamientos de la CCP-14 según las pruebas de SPT realizadas; los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 52 Perfil de Suelos Sondeo 1

SUPATÁ SONDEO S-1

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	2.00	2.0	13.5	0.15
2	2.00	30.00	28.0	37.5	0.75
				S	**0.89**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**34**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53 Perfil de Suelos Sondeo 2

SUPATÁ SONDEO S-2

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	1.00	1.0	27	0.04
2	1.00	6.00	5.0	54.75	0.09
2	6.00	30.00	24.0	67.5	0.36
				S	**0.48**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**62**

SUELO TIPO	**C**

Fuente: Elaboración propia.

Consorcio CUNDINAMARCA JINT 17

Tabla 54 Perfil de Suelos Sondeo 3

SUPATÁ SONDEO S-3

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	30.00	30.0	62.25	0.48
				S	**0.48**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**62**
				SUELO TIPO	**C**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55 Perfil de Suelos Sondeo 5

SUPATÁ SONDEO S-5

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	2.00	2.0	21.75	0.09
2	2.00	30.00	28.0	69	0.41
				S	**0.50**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**60**
				SUELO TIPO	**C**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56 Perfil de Suelos Sondeo 6

SUPATÁ SONDEO S-6

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	1.00	1.0	41.25	0.02
2	1.00	30.00	29.0	67.5	0.43
				S	**0.45**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**66**
				SUELO TIPO	**C**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57 Perfil de Suelos Sondeo 7

SUPATÁ SONDEO S-7

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	30.00	30.0	63.75	0.47
				S	**0.47**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**64**
				SUELO TIPO	**C**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58 Perfil de Suelos Sondeo 8

SUPATÁ SONDEO S-8

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	2.00	2.0	8.25	0.24
2	2.00	30.00	28.0	23.25	1.20
				S	**1.45**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**21**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59 Perfil de Suelos Sondeo 9

SUPATÁ SONDEO S-9

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	3.50	3.5	9	0.39
2	3.50	30.00	26.5	63.75	0.42
				S	**0.80**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**37**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60 Perfil de Suelos Sondeo 10

SUPATÁ SONDEO S-10

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	1.00	1.0	20.25	0.05
2	1.00	30.00	29.0	62.25	0.47
				S	**0.52**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**58**
				SUELO TIPO	**C**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61 Perfil de Suelos Sondeo 11

SUPATÁ SONDEO S-11

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	1.00	1.0	16.5	0.06
2	1.00	4.00	3.0	42.75	0.07
3	4.00	5.00	1.0	18.75	0.05
4	5.00	30.00	25.0	63	0.40
				S	**0.58**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**52**
				SUELO TIPO	**C**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62 Perfil de Suelos Sondeo 12

SUPATÁ SONDEO S-12

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	1.00	1.0	28.5	0.04
2	1.00	30.00	29.0	51	0.57
				S	**0.60**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**50**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63 Perfil de Suelos Sondeo 13

SUPATÁ SONDEO S-13

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	3.00	3.0	14.25	0.21
2	3.00	5.00	2.0	24	0.08
3	5.00	30.00	25.0	58.5	0.43
				S	**0.72**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**42**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64 Perfil de Suelos Sondeo 14

SUPATÁ SONDEO S-14

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	8.50	8.5	8.25	1.03
2	8.50	30.00	21.5	42	0.51
				S	**1.54**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**19**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65 Perfil de Suelos Sondeo 15

SUPATÁ SONDEO S-15

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	4.50	4.5	8.25	0.55
2	4.50	6.50	2.0	14.25	0.14
3	6.50	30.00	23.5	19.5	1.21
				S	**1.89**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**16**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66 Perfil de Suelos Sondeo 16

SUPATÁ SONDEO S-16

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m) DESDE	HASTA	ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
1	0.00	3.00	3.0	9	0.33
2	3.00	5.00	2.0	6	0.33
3	5.00	6.50	1.5	8.25	0.18
4	6.50	30.00	23.5	6	3.92
				S	**4.77**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**6**
				SUELO TIPO	**E o F**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67 Perfil de Suelos ¨Puente 1 S1

SUPATÁ SONDEO PUENTE S1

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)		ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
	DESDE	HASTA			
1	0.00	3.50	3.5	8.25	0.42
2	3.50	4.50	1.0	14.25	0.07
3	4.50	30.00	25.5	66.75	0.38
				S	**0.88**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**34**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68 Perfil de Suelos ¨Puente 1 S2

SUPATÁ SONDEO PUENTE S2

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SUELOS - CON N (golpes/pie)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)		ESPESOR (m)	N (golpes/pie)	di/N
	DESDE	HASTA			
1	0.00	1.00	1.0	4.5	0.22
2	1.00	30.00	29.0	66	0.44
				S	**0.66**
				ds	**30.0**
				N (golpes/pie)	**45**
				SUELO TIPO	**D**

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la tabla resumen con el tipo de suelo asignado a cada sondeo.

Tabla 69 Resumen resultados de perfil de suelo obtenidos.

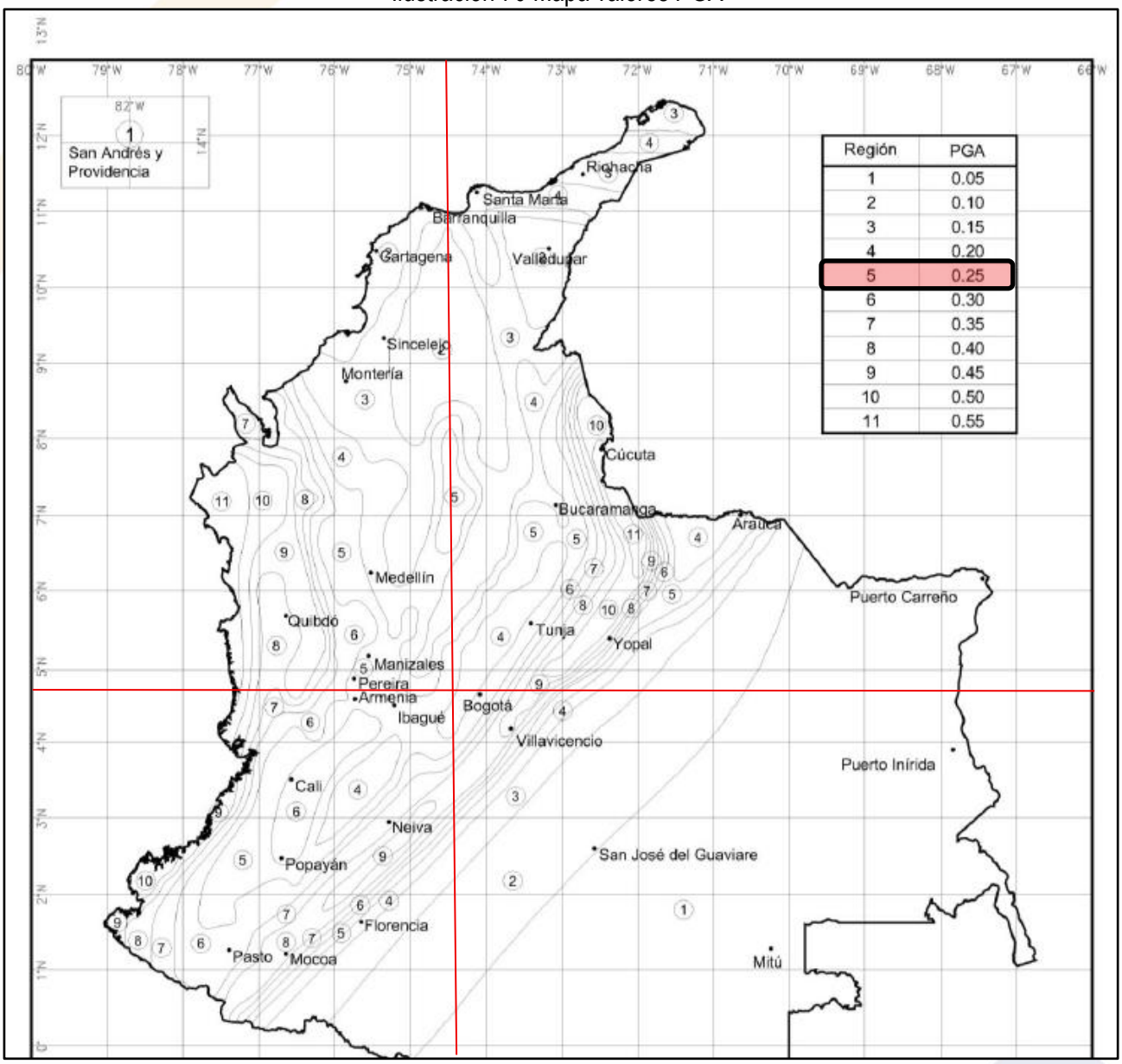
Sondeo	Suelo Tipo
S-1	D
S-2	C
S-3	C
S-5	C
S-6	C
S-7	C
S-8	D
S-9	D
S-10	C
S-11	C
S-12	D
S-13	D
S-14	D
S-15	D
S-16	D
S-17	D
Puente S1	D
Puente S2	D

Fuente: Elaboración propia.

9.2 AMENAZA SÍSMICA

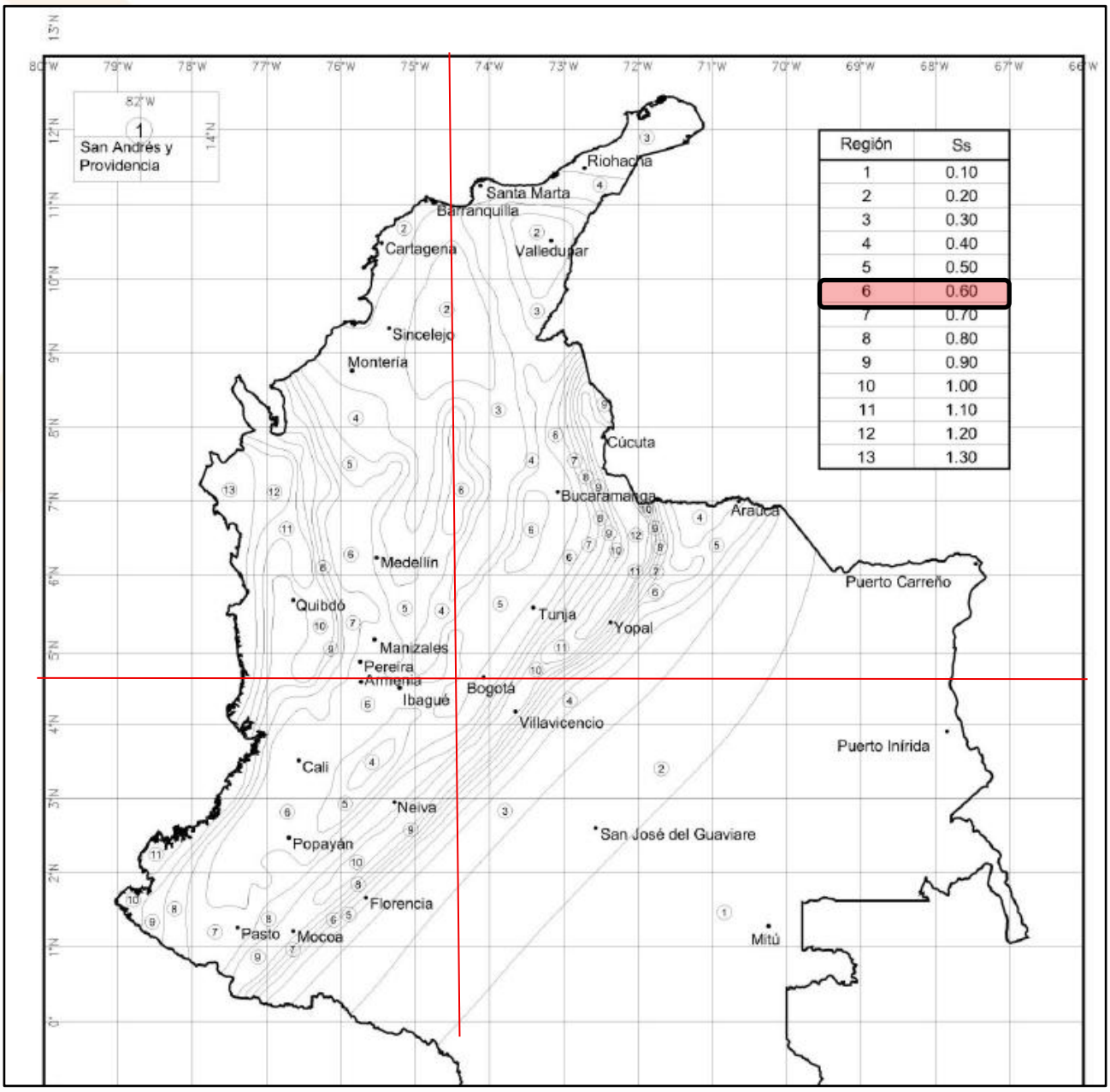
Para el análisis de sismicidad en la zona del proyecto, se toman los valores PGA a partir del mapa de la CCP-14.

Ilustración 70 Mapa valores PGA



Fuente: CCP-14

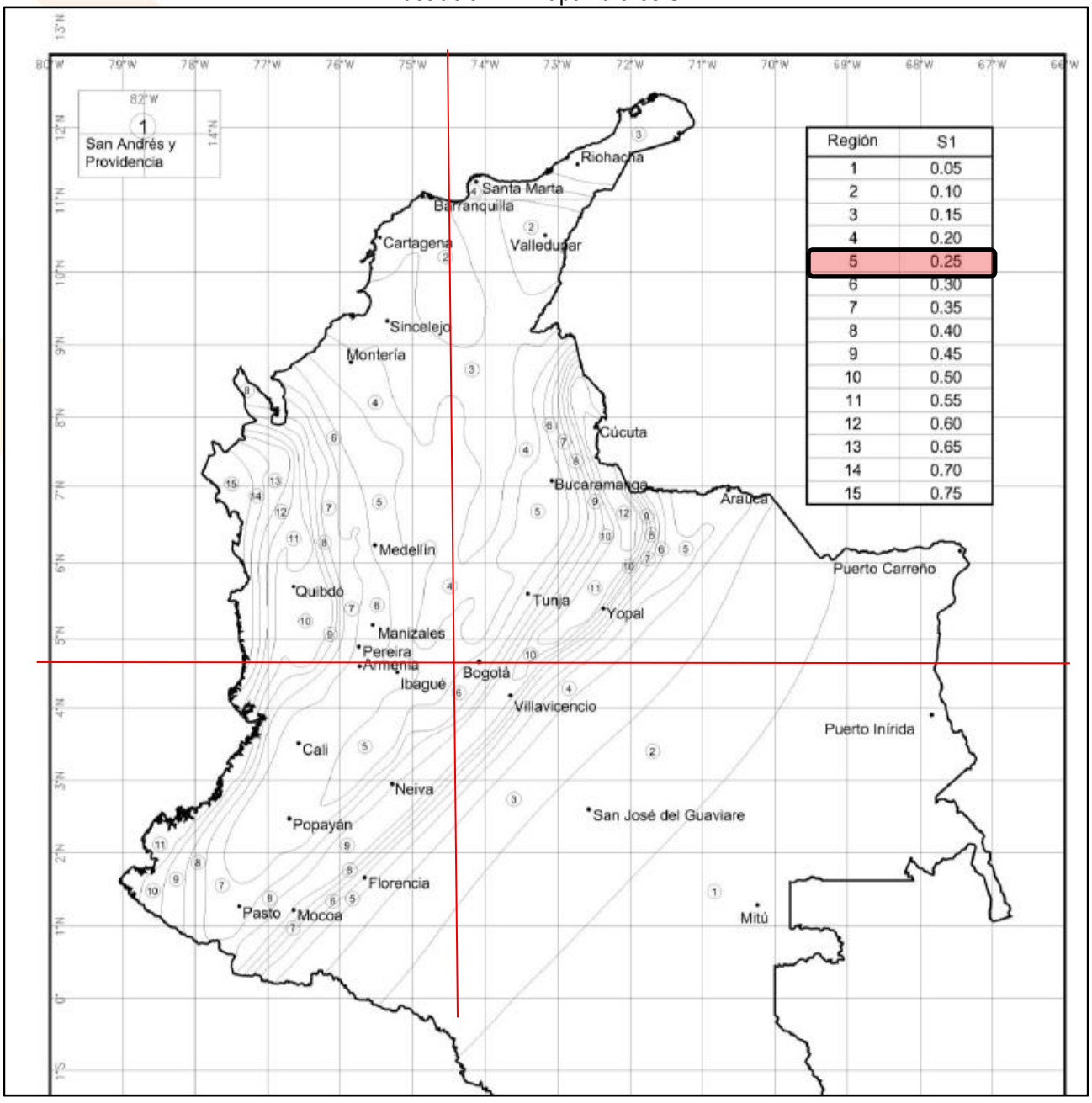
Ilustración 71 Mapa valores Ss



Región	Ss
1	0.10
2	0.20
3	0.30
4	0.40
5	0.50
6	0.60
7	0.70
8	0.80
9	0.90
10	1.00
11	1.10
12	1.20
13	1.30

Fuente: CCP-14

Ilustración 72 Mapa valores S1



Región	S1
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
6	0.30
7	0.35
8	0.40
9	0.45
10	0.50
11	0.55
12	0.60
13	0.65
14	0.70
15	0.75

Fuente: CCP-14

De acuerdo con los parámetros de amenaza sísmica definidos para el proyecto y la clasificación del suelo como Tipo D y Tipo C, se determinan los coeficientes de amplificación de sitio mediante la aplicación de las Tablas 3.10.3.2-2 y 3.10.3.2-3. A continuación, se detallan los valores obtenidos para los coeficientes de aceleración de periodos cortos (Ss), periodos largos (S1) y la aceleración pico efectiva (PGA).

Con base en la tabla correspondiente para la determinación del factor de amplificación de la aceleración pico del terreno (PGA), y considerando un perfil de suelo tipo D y C, se obtiene el factor de sitio correspondiente.

Tabla 70 factor de sitio segun Tabla 3.10.3.2-2

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos (Véase la Nota 1)				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Fuente: CCP-14

Fpga=1.15 (Perfil Tipo C)
Fpga=1.3 (Perfil Tipo D)

Con base en la Tabla 3.10.3.2-3, y considerando un perfil de suelo tipo D y C y un coeficiente de aceleración Ss = 0.6, se obtiene el factor Fa:

Tabla 71 factor Fa segun Tabla 3.10.3.2-3

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de $0.2s$ (Véase la Nota 1)				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Fuente: CCP-14

Fa=1.16 (Perfil Tipo C)
Fa=1.32 (Perfil Tipo D)

Con base en la Tabla 3.10.3.2-2, y considerando un perfil de suelo tipo D y C y un coeficiente de aceleración S1 = 0.25, se obtiene el factor de sitio Fpga:

Tabla 72 factor Fv segun Tabla 3.10.3.2-3

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de $1.0s$ (Véase la Nota 1)				
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Fuente: CCP-14

Fv= 1.5 (Perfil Tipo C)
Fv= 1.8 (Perfil Tipo D)

Tabla 73 Resumen factores obtenidos

PERFIL DE SUELO	C	D
PGA	0.25	0.25
Ss	0.6	0.6
S1	0.25	0.25
Fpga	1.15	1.3
Fa	1.16	1.32
Fv	1.55	1.9

Fuente: Elaboración propia.

Para condiciones pseudoestáticas de acuerdo con la CCP-14, el coeficiente de aceleración horizontal kh para análisis de estabilidad en condición seudoestática es:

kh = Fpga x PGA = 1.15 x 0.25 = 0.287 (Perfil de Suelo C)
kh = Fpga x PGA = 1.30 x 0.25 = 0.325 (Perfil de Suelo D)

Por otra parte, para efectos de análisis, se emplean los siguientes valores de Factor de Seguridad contra deslizamiento:

- Condición Estática: 1.54
- Condición Bajo Sismo: 1.11

Estos factores se aplican tanto a suelos como a roca.

9.3 SITIOS CRÍTICOS

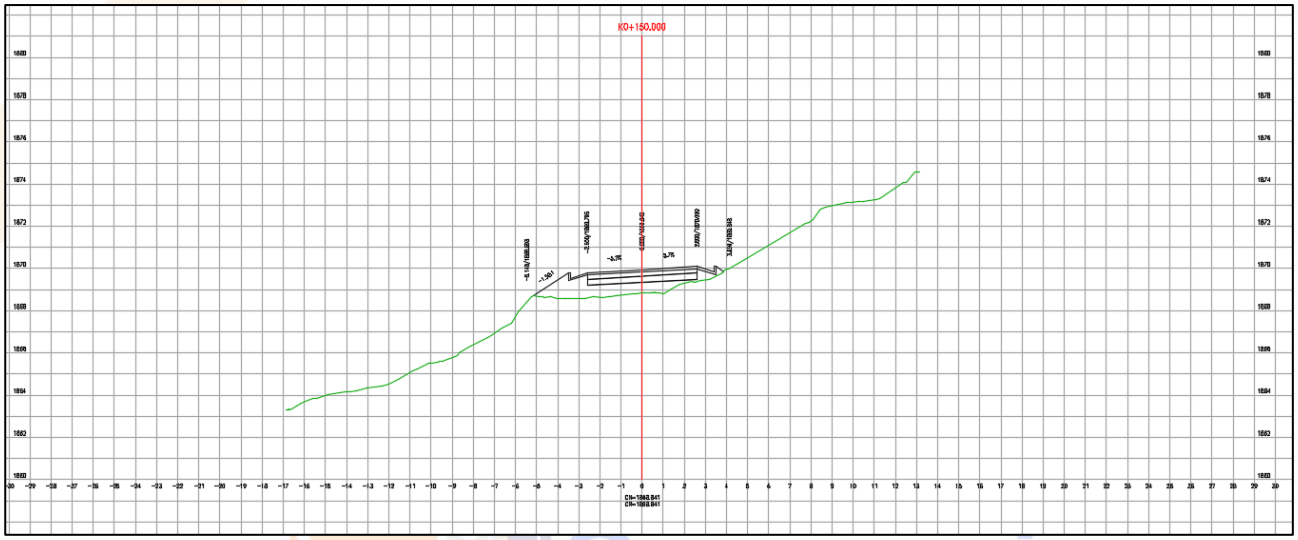
En el presente capítulo se desarrolla la evaluación geotécnica de los sitios críticos previamente identificados durante el reconocimiento de campo del corredor vial. Para cada sector analizado se seleccionó la sección transversal más representativa y desfavorable, considerando las condiciones geométricas del talud, el grado de afectación observado, las características del terreno y los mecanismos potenciales de falla evidenciados en superficie.
Con base en dichas secciones críticas, se efectuaron análisis de estabilidad bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas (sísmicas), mediante el empleo del software Slide. Estos análisis permitieron estimar los factores de seguridad actuales y proyectados, evaluar el comportamiento de los taludes frente a diferentes escenarios de carga y establecer criterios técnicos para la formulación de alternativas de mitigación y estabilización.

Los análisis de estabilidad global presentados se orientan exclusivamente, en todos los casos, a encontrar la superficie de falla que atraviese la obra con el menor factor de seguridad posible, dentro del alcance del proyecto; esto se logra variando de manera iterativa la profundidad mínima de análisis dentro del terreno en el modelo, resultando en que no se analicen los círculos de falla hipotéticos que están por fuera de la zona de influencia del proyecto.

9.3.1 Sitio Crítico N°1 K0+120- K0+180

A continuación, se presenta la sección transversal analizada correspondiente al presente sitio crítico, seleccionada por representar la condición más desfavorable del sector en términos de geometría, estado de afectación, características geotécnicas y potencial de inestabilidad. Dicha sección se considera la más crítica para efectos de evaluación, por lo que sobre ella se desarrollan los análisis de estabilidad y la definición de las medidas de intervención requeridas.

Ilustración 73 Sección de análisis K0+120- K0+180



Fuente: Elaboración propia.

Para el presente sitio crítico se plantea como alternativa de solución la construcción de un muro de contención de 2,0 m de altura, cimentado sobre caissons de 1,20 m de diámetro, con una profundidad aproximada de 8,0 m y separación longitudinal de 3,0 m entre ejes. Esta solución busca proporcionar contención lateral al talud, mejorar las condiciones de estabilidad global del sector y controlar los desplazamientos asociados a los procesos de inestabilidad identificados.

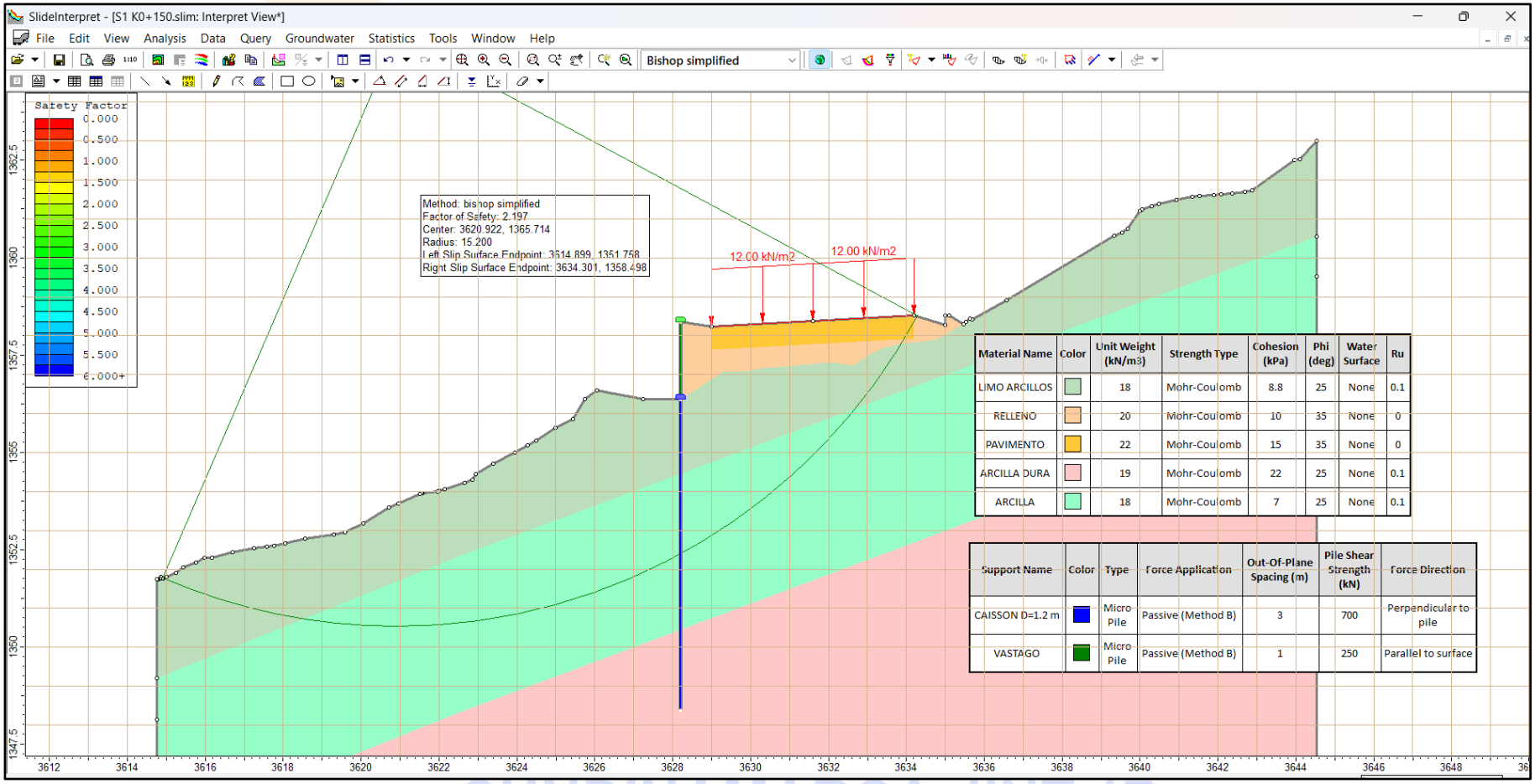
Los resultados de los análisis de estabilidad son los siguientes:

Tabla 74 Resultados los análisis de estabilidad para el sitio K0+120- K0+180

Sitio Crítico	Solución Propuesta	FS Estático	FS Bajo Sismo
K0+120- K0+180	Muro con Vástago con H=2.0 m apoyado sobre una fila de Caissons con D=1.20 m y L=8.0 m	2.197	1.230

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad realizados mediante el software Slide, considerando tanto la condición estática como la pseudoestática (con sismo). La evaluación incorpora las obras propuestas de mitigación y estabilización, con el propósito de verificar su efectividad en el incremento de los factores de seguridad y en el mejoramiento de las condiciones generales de estabilidad del sector analizado.

Ilustración 74 Sitio K0+120- K0+180: Análisis de estabilidad sin sismo – Estabilidad Global

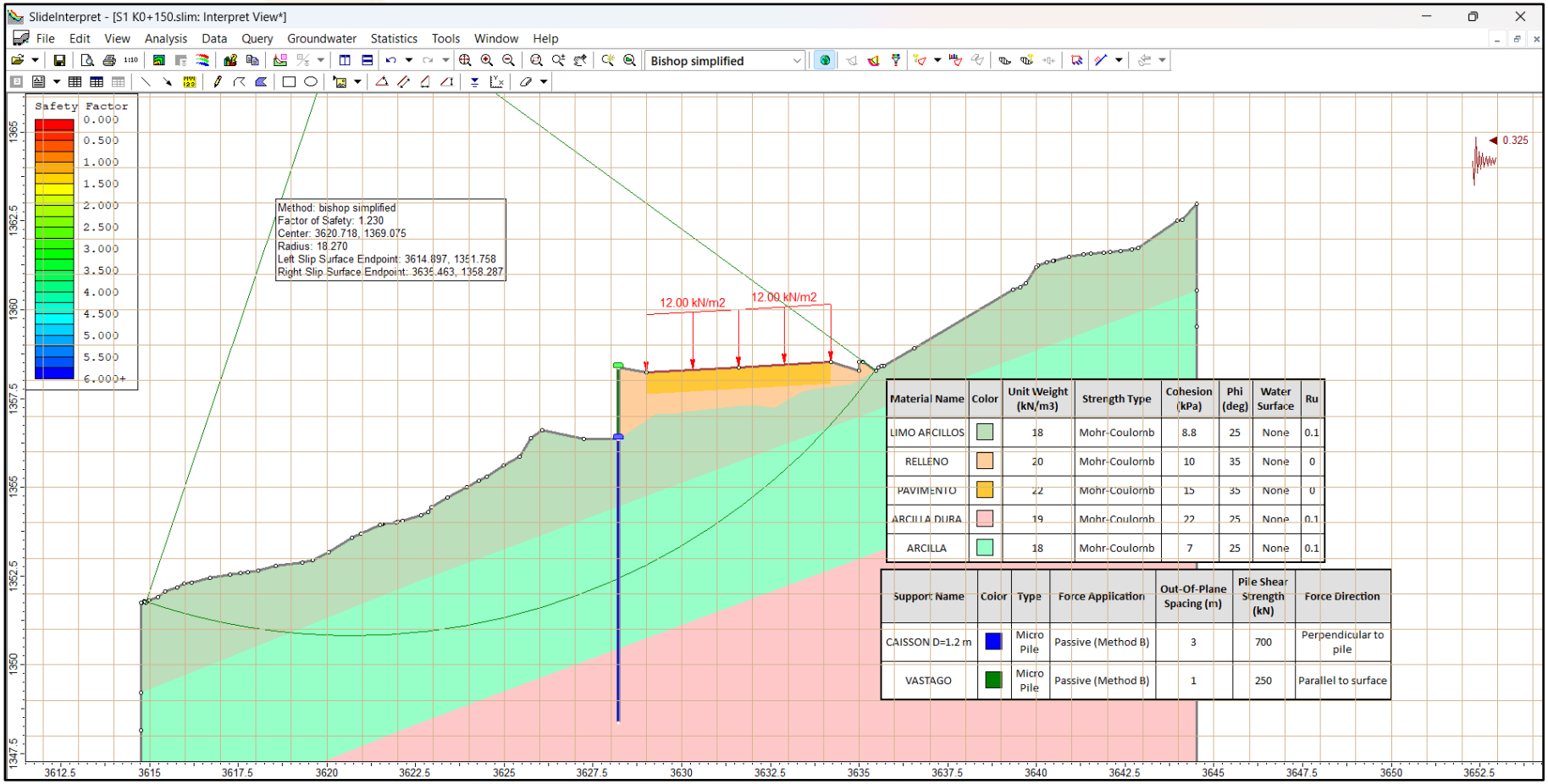


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
LIMO ARCILLOS		18	Mohr-Coulomb	8.8	25	None	0.1
RELLENO		20	Mohr-Coulomb	10	35	None	0
PAVIMENTO		22	Mohr-Coulomb	15	35	None	0
ARCILLA DURA		19	Mohr-Coulomb	22	25	None	0.1
ARCILLA		18	Mohr-Coulomb	7	25	None	0.1

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
CAISSON D=1.2 m		Micro Pile	Passive (Method B)	3	700	Perpendicular to pile
VASTAGO		Micro Pile	Passive (Method B)	1	250	Parallel to surface

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 75 Sitio K0+120- K0+180: Análisis de estabilidad con sismo – Estabilidad Global



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
LIMO ARCILLOS		18	Mohr-Coulomb	8.8	25	None	0.1
RELLENO		20	Mohr-Coulomb	10	35	None	0
PAVIMENTO		22	Mohr-Coulomb	15	35	None	0
ARCILLA DURA		19	Mohr-Coulomb	22	25	None	0.1
ARCILLA		18	Mohr-Coulomb	7	25	None	0.1

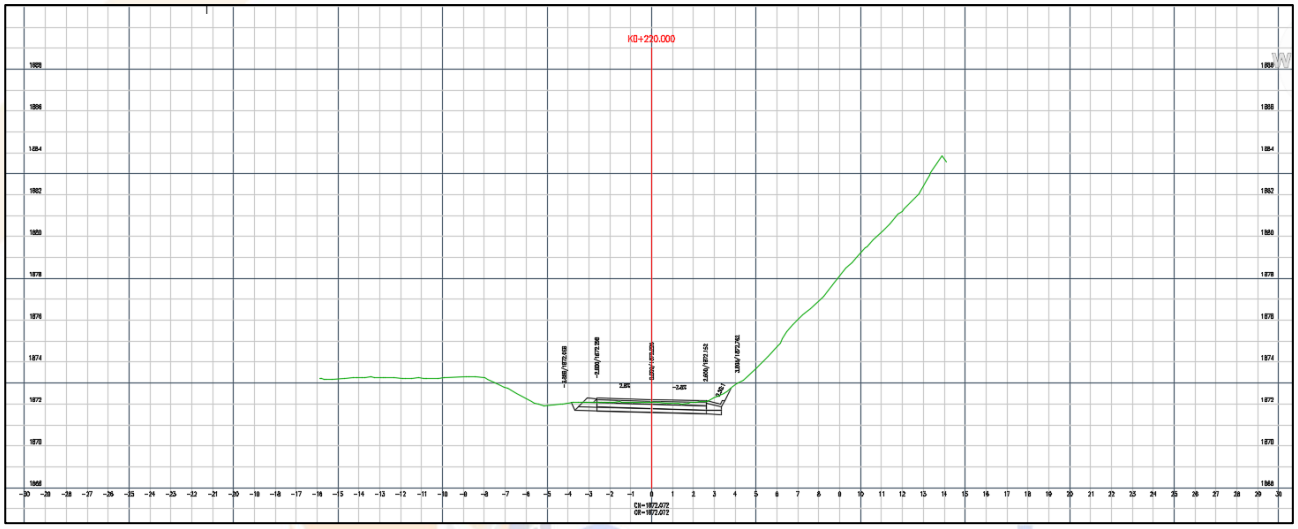
Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
CAISSON D=1.2 m		Micro Pile	Passive (Method B)	3	700	Perpendicular to pile
VASTAGO		Micro Pile	Passive (Method B)	1	250	Parallel to surface

Fuente: Elaboración propia.

9.3.2 Sitio Crítico N°2 K0+210 – K0+220

A continuación, se presenta la sección transversal analizada correspondiente al presente sitio crítico, seleccionada por representar la condición más desfavorable del sector en términos de geometría, estado de afectación, características geotécnicas y potencial de inestabilidad. Dicha sección se considera la más crítica para efectos de evaluación, por lo que sobre ella se desarrollan los análisis de estabilidad y la definición de las medidas de intervención requeridas.

Ilustración 76 Sección de análisis K0+210 – K0+220



Fuente: Elaboración propia.

Para el presente sitio crítico, en el cual se identificó un proceso de inestabilidad asociado a un deslizamiento traslacional en materiales correspondientes a depósitos coluviales, por lo que se plantea como alternativa de solución la implementación de obras de protección contra la erosión y de sostenimiento mediante la instalación de Pernos de anclaje, Biomanto Permanente, y malla eslabonada.

Se recomienda la instalación de Pernos de 3,0 m de longitud, dispuestos en una retícula de 3,0 m en dirección horizontal y 3,0 m en dirección vertical, complementados con la instalación de un Biomanto Permanente con Malla Eslabonada sobre la superficie del talud.

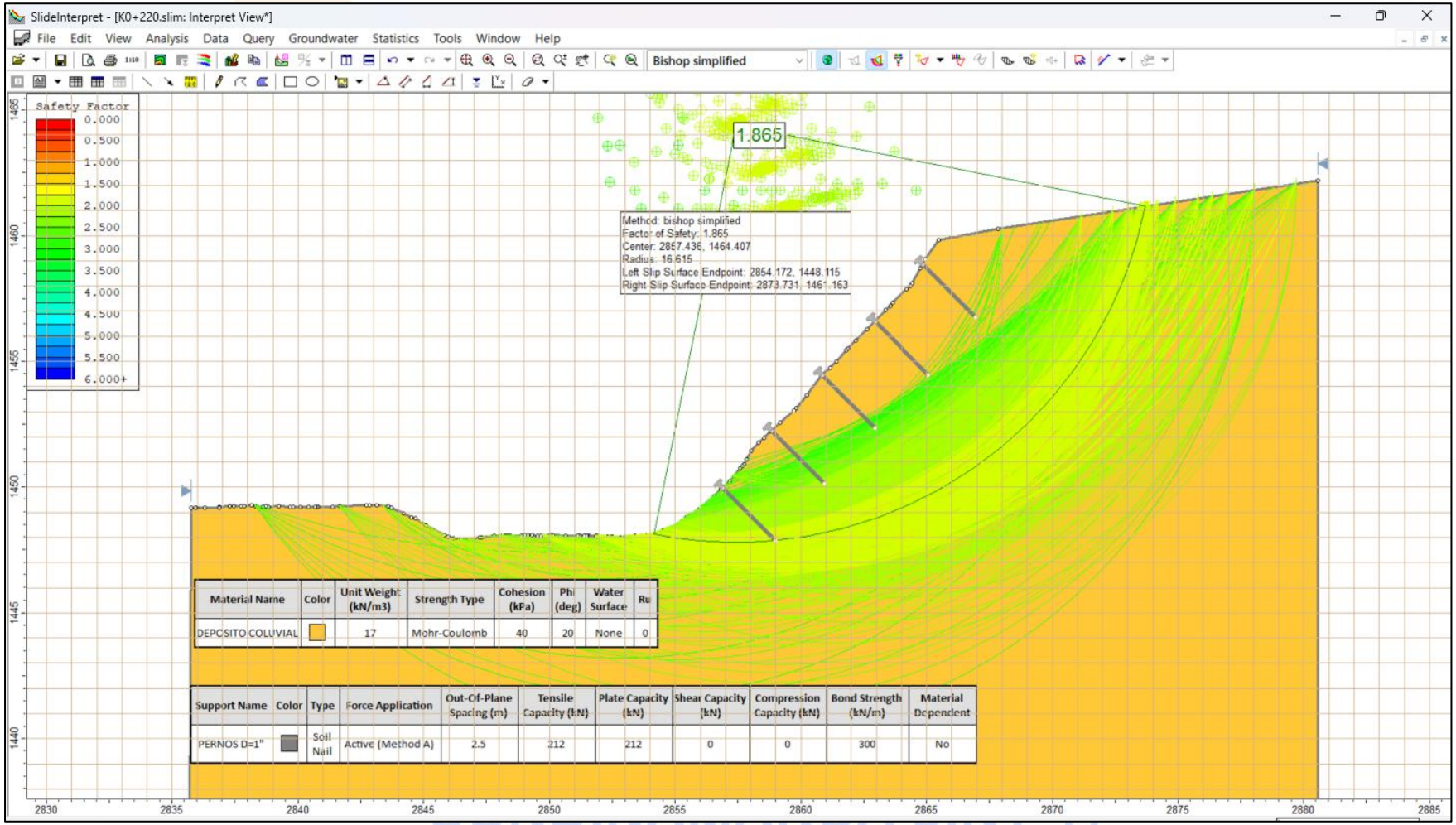
Los resultados de los análisis de estabilidad son los siguientes:

Tabla 75 Resultados los análisis de estabilidad para el sitio K0+210 – K0+220

Sitio Crítico	Solución Propuesta	FS Estático	FS Bajo Sismo
K0+210 – K0+220	Pernos, Biomanto Permanente y Malla Eslabonada	1.865	1.168

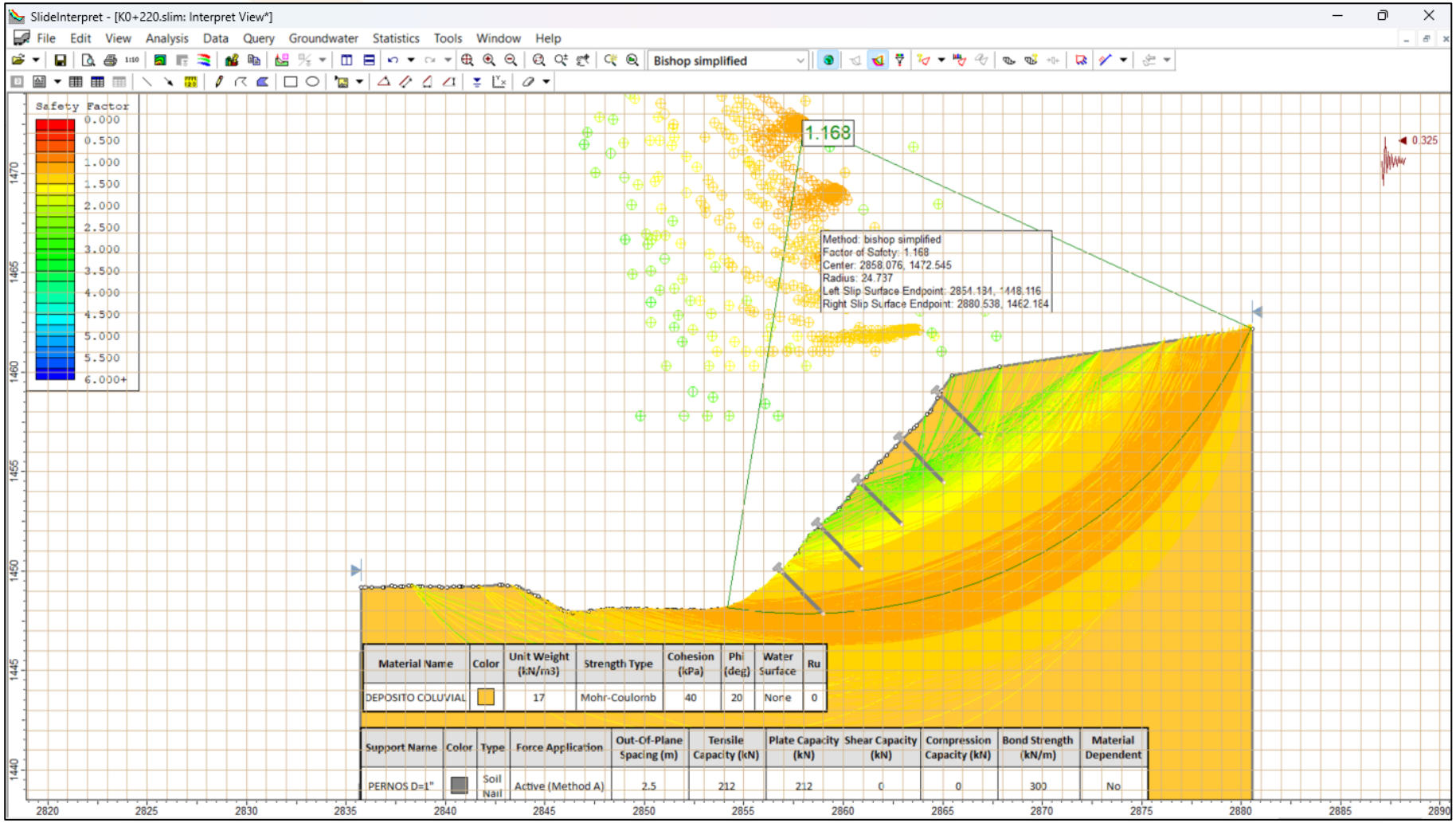
A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad realizados mediante el software Slide, considerando tanto la condición estática como la pseudoestática (con sismo). La evaluación incorpora las obras propuestas de mitigación y estabilización, con el propósito de verificar su efectividad en el incremento de los factores de seguridad y en el mejoramiento de las condiciones generales de estabilidad del sector analizado.

Ilustración 77 Sitio K0+210 – K0+220: Análisis de estabilidad sin sismo – Estabilidad Global



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 78 Sitio K0+210 – K0+220: Análisis de estabilidad con sismo – Estabilidad Global

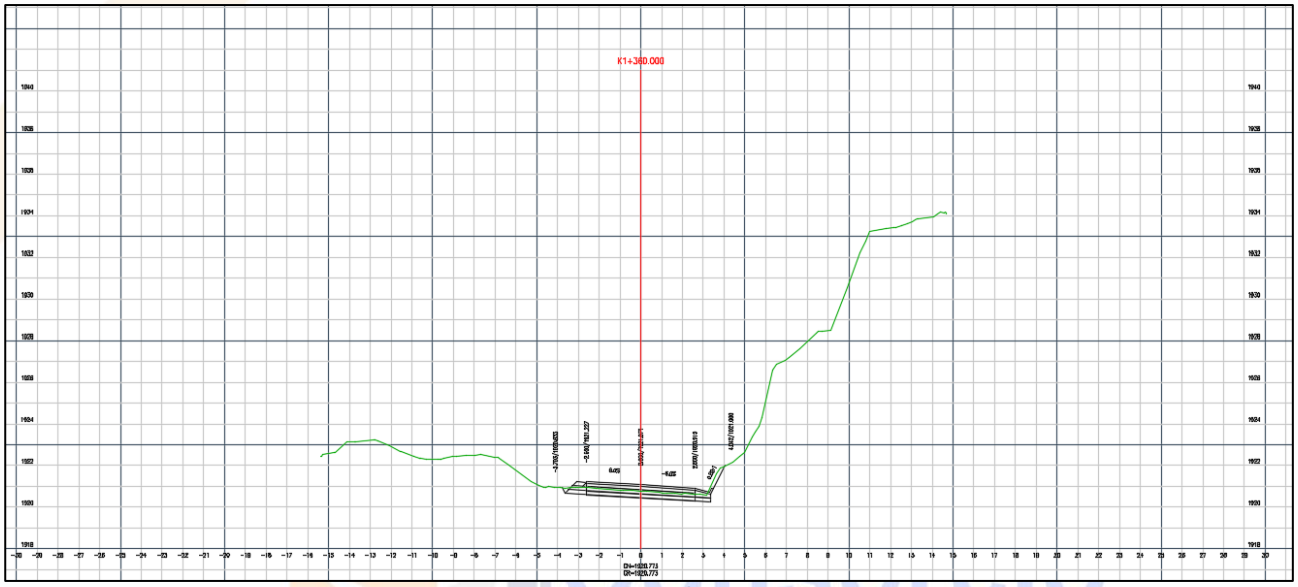


Fuente: Elaboración propia.

9.3.3 Sitio Crítico N°6 K1+360 – K1+370

A continuación, se presenta la sección transversal analizada correspondiente al presente sitio crítico, seleccionada por representar la condición más desfavorable del sector en términos de geometría, estado de afectación, características geotécnicas y potencial de inestabilidad. Dicha sección se considera la más crítica para efectos de evaluación, por lo que sobre ella se desarrollan los análisis de estabilidad y la definición de las medidas de intervención requeridas.

Ilustración 79 Sección de análisis K1+360 – K1+370



Fuente: Elaboración propia.

Para el presente sitio crítico, en el cual se identificó un proceso de inestabilidad asociado a un deslizamiento traslacional de los suelos coluviales a lo largo del contacto con el basamento rocoso conformado por lutitas, se plantea como alternativa de solución la implementación de obras de sostenimiento mediante la instalación de pernos de anclaje y malla eslabonada; en este caso se recomienda la instalación de pernos de 3,0 m de longitud, dispuestos en una retícula de 3,0 m en dirección horizontal y 3,0 m en dirección vertical, complementados con la instalación de malla eslabonada sobre la superficie del talud.

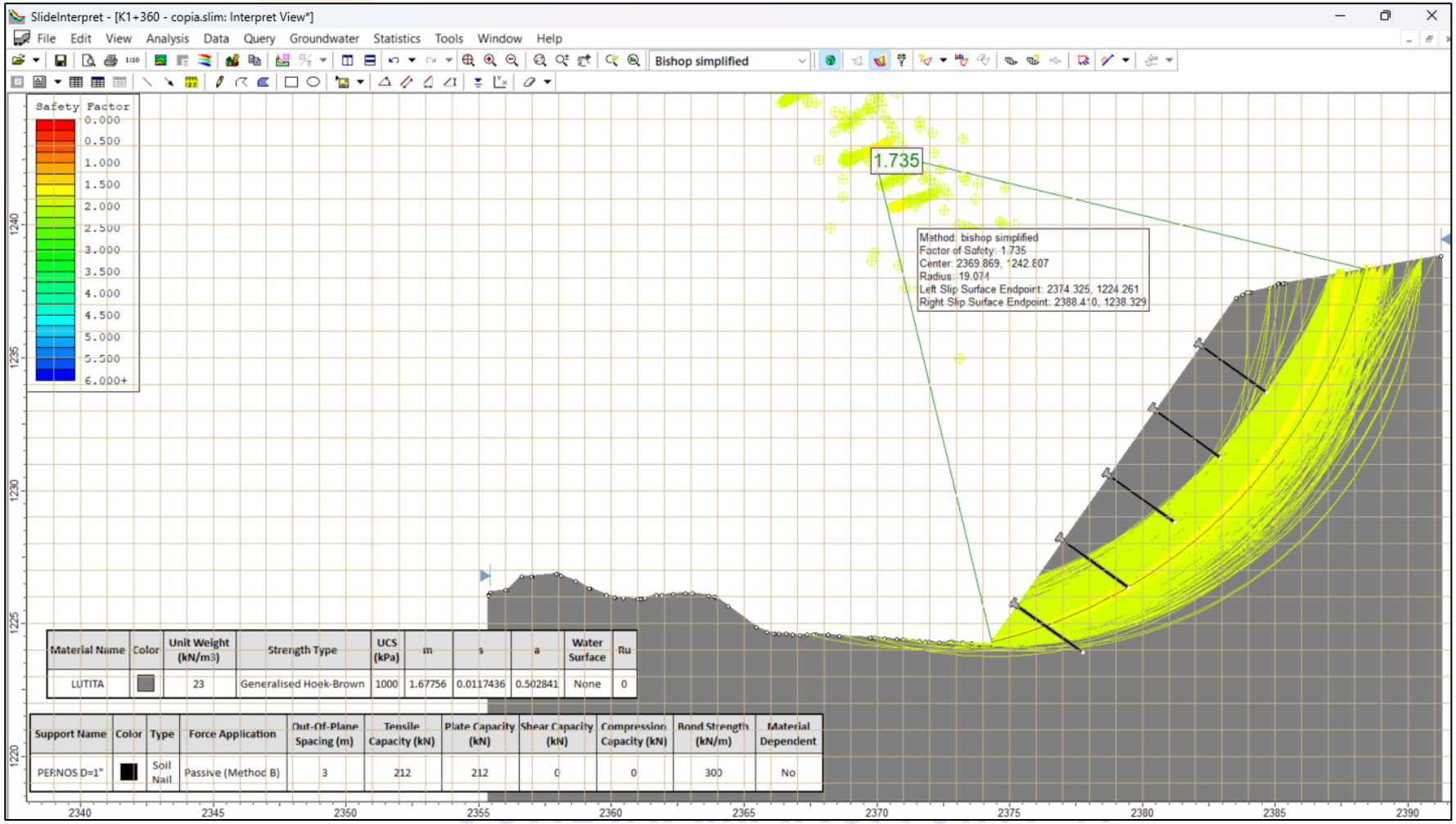
Los resultados de los análisis de estabilidad realizados son los siguientes:

Tabla 76 Resultados los análisis de estabilidad para el sitio K1+360 – K1+370

Sitio Crítico	Solución Propuesta	FS Estático	FS Bajo Sismo
K1+360 – K1+370	Pernos, Biomanto Permanente y Malla Eslabonada	1.735	1.154

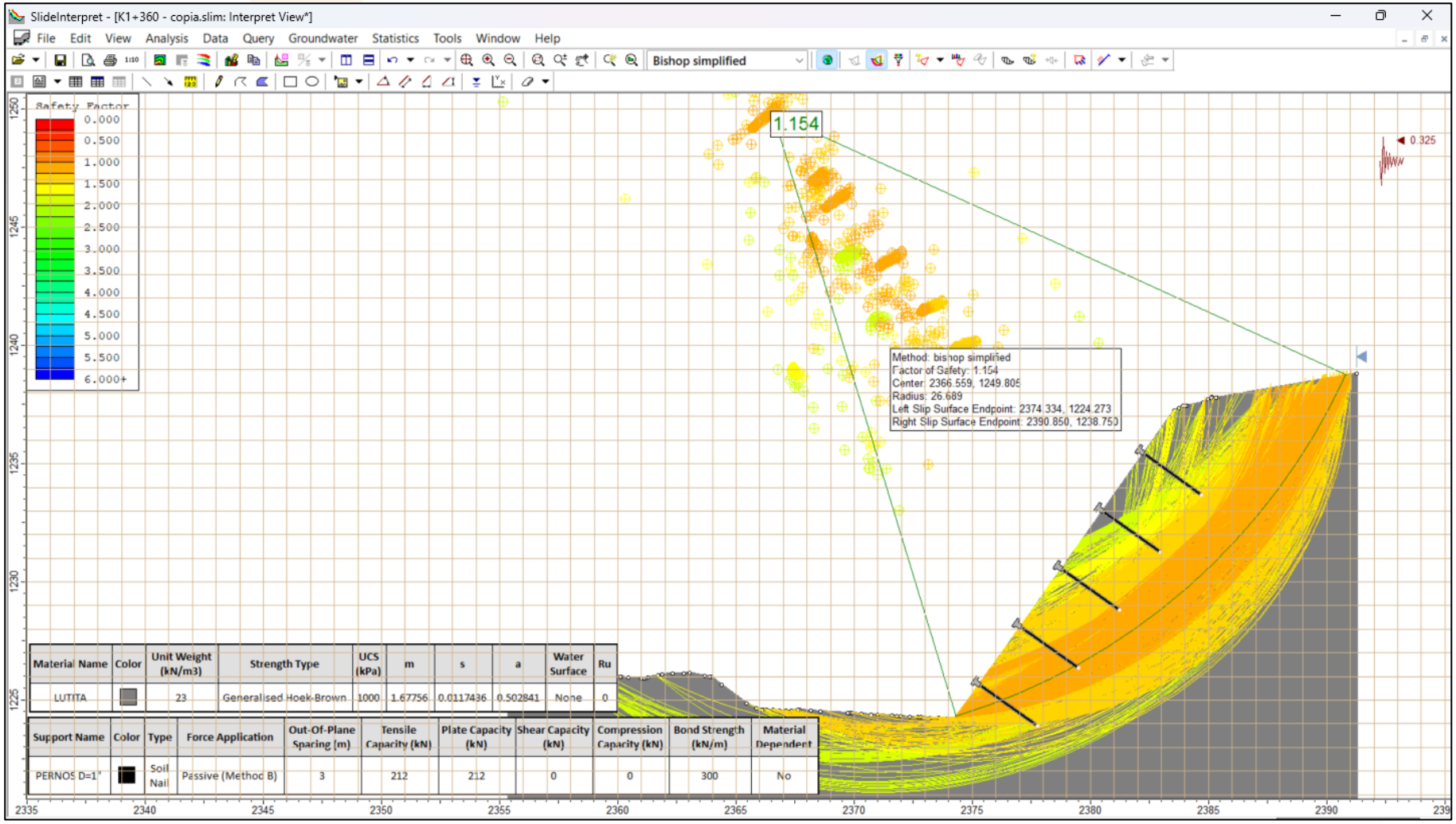
A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad realizados mediante el software Slide, considerando tanto la condición estática como la pseudoestática (con sismo). La evaluación incorpora las obras propuestas de mitigación y estabilización, con el propósito de verificar su efectividad en el incremento de los factores de seguridad y en el mejoramiento de las condiciones generales de estabilidad del sector analizado.

Ilustración 80 Sitio K1+360 – K1+370: Análisis de estabilidad sin sismo – Estabilidad Global



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 81 Sitio K1+360 – K1+370: Análisis de estabilidad con sismo – Estabilidad Global



Fuente: Elaboración propia.

9.4 SITIOS CRÍTICOS CON INESTABILIDAD CINEMÁTICA

En este caso se empleó el trazado geométrico y la información de geología estructural para hacer el análisis de estabilidad cinemática de los sitios críticos identificados en los taludes superiores de la vía; las proyecciones estereográficas realizadas con ayuda del programa DIPS permitieron establecer la exposición de los macizos a los fenómenos de falla planar, falla en cuña y volcamiento, según la orientación de los taludes.

Los mecanismos de falla identificados en cada uno de los sitios críticos son los siguientes:

Tabla 77 Resultados del análisis de Estabilidad Cinemática

Sitio Crítico	Mecanismo de Falla
K0+740	Volcamiento

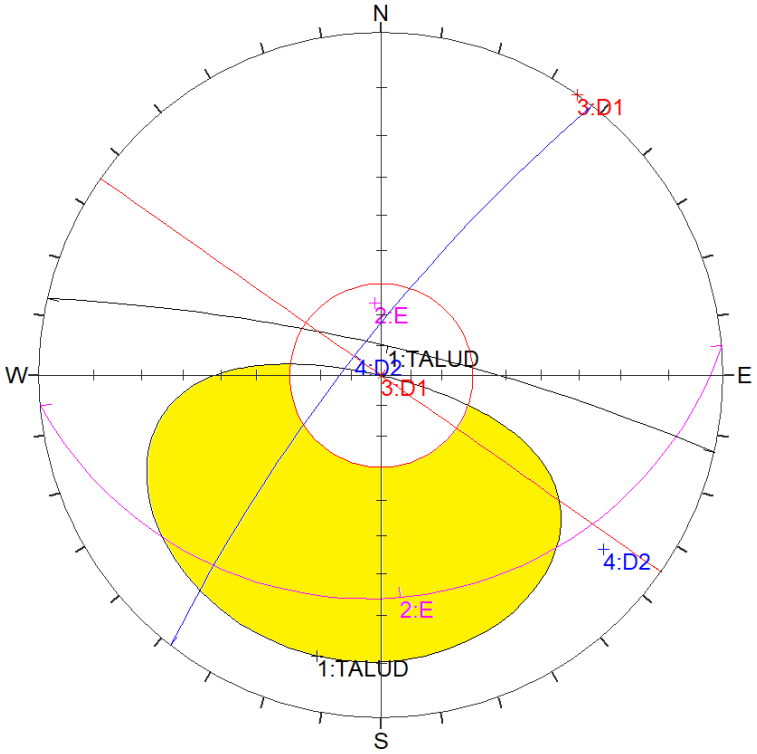
El cálculo de las obras de conformación y de sostenimiento para la estabilización de cada sitio se hizo con la ayuda de los programas RocPlane y Swedge, esto según los mecanismos de falla que controlan la estabilidad de cada sitio; los cálculos se hicieron para condiciones estáticas y bajo sismo, con los siguientes tipos de intervención y resultados del cálculo del factor de seguridad:

Tabla 78 Soluciones propuestas y resultados de los análisis de estabilidad

Sitio Crítico	Solución Propuesta	FS Estático	FS Bajo Sismo
K0+740	Pernos y Malla Eslabonada	2.030	1.160

Las proyecciones estereográficas y el análisis de estabilidad de cada una de las soluciones propuestas se presentan a continuación:

Ilustración 82 K0+740: Análisis de Estabilidad Cinemática por Falla Planar

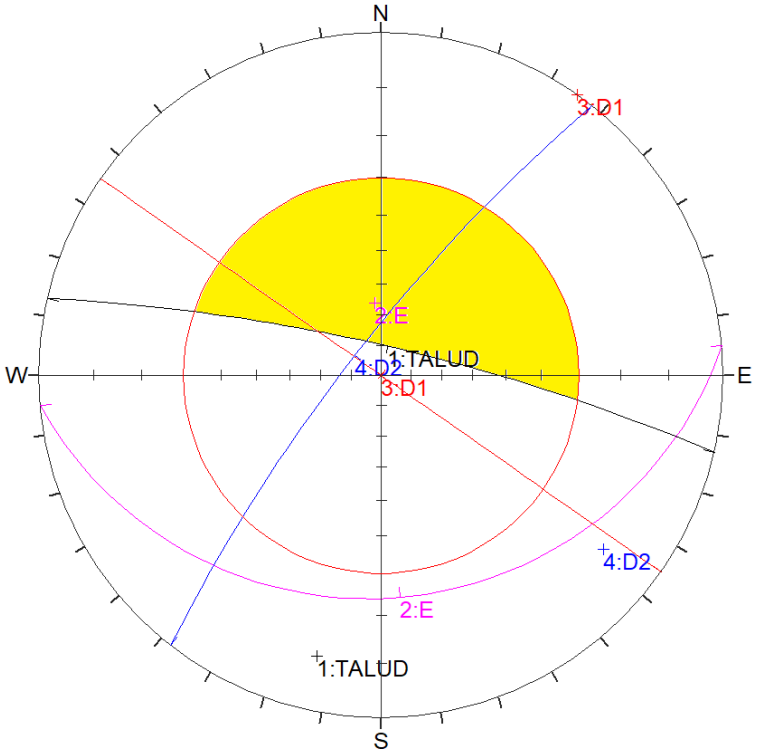


Orientations

ID	Dip / Direction
1	80 / 013
2	24 / 175
3	90 / 215
4	79 / 308

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

Ilustración 83 K0+740: Análisis de Estabilidad Cinemática por Falla en Cuña

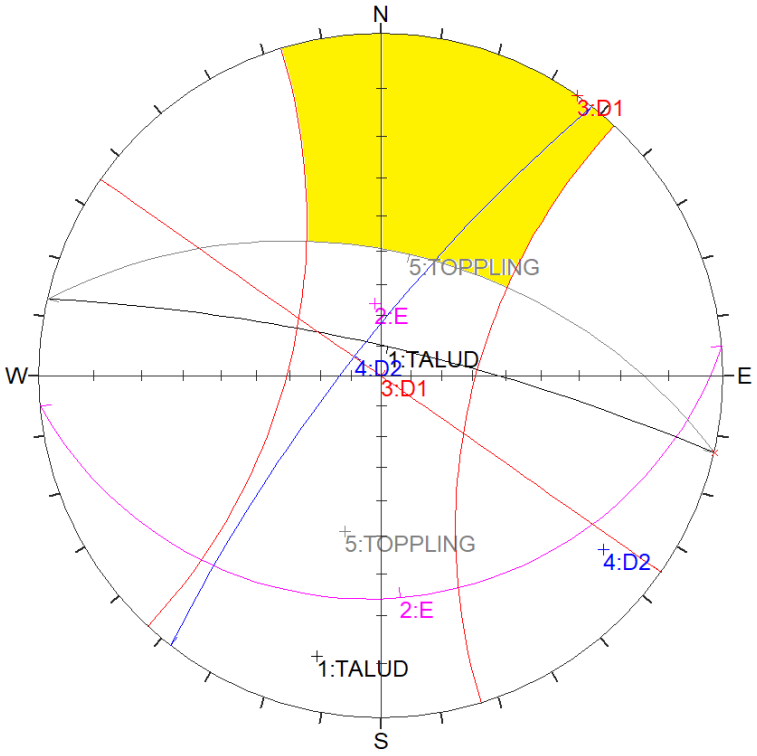


Orientations

ID	Dip / Direction
1	80 / 013
2	24 / 175
3	90 / 215
4	79 / 308

Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries

Ilustración 84 K0+740: Análisis de Estabilidad Cinemática por Volcamiento

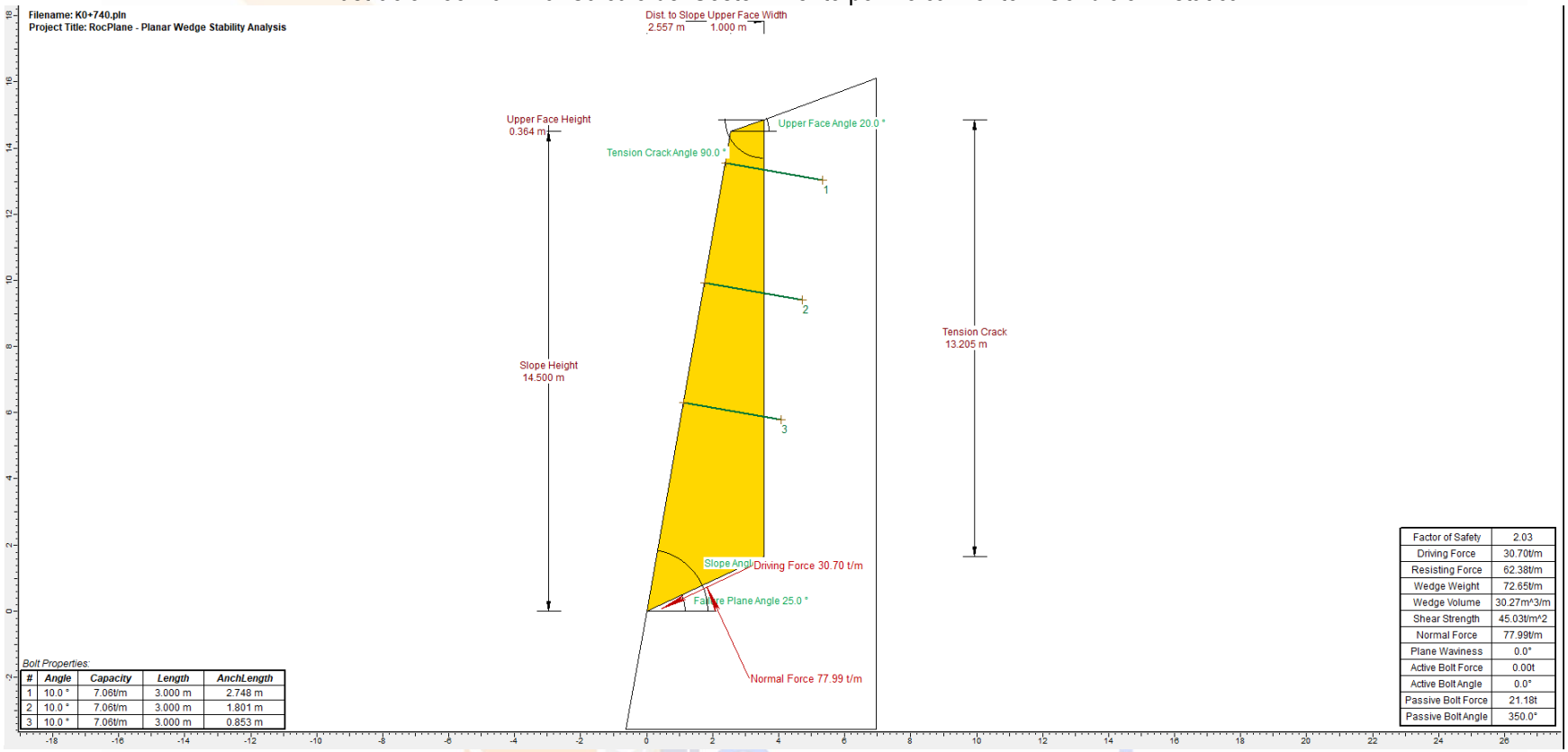


Orientations

ID	Dip / Direction
1	80 / 013
2	24 / 175
3	90 / 215
4	79 / 308
5	50 / 013

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

Ilustración 85 K0+740: Cálculo del Sostenimiento por Volcamiento – Condición Estática

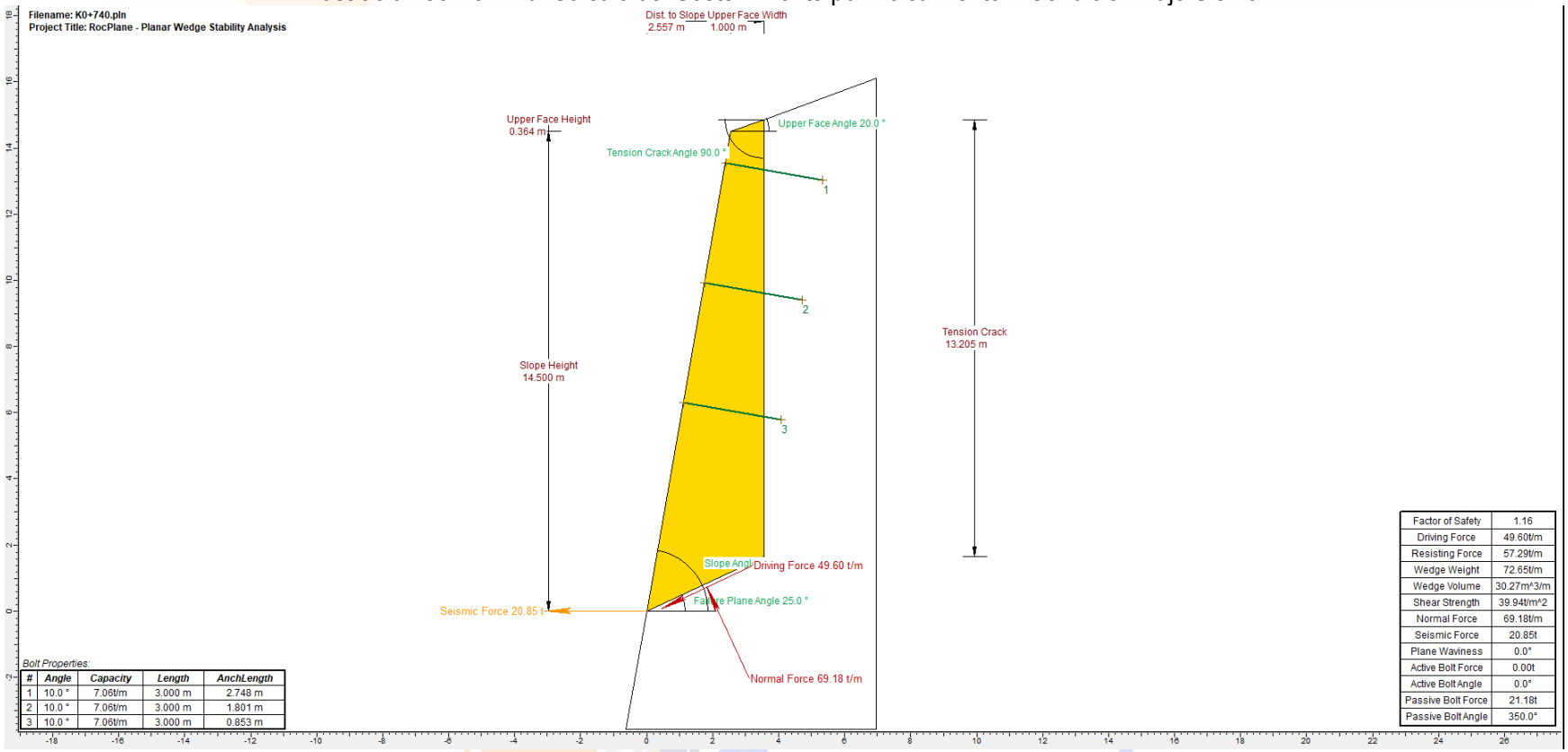


Bolt Properties:

#	Angle	Capacity	Length	AnchLength
1	10.0 °	7.06t/m	3.000 m	2.748 m
2	10.0 °	7.06t/m	3.000 m	1.801 m
3	10.0 °	7.06t/m	3.000 m	0.853 m

Factor of Safety	2.03
Driving Force	30.70t/m
Resisting Force	62.38t/m
Wedge Weight	72.65t/m
Wedge Volume	30.27m^3/m
Shear Strength	45.03t/m^2
Normal Force	77.99t/m
Plane Waviness	0.0°
Active Bolt Force	0.00t
Active Bolt Angle	0.0°
Passive Bolt Force	21.18t
Passive Bolt Angle	350.0°

Ilustración 86 K0+740: Cálculo del Sostenimiento por Volcamiento – Condición Bajo Sismo



Bolt Properties:

#	Angle	Capacity	Length	AnchLength
1	10.0 °	7.06t/m	3.000 m	2.748 m
2	10.0 °	7.06t/m	3.000 m	1.801 m
3	10.0 °	7.06t/m	3.000 m	0.853 m

Factor of Safety	1.16
Driving Force	49.60t/m
Resisting Force	57.29t/m
Wedge Weight	72.65t/m
Wedge Volume	30.27m^3/m
Shear Strength	39.94t/m^2
Normal Force	69.18t/m
Seismic Force	20.85t
Plane Waviness	0.0°
Active Bolt Force	0.00t
Active Bolt Angle	0.0°
Passive Bolt Force	21.18t
Passive Bolt Angle	350.0°

Las características de las obras de intervención son las siguientes:

Tabla 79 Características de las obras de intervención en sitios cinemáticamente inestables

Sitio Crítico	Solución Propuesta
K0+740	**Movimiento de Tierras:** Retiro de Bloques Inestables **Sostenimiento** Pernos Pasivos D=1" – L=3.0 m – S_h=3.00 m – S_v=3.00m Malla Eslabonada 6x8 e=3.0 mm

Se requieren obras de drenaje complementarias en estos sitios.

10. POTENCIAL EXPANSIVO

Teniendo en cuenta los valores de los límites líquidos, los suelos del proyecto tienen potenciales de expansión variables entre medios y bajos, esto según la Tabla H.9.1-1 de la NSR-10.

Tabla 9 1. Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL , en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente: NSR-10

Pese a esto, la inspección de los sitios en estudio y del corredor vial en general muestra que no hay evidencias de expansión de los suelos, toda vez que no se observan problemas de levantamiento de las estructuras encontradas, o de los pavimentos existentes.

Tabla 80 Determinación del potencial de suelos expansivos

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN EN SUELOS FINOS								
Perforación		Profundidad (m)		Indices de Consistencia			NSR-10	NSR-10
No.	M #		USCS	LL %	LP %	IP %	Potencial de expansión (LL)	Potencial de expansión (IP)
SUPATÁ S-1	M2	0.45 - 0.90	SC	26	17	9	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-1	M4	2.55 - 3.00	CL	31	17	14	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-1	M6	4.60 - 5.05	GC	26	16	10	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-1	M8	6.55 - 7.00	GC	32	20	12	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-1	M10	8.55 - 9.00	GC	34	22	12	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-2	M2	0.55 - 1.00	CL	31	20	11	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-2	M4	1.50 - 1.95	CL	30	20	10	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-3	M2	0.55 - 1.00	SC	26	17	9	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-3	M4	3.00 - 5.00	SC	27	20	7	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-4	M2	0.55 - 1.00	SC	26	17	9	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-4	M3	1.00 - 2.50	SC	24	15	9	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-5	M2	0.55 - 1.00	CL	40	15	25	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-5	M3	1.05 - 1.50	CL	30	14	16	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-5	M4	1.55 - 2.00	CL	31	14	17	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-6	M2	0.55 - 1.00	CL	33	18	15	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-7	M2	0.60 - 1.05	CH	61	25	36	ALTO	ALTO
SUPATÁ S-8	M2	1.05 - 1.50	CL	37	20	17	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-8	M3	2.05 - 2.50	CL	31	18	13	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-9	M2	1.05 - 1.50	CL	35	22	13	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-9	M4	3.05 - 3.50	CH	53	27	26	ALTO	MEDIO
SUPATÁ S-9	M5	4.05 - 4.05	CH	55	19	36	ALTO	ALTO
SUPATÁ S-10	M1	0.00 - 0.45	CL	47	27	20	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-10	M2	1.05 - 1.50	CL	47	27	20	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-10	M4	2.50 - 4.00	CL	46	20	26	MEDIO	MEDIO

CUNDINAMARCA JINT 17

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN EN SUELOS FINOS								
Perforación		Profundidad (m)		Indices de Consistencia			NSR-10	NSR-10
No.	M #		USCS	LL %	LP %	IP %	Potencial de expansión (LL)	Potencial de expansión (IP)
SUPATÁ S-11	M2	1.05 - 1.50	CL	42	20	22	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-11	M3	2.05 - 2.50	CL	44	21	23	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-11	M5	4.00 - 4.45	CL	40	20	20	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-12	M1	0.00 - 0.45	CL	37	19	18	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-13	M1	0.00 - 0.45	CL	41	23	18	MEDIO	BAJO
SUPATÁ S-13	M2	1.05 - 1.50	CL	45	24	21	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-13	M3	2.05 - 2.50	GC	41	22	19	MEDIO	BAJO
SUPATÁ S-14	M2	1.05 - 1.50	CH	55	22	33	ALTO	MEDIO
SUPATÁ S-14	M3	2.05 - 2.50	CL	40	21	19	MEDIO	BAJO
SUPATÁ S-14	M5	4.05 - 4.50	CH	53	21	32	ALTO	MEDIO
SUPATÁ S-14	M6	5.05 - 5.50	CH	51	22	29	ALTO	MEDIO
SUPATÁ S-15	M2	1.05 - 1.50	CH	58	23	35	ALTO	ALTO
SUPATÁ S-15	M3	2.05 - 2.50	CL	37	19	18	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-15	M4	3.05 - 3.50	CL	38	23	15	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-15	M5	4.05 - 4.50	CL	37	23	14	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-15	M7	6.05 - 6.50	CL	49	25	24	MEDIO	MEDIO
SUPATÁ S-16	M2	1.05 - 1.50	CL	35	21	14	BAJO	BAJO
SUPATÁ S-16	M4	3.05 - 4.05	CL	39	20	19	MEDIO	BAJO
SUPATÁ S-16	M5	4.05 - 5.05	CL	40	21	19	MEDIO	BAJO
SUPATÁ S-16	M6	5.50 - 5.50	CL	36	20	16	BAJO	BAJO
SUPATÁ PUENTE S-1	M2	0.55 - 1.00	CH	50	18	32	ALTO	MEDIO
SUPATÁ PUENTE S-1	M4	2.00 - 2.45	CL	38	16	22	BAJO	MEDIO
SUPATÁ PUENTE S-1	M6	3.00 - 3.45	CL	32	16	16	BAJO	BAJO
SUPATÁ PUENTE S-2	M1	0.00 - 0.55	GM	0	0	0	BAJO	BAJO
SUPATÁ PUENTE S-2	M3	1.05 - 1.50	GC	36	19	17	BAJO	BAJO

El subsuelo de Supatá presenta, en términos generales, un bajo potencial de expansión, de acuerdo con la clasificación de la NSR-10 basada en los valores de límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP). La mayor parte de los estratos investigados corresponde a suelos de baja a mediana plasticidad (CL, SC y GC), con índices de plasticidad generalmente inferiores al 20 %, lo que refleja una reducida susceptibilidad a cambios volumétricos asociados con variaciones en el contenido de humedad. No obstante, se identifican sectores localizados con potencial de expansión Medio y Alto, principalmente en las perforaciones S-7, S-9, S-14, S-15 y Puente S-1, donde predominan arcillas de alta plasticidad (CH) con límites líquidos entre 50 % y 61 % e índices de plasticidad de hasta 36 %, evidenciando una mayor propensión al hinchamiento. Aunque estas condiciones son puntuales y no representan el comportamiento predominante del sitio, se recomienda considerar medidas de control de infiltración y drenaje superficial y subsuperficial en dichas zonas, con el fin de minimizar las variaciones de humedad y preservar la estabilidad del terreno y de las estructuras de cimentación.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El corredor vial Supatá–Pacho se desarrolla sobre el sinclinal de Villa Gómez, flanqueado por las fallas de cabalgamiento de Supatá y Tamacal, en territorio del noroccidente cundinamarqués perteneciente al Anticlinorio de Villeta. Las unidades litológicas dominantes son las Formaciones Simijaca (Kss) y Pacho (Kslp), compuestas por lodolitas, limolitas y arcillolitas cretáceas, con presencia de extensos depósitos aluviales en el núcleo del sinclinal. La unidad geomorfológica dominante es la ladera de contrapendiente suave (Slcps), con pendientes entre 6° y 15°, propicia para movimientos de tipo reptación de suelos, sobre la cual se desarrolla la totalidad del corredor vial.
- Desde el punto de vista geomorfológico, el corredor se desarrolla principalmente sobre laderas de contrapendiente suave a moderada, con pendientes variables y sectores localmente inestables, donde se evidencian procesos de reptación, erosión superficial y movimientos en masa asociados principalmente a infiltración de agua y deficiencias en el manejo hidráulico.
- El corredor se ubica en zona de amenaza alta por procesos de remoción en masa según el SIMMA (SGC), con un evento de deslizamiento registrado en el casco urbano de Supatá. Desde el punto de vista sísmico, el tramo se localiza en una zona de amenaza intermedia con PGA = 0,25 g, Ss = 0,60 y S1 = 0,25, de acuerdo con los mapas del CCP-14.
- La campaña exploratoria incluyó 18 sondeos distribuidos a lo largo del corredor: 16 sondeos de corredor a 10 m de profundidad y 2 sondeos de puente a 20 m (K0+740 y K0+800). Se detectó nivel freático en 13 de los 18 sondeos. En el primer kilómetro (K0+215 a K0+973), el nivel freático presenta alta variabilidad con profundidades entre 0,29 m y 7,00 m, asociada a cambios litológicos bruscos y topografía irregular. A partir del K1+250 el nivel freático se estabiliza entre 2,00 m y 3,00 m, reflejando condiciones más uniformes.
- Los perfiles estratigráficos evidencian tres niveles recurrentes: una capa superficial de rellenos, limos arenosos y arcillas limosas de 0,5 m a 2,0 m de espesor; un estrato intermedio de suelos residuales y coluviales de consistencia firme a muy firme; y un estrato profundo de lutita meteorizada a roca blanda presente desde 1,0 m a 5,0 m de profundidad en varios sectores, evolucionando hacia lutita más competente y fracturada en profundidad. En la zona del puente se identificaron intercalaciones locales de arenisca compacta con mejores condiciones mecánicas.
- Los parámetros de resistencia derivados de los ensayos SPT indican resistencias no drenadas (cu) entre 70,4 kPa y 220 kPa para arcillas y limos, con módulos de elasticidad entre 35.200 y 110.000 kN/m². La clasificación sísmica del subsuelo según el CCP-14 muestra predominio de Suelo Tipo D (11 de 18 sondeos), con seis sondeos clasificados como Tipo C en sectores con lutita competente a poca profundidad. Para el material rocoso de lutitas en la zona del puente se obtuvo RMR = 5, correspondiente a una roca de muy baja calidad con módulo de elasticidad Em = 750 MPa.
- Los trabajos de intervención para la recuperación de la banca de la vía en el sitio K0+120 – K0+180 se indican a continuación:

Tabla 81 Obras de intervención para recuperar la banca de la vía en el K0+120 – K0+180

Sitio Crítico	Solución Propuesta
S1 K0+120 – K0+180	**Movimiento de Tierras:** Retiro de Suelos Inestables **Sostenimiento** Muro con Vástago con H=2.0 m apoyado sobre una fila de Caissons con D=1.20 m y L=8.0 m.

- Los trabajos de intervención previstos para los sitios en los sitios en los que la superficie de falla resultante está expuesta a erosión son los siguientes:

Tabla 82 Obras de intervención para superficies de falla expuestos a erosión en el talud superior

Sitio Crítico	Solución Propuesta
S2 K0+210 – K0+220	**Movimiento de Tierras:** Retiro de Bloques Inestables **Sostenimiento** Pernos Pasivos D=1" – L=3.0 m – S_h=3.00 m – S_v=3.00m Biomanto Permanente Malla Eslabonada 6x8 e=3.0 mm
S6 K1+360 – K1+370	**Movimiento de Tierras:** Retiro de Bloques Inestables **Sostenimiento** Pernos Pasivos D=1" – L=3.0 m – S_h=3.00 m – S_v=3.00m Biomanto Permanente Malla Eslabonada 6x8 e=3.0 mm

- Los trabajos de intervención previstos para el sitio crítico en el que se identificaron problemas de inestabilidad cinemática son los siguientes:

Tabla 83 Obras de intervención en sitios cinemáticamente inestables

Sitio Crítico	Solución Propuesta
S3 K0+740	**Movimiento de Tierras:** Retiro de Bloques Inestables **Sostenimiento** Pernos Pasivos D=1" – L=3.0 m – S_h=3.00 m – S_v=3.00m Malla Eslabonada 6x8 e=3.0 mm

- Los trabajos de intervención propuestos para los sitios afectados por hundimientos o por saturación de los suelos son los siguientes:

Tabla 84 Trabajos de intervención recomendados en Sitios Críticos con saturación y hundimientos

Sitio Crítico	Abscisa	Condición	Trabajos de Intervención
S4	K0+830 – K0+910	Talud Superior Saturado	Drenes Horizontales L=10 m – D=3" – S_h=5.0 m
S5	K1+045 - K1+080	Talud Superior Saturado	Drenes Horizontales L=10 m – D=3" – S_h=5.0 m
S7	K1+500 – K1+590	Hundimiento de la banca por remoción de la ladera inferior	Filtros en Espina de Pescado en la Ladera Inferior
S8	K1+850	Saturación de la banca de la vía	Filtros Longitudinales a la Vía, y Proteger el descole del Box existente

11.1 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS SUPERFICIALES

En el fondo de la excavación debe extenderse una capa de al menos 5,0 cm de Concreto de Limpieza que permita evitar la contaminación del concreto; esta capa debe ser nivelada topográficamente.

Cuando se presenten condiciones de inundación por nivel freático alto en las excavaciones es necesario efectuar trabajos de bombeo que permitan mantener las obras en condición seca; las aguas deberán ser conducidas a drenajes naturales.

Para el caso de las excavaciones requeridas, se recomienda adoptar las siguientes recomendaciones:

- Inclinación Máxima de Talud: 0,50H:1,0V, para alturas no mayores de 3 metros.
- Protección de Taludes Temporales con Malla y Mortero

Dejar un espacio de al menos 0,25 m entre la pata del talud de corte y la cara externa del muro para facilitar la conformación y compactación del relleno; el grado de compactación de dicho relleno, que debe cumplir con lo establecido en el Artículo 610 – Relleno para Estructuras del INV, debe ser de al menos el 95% del Proctor Modificado.

11.2 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS PROFUNDOS

Los caisson deberán excavarse de forma manual, habida cuenta de los diámetros de excavación requeridos y de la presencia de bloques de roca de gran tamaño dentro de los depósitos aluviales o aluvionales, que deben ser atravesados por estos cimientos.

Una vez se haya realizado el replanteo de la cimentación, se procederá a realizar una excavación cilíndrica manual, bien sea con herramienta menor o, si se encuentran bloques de gran tamaño o el macizo rocoso, con martillo neumático o con explosivos. El avance de esta excavación deberá ser de 1.0 m en profundidad, y deberá ser protegida por un anillo de concreto reforzado fundido en sitio, siguiendo las indicaciones del diseño estructural previsto para esos elementos.

El proceso deberá repetirse con cada avance de 1.0 m en profundidad, hasta alcanzar la cota de cimentación de la base del caisson; es caso de que las condiciones así lo impongan, las excavaciones deberán mantenerse bombeadas para trabajar en las condiciones más secas posibles.

Durante todo el proceso de excavación deberá verificarse la verticalidad de la excavación de cada caisson.

Finalmente, y una vez se haya completado el anillo de concreto más profundo, podrá procederse a la instalación del refuerzo del caisson y al vertimiento del concreto del elemento, esto de acuerdo con las indicaciones del diseño estructural del puente.

Para la ejecución de los cimientos pre-excavados deberá seguirse las recomendaciones de las Especificaciones Técnicas de INVIAS, Articulo 621-22, Caisson Pre-excavados.

11.3 RECOMENDACIONES DE DRENAJE

El objetivo principal del drenaje es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto de la vía como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos del sitio intervenido.

Para los muros de contención proyectados se recomienda la construcción de obras de subdrenaje para el manejo de las aguas en la zona de contacto de un muro con el terreno, generando una captación por medio de un medio filtrante y su posterior conducción y evacuación a través de un medio drenante.

Se recomienda la instalación de un filtro en el espaldón del muro de al menos 0.80 m de espesor, conformado mediante un material granular libre de finos con una granulometría entre ¾" y 2 ½", cubierto con un Geotextil de tipo no tejido NT2500 o similar, junto con una tubería drenante de 4"; el filtro entregará el agua conducida a la alcantarilla existente, y de ésta será conducida de manera controlada al sistema de drenaje pluvial de la zona.

En los pases de tuberías o lloraderos a través de los muros se recomienda que una porción de dichas tuberías sea colocada previamente al vaciado del concreto y que dichas porciones de tubería estén provistas de anillos de anclaje o solapa que quede embebido dentro del cuerpo del muro que atraviesa para impedir el paso de agua en la unión de los dos materiales; es importante que las tuberías no coincidan con la posición de las juntas.

11.4 RECOMENDACIONES MATERIAL DE RELLENO EN MUROS

Se recomienda que el espaldón del muro sea rellenado con material tipo seleccionado, de acuerdo con las especificaciones establecidas en la Norma 220 del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Este material debe cumplir con los requisitos técnicos de calidad, granulometría y compactación necesarios para garantizar la estabilidad y el buen desempeño estructural del muro.

El material tipo seleccionado se dispondrá diferenciando dos zonas en la sección transversal del terraplén:
Corona: Tendrá un espesor de 30 cm, conformada por material seleccionado con características específicas para soportar mayores cargas y condiciones de servicio.

Núcleo: El resto del relleno también estará constituido por material tipo seleccionado, cumpliendo con las especificaciones técnicas, pero destinado principalmente a proporcionar estabilidad volumétrica y soporte general.

Para asegurar la calidad del trabajo, se deberá realizar un control técnico exhaustivo durante todas las etapas del proceso, incluyendo la selección, transporte, colocación y compactación del material. Adicionalmente, es imprescindible ejecutar ensayos de laboratorio y pruebas in situ para verificar que el material cumpla con los parámetros establecidos en la Norma 220 del INVIAS.

11.5 RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE PERNOS

Antes del inicio de las perforaciones deberá hacerse una limpieza de la cara del talud a intervenir, retirando bloques sueltos o material que pueda desprenderse.

Posteriormente se procederá a efectuar las perforaciones para los pernos, los cuales se harán o bien con ayuda de un taladro descolgado desde la ladera superior al talud, o con una perforadora autopropulsada; esta tarea se hará manteniendo en todos los casos la inclinación y la longitud de diseño de los pernos, y efectuando las perforaciones con un diámetro mínimo de $D_{perforación}$=4" (0.10 m). En los casos en que se encuentre que las perforaciones tratan de cerrarse deberá emplearse un encamisado, bien sea temporal o definitivo, para mantener abierto el orificio perforado.

La colocación del perno se hará empleando elementos centralizadores dentro de la perforación, a fin de garantizar que la barra de refuerzo quede ubicada, aproximadamente, a lo largo del eje del orificio; se debe colocar la cantidad de centralizadores necesarios para garantizar la correcta colocación de la barra, de los elementos de protección anticorrosión y el resto de los elementos de la perforación, sin impedir el flujo correcto de inyección. Así mismo, el recubrimiento mínimo entre el elemento metálico y el terreno será de 10 mm.

Una vez efectuada esta tarea se iniciará a colocar el grouting de relleno del perno, consistente en una lechada de cemento que puede ser inyectada por gravedad o con la aplicación de presión de bombeo, según se considere conveniente. Las lechadas de cemento utilizadas en la protección anticorrosión en contacto con las armaduras deberán tener una dosificación agua/cemento no superior a 0.4 para limitar el agua libre, y las empleadas en la formación del grouting se dosificarán en un rango de 0.4 y 0.6, dependiendo de las características del terreno.

Finalmente, y una vez se haya verificado el endurecimiento de la lechada, se instalará el biomanto permanente en los casos en que este elemento esté previsto, adosado al terreno con ayuda de bastones metálicos, y la malla de retención indicada, la cual se asegurará a los pernos mediante placas de acero atornilladas y vinculadas entre sí por una guaya de acero D=1/2", como mínimo, a la cabeza de cada uno de los pernos. Se recomienda Malla Eslabonada Triple Torsión 6x8 con un espesor de alambre de 3mm.

Para la ejecución de algunos pernos sobre el talud, puede requerirse descender los equipos, por lo cual es importante verificar con los responsables de seguridad y salud y el proveedor del servicio el proceso a adelantar, dentro de lo que se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La plataforma o canasta que se plantee descender por el talud debe ser homologada para resistir los pesos requeridos, las condiciones de intemperie y las labores propias de la actividad.
- Esta plataforma o canasta debe estar adecuadamente sujeta por lo menos de 4 puntos, los cuales deben ir a anclajes auxiliares realizados previamente en la zona alta, los cuales deben ser justificados con los pesos sostener.
- Tanto operarios, equipos y plataforma deben tener una línea de vida independiente.
- Se recomienda que solo haya una persona en la plataforma o canasta y que los demás operarios asistan la labor desde las parte superior o inferior del talud.
- En la parte inferior debe colocar una malla o implementar alguna medida que evite cualquier daño físico o material en caso de caídas o desprendimientos del material.

El personal debe contar con la acreditación de trabajo en alturas y los elementos de protección personal que se requieran para la actividad.

12. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados de la investigación del subsuelo y en las características de las estructuras a implantar en el proyecto; cabe anotar que los análisis serán contrastados y de ser del caso ajustados con la información que arrojen los resultados de laboratorio.

Si durante la construcción, se encuentran condiciones del subsuelo, diferentes a las consideradas en el presente estudio, o se introducen cambios al proyecto que afecten al sistema de cimentación, se deberá informar al Ingeniero de Suelos, para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

Es recomendable que el Ingeniero supervise las etapas de excavación y apruebe el nivel de cimentación.

Consorcio CUNDINAMARCA JINT 17

13. REFERENCIAS TÉCNICAS

- INVIAS. (1996). Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles.
- AIS. (2010). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-10. Bogotá: AIS.
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2014). Código Colombiano de Puentes (CCP-14). Bogotá, Colombia.
- Servicio Geológico Colombiano. (07 de junio de 2016). Zonas de Amenaza Sísmica NSR-10. Obtenido de http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza_Sismica/
- SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. (2015). Mapa Geológico de Colombia 2015
- González, A. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. Bogotá D.C: X JORNADAS GEOTECNICAS DE LA INGENIERÍA COLOMBIANA.
- ASTM International. (2021). Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens (ASTM D2938-21) (Stroud, 1974)
- Hatanaka, M., & Uchida, A. (1996). Empirical correlation between soil liquefaction and in-situ penetration resistance
- Liao, S. S. C., & Whitman, R. V. (1986). Overburden correction factors for SPT in sand. Journal of Geotechnical Engineering
- Bowles, J. E. (1988). Foundation analysis and design (4th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Vesic, A. S. (1961). Beams on elastic subgrade and the Winkler's hypothesis. Proceedings of the 5th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering