

INFORME PASANTÍA
AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL, EN INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA

EDWIN GERMAN ALVAREZ RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2020

INFORME PASANTÍA
AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL, EN INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA

EDWIN GERMAN ALVAREZ RODRIGUEZ

PROYECTO DE GRADO EN MODALIDAD “PASANTÍA” PRESENTADO
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ASESOR DISCIPLINARIO Y METODOLÓGICO
MANUEL ORLANDO HERNÁNDEZ RIVERA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mi familia, fuente inspiradora y de apoyo incondicional, los cuales me apoyaron y me guiaron por un camino lleno de valores y principios que me fortalecieron como persona profesional.

Asimismo, a la Universidad Santo Tomas, la facultad de Ingeniería Civil y a toda la planta docentes que labora en la institución, por compartir sus experiencias profesionales y generar metodologías de aprendizaje efectivas y cómodas para una óptima formación académica.

A INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA, en cabeza del Ing. Cipriano Beltrán Lemus, por darme la oportunidad de realizar mi pasantía y ser una guía incondicional en este proceso, en el cual se aplican todos los conocimientos adquiridos en el área de geotecnia y se generan nuevos interrogantes que lo introducen a otro campo investigativo. A todo el personal técnico y administrativo que hace parte de la empresa por sus enseñanzas y compañía.

Pero, sobre todo, gracias a Dios por bendecirme con la vida y la salud, por ser una guía permanente a lo largo de mi existencia, por ser un apoyo permanente en momentos difíciles y por darme la fortaleza de seguir luchando por mis metas.

DEDICATORIA

A mis padres German y Nubia por haberme forjado y guiado para ser la persona que soy en la actualidad, por su amor, paciencia y esfuerzo continuo para permitirme cumplir una de las grandes metas propuestas, y que, a pesar de las dificultades o adversidades presentadas en el camino, con su apoyo y formación se superaron y fueron una enseñanza más para la vida.

A mi familia, gracias a su ejemplo de sabiduría, dedicación y superación personal, logré aplicarlos en mi vida académica y salí adelante en momentos de dificultad.

Nota de Aceptación

Director de pasantía

VoBo. 

Ing. MANUEL ORLANDO HERNANDEZ RIVERA

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Tunja, 10 de febrero de 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1. OBJETIVOS.....	5
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO.....	6
2.1. MUNICIPIO DE SOGAMOSO.....	6
2.2. MUNICIPIO DE PAIPA.....	8
2.3. CORREGIMIENTO DE PALERMO.....	8
2.4. MUNICIPIO DE DUITAMA.....	9
2.5. MUNICIPIO DE NOBSA.....	9
2.6. MUNICIPIO DE FIRAVITOBA.....	10
3. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	11
3.1. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS O DE SUELOS.....	11
3.1.1. BALCONES DE VERSALLES (EDIFICIO DE DIEZ (10) PISOS Y SÓTANO), UBICADO EN LA CARRERA 8 NO. 4 - 47, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.....	12
3.1.2. MEJORAMIENTO DE LA VÍA Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO CHICAMOCHA PARA EL TRÁFICO PESADO Y SU INTEGRACIÓN A LA RED VIAL NACIONAL, LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. 18	
3.1.3. CASA PRADA SUÁREZ (1 PISO).....	20
3.1.4. INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO.....	25
3.1.5. PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m)).....	30
3.1.6. MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO PALERMO HACIA EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km1+500 (1,5 km)).....	34
3.1.7. MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO DE PALERMO A LA VEREDA EL CURIAL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ (km0+000 al km4+300 (4,3 km)).....	38
3.1.8. CONSTRUCCIÓN VASO D EN LA TERRAZA 12 DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TERRAZAS DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO-BOYACÁ.....	42
3.1.9. EDIFICIO MULTIFAMILIAR COMERCIAL CUATRO (4) PISOS.....	47
3.1.10. VIVIENDA MULTIFAMILIAR TRES (3) PISOS.....	51
3.2. CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES.....	56
3.2.1. AMPLIACIÓN PATIO DE CARBÓN TERMOPAIPA IV.....	56

3.2.2.	INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO	69
3.2.3.	PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m))	71
3.3.	ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS.....	75
3.3.1.	PARA ESTUDIOS DE SUELOS.....	75
•	BALCONES DE VERSALLES (EDIFICIO DE DIEZ (10) PISOS Y SÓTANO), UBICADO EN LA CARRERA 8 NO. 4 - 47, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.....	78
•	CASA PRADA SUÁREZ (1 PISO).....	78
•	PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m)).....	78
•	MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO PALERMO HACIA EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km1+500 (1,5 km)).	78
•	MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO DE PALERMO A LA VEREDA EL CURIAL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ (km0+000 al km4+300 (4,3 km)).	79
•	CONSTRUCCIÓN VASO D EN LA TERRAZA 12 DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TERRAZAS DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO-BOYACÁ.....	79
•	EDIFICIO MULTIFAMILIAR COMERCIAL CUATRO (4) PISOS.	79
•	VIVIENDA MULTIFAMILIAR TRES (3) PISOS.....	79
3.3.2.	PARA VÍAS.....	80
3.4.	CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES.....	80
3.4.1.	DENSIDADES CON DENSIMETRO NUCLEAR	80
3.4.2.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO	81
4.	APORTES DEL TRABAJO.....	83
4.1.	APORTES COGNITIVOS	83
4.1.1.	ESTUDIOS GEOTECNICOS O DE SUELOS.....	85
4.1.2.	CONSULTORIAS (DISEÑOS).....	86
4.1.3.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	87
4.1.4.	CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES	88
4.2.	APORTES A LA COMUNIDAD	89
5.	IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO.....	91
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
7.	GLOSARIO	96
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
9.	ANEXOS (MEDIO MAGNETICO)	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.	11
Tabla 2: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.	12
Tabla 3: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.	12
Tabla 4: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.	13
Tabla 5: Perfil promedio explorado.	16
Tabla 6: Resultados de la perforación 1.	19
Tabla 7: Resultados de la perforación 2.	20
Tabla 8: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.	21
Tabla 9: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.	21
Tabla 10: Perfil promedio explorado.	24
Tabla 11: Perfil promedio explorado.	29
Tabla 12: Perfil promedio explorado.	33
Tabla 13: Perfil promedio explorado.	37
Tabla 14: Perfil promedio explorado.	41
Tabla 15: Perfil promedio explorado.	45
Tabla 16: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.	47
Tabla 17: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.	47
Tabla 18: Perfil promedio explorado.	50
Tabla 19: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.	52
Tabla 20: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.	52
Tabla 21: Perfil promedio explorado.	55
Tabla 22: Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.	59
Tabla 23: Características de la subrasante.	61
Tabla 24: Características promedio de las zonas homogéneas.	61
Tabla 25: Características de los Materiales Estructura de Pavimento semirrígido.	62
Tabla 26: Espesores mínimos de la capa de rodadura según categoría de tráfico (Método AASHTO-93).	62
Tabla 27: Espesores mínimos de la capa de rodadura según categoría de tráfico (INVÍAS).	63
Tabla 28: Materiales Berma Cuneta Bordillo.	64
Tabla 29: Diseño estructural Berma-Cuneta.	65
Tabla 30: Parámetros sísmicos de diseño.	67
Tabla 31: Tamices por los cuales pasa la muestra de suelo.	77
Tabla 32: Tamices por los cuales pasa la muestra.	80
Tabla 33: Resultados de la resistencia a la compresión de cilindros.	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización de los municipios, en el Departamento de Boyacá.	6
Ilustración 2: Localización de las perforaciones.	14
Ilustración 3: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.	17
Ilustración 4: Localización de las dos perforaciones.	18
Ilustración 5: Registró fotográfico de las dos perforaciones.	20
Ilustración 6: Localización de las perforaciones.	22
Ilustración 7: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.	25
Ilustración 8: Localización de las perforaciones.	27
Ilustración 9: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.	30
Ilustración 10: Localización de los apiques.	31
Ilustración 11: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos para la vía.	34
Ilustración 12: Localización de los apiques.	35
Ilustración 13: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos para la vía.	38
Ilustración 14: Localización de los apiques.	39
Ilustración 15: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos para la vía.	42
Ilustración 16: Localización de las perforaciones.	43
Ilustración 17: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.	46
Ilustración 18: Localización de las perforaciones.	48
Ilustración 19: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.	51
Ilustración 20: Localización de las perforaciones.	53
Ilustración 21: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.	56
Ilustración 22: Dimensionamiento berma cuneta bordillo (cm).	64
Ilustración 23: Cuneta con el acero de refuerzo.	66
Ilustración 24: Espectro sísmico lineal elástico.	67
Ilustración 25: Ubicación en planta del gavión.	70
Ilustración 26: Perfil transversal 8, con muro gavión implantado.	71
Ilustración 27: Análisis de precios unitarios para conformación de botadero o escombrera.	73
Ilustración 28: Presupuesto general.	74

RESUMEN

La realización de este documento, es para describir las labores ejecutadas durante la pasantía, se explica de manera clara para su buen entendimiento e interpretación, todo este proceso se realizó con la mejor actitud para adquirir nuevos conocimientos y optar por el título de ingeniería civil.

El desarrollo de las actividades de la pasantía se realizó en la empresa INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA, la cual asignó diversas funciones en el área de geotecnia, control de calidad de obras civiles y consultoría, cada uno de los proyectos en los cuales se participó están ubicados en diversos municipios del departamento de Boyacá.

En este documento se encuentra la información detallada de cada una de las labores ejecutadas durante el periodo de tiempo de la pasantía, se describe y soporta cada una de estas actividades mediante un registro fotográfico, localización del proyecto e información recolectada y ejecutada.

Palabras clave: Estudio de suelos, proyectos, resistencia, consultoría.

ABSTRACT

The completion of this document is to describe the work carried out during the internship, it is clearly explained for a good understanding and interpretation, this entire process was carried out with the best attitude to acquire new knowledge and opt for the civil engineering degree.

The development of the internship activities was carried out in the company INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA, which assigned various functions in the area of geotechnics, quality control of civil works and consulting, each of the projects in which it participated are located in various municipalities of the department of Boyacá.

This document contains detailed information on each of the tasks performed during the internship period, each of these activities is described and supported by means of a photographic record, location of the project, and information collected and executed.

Key words: Soil study, projects, resistance, consulting.

INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia los estudios previos para la construcción y seguimiento de cada uno de los proyectos de infraestructura, uno de los principales estudios que se debe hacer para caracterizar el subsuelo, es el estudio geotécnico o de suelos, el cual nos facilita la elaboración de cualquier estructura debido a que todo inicia por una buena cimentación; en la empresa INGENIERÍA Y GELOGÍA LTDA se adquirió conocimientos claves para la caracterización del subsuelo y el comportamiento de este frente a cargas externas.

Es importante conocer los estudios previos que se deben realizar en la consultoría de cualquier proyecto de infraestructura, debido a que por medio de estos se puede generar un adecuado método constructivo sin generar riesgos o interrogantes al momento de construir, realizando este proceso de acompañamiento, en cada uno de los proyectos que se ejecutaron en la empresa se identificó una gran variedad de estudios que se deben realizar al momento de plantear cualquier proyecto constructivo y los cuales cualquier ingeniero civil tiene que identificar con facilidad en su vida profesional.

En la ejecución del proceso práctico se adquirieron habilidades en: el conocimiento del suelo o subsuelo, mediante los estudios de suelos realizados para vías, edificaciones, obras de contención y rellenos sanitarios; el proceso de consultoría de obras civiles, mediante la elaboración de estudios previos para la ampliación del patio de carbón para CIA. Eléctrica de Sochagota, pavimentación de vías y estructuras de contención; la realización de ensayos de laboratorio para suelos.

En consecuencia, en la práctica profesional se adquieren una gran variedad de conocimientos y normativas, las cuales se tienen que velar por su pleno cumplimiento en cada uno de los diseños que realicemos, en nuestra vida

profesional, también se adquieren habilidades para realizar un excelente seguimiento de obra y poder afrontar problemas constructivos que surjan en campo.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar habilidades propias de ingeniería civil, mediante el acompañamiento y la ejecución de estudios previos o consultoría para la elaboración de proyectos de infraestructura.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar estudios geotécnicos o de suelos para conocer el suelo de cimentación para edificaciones, estructuras de contención y vías.
- Realizar la consultoría de proyectos civiles, en donde se establecen los estudios y diseños que se necesitan para la ejecución de la obra.
- Verificar la calidad de los materiales utilizados en obra, mediante ensayos de laboratorio según la normativa vigente.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO

La pasantía se realizó en proyectos ubicados en el municipio de Sogamoso (Boyacá) y fuera de esta, en los siguientes municipios del departamento de Boyacá:

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)/GEOPORTAL/MAPAS NACIONALES

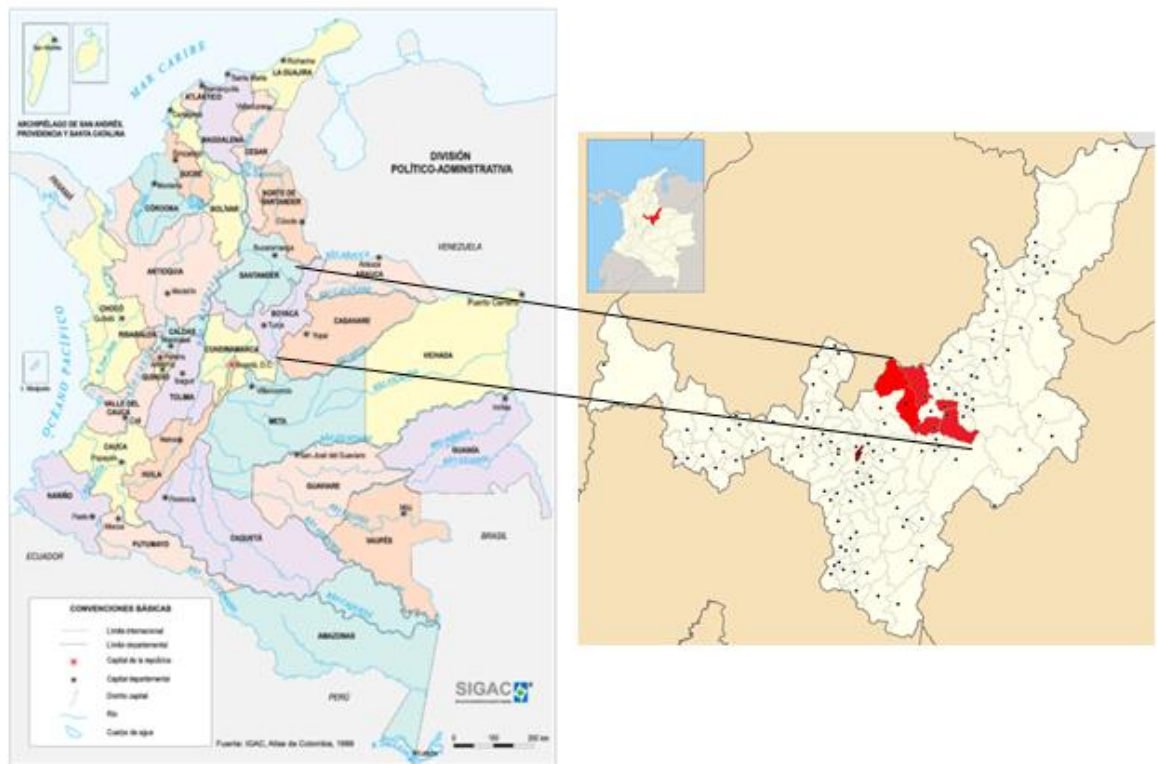


Ilustración 1: Localización de los municipios, en el Departamento de Boyacá.

2.1. MUNICIPIO DE SOGAMOSO

Se realizaron los siguientes proyectos en el municipio de Sogamoso (Boyacá), (ver ilustración 1):

“CONSTRUCCIÓN VASO D EN LA TERRAZA 12 DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TERRAZAS DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO-BOYACÁ” La zona del proyecto está ubicada en el sector nor-oriental, zona rural, relleno sanitario regional Terrazas del Provenir, del municipio de Sogamoso, conformando una geometría poligonal, con frente por vías de acceso internas.

“Balcones de Versalles” (Edificio de diez (10) pisos y sótano), ubicado en la carrera 8 No. 4 - 47, del municipio de Sogamoso.

“EDIFICIO MULTIFAMILIAR COMERCIAL CUATRO (4) PISOS” El lote del proyecto está ubicado en el sector occidental, área urbana, carrera 26 No 5A-02/06, barrio Magdalena, del municipio de Sogamoso, conformando una geometría rectangular, con frente por vía de acceso pavimentada (carrera 26).

“VIVIENDA MULTIFAMILIAR TRES (3) PISOS” El lote del proyecto está ubicado en el sector sur-occidental, área urbana, carrera 11 No. 10 Sur - 05, interior 4, del municipio de Sogamoso, conformando una geometría rectangular, con frente por vía de acceso sin pavimentar.

Límites del municipio:

- Por el norte con Nobsa
- Por el sur con Firavitoba
- Por el oriente con Topagá y Aquitania
- Por el occidente con Nobsa y Firavitoba

Extensión total: 214 kilómetros cuadrados (Km²)

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2579 m.s.n.m

Temperatura: 7°C a 18°C.

2.2. MUNICIPIO DE PAIPA

Se realizaron los siguientes proyectos en el municipio de Paipa (Boyacá), (ver ilustración 1):

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTE PARA EL TRÁFICO PESADO Y SU INTEGRACIÓN A LA RED VIAL NACIONAL EN EL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ (PUENTE VEHÍCULAR SOBRE EL RÍO CHICAMOCHA)” El área del proyecto está ubicada en el sector sur-oriental, zona rural, veredas la Esperanza y Romita, del municipio de Paipa, conformando una geometría rectangular, con frente por vía de acceso sin pavimentar.

“AMPLIACIÓN PATIO DE CARBÓN TERMOPAIPA IV” El área del proyecto está localizada en el km. 5 vía Paipa a Tunja, Paipa, Boyacá, propiedad de CIA. Eléctrica de Sochagota S.A. ESP.

Límites del municipio:

- Por el norte con Duitama
- Por el sur con Tibasosa
- Por el oriente con Duitama y Tibasosa
- Por el occidente con Sotaquirá y Gambita

Extensión total: 395 kilómetros cuadrados (Km²)

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2502 m.s.n.m

Temperatura: 10°C a 20°C

2.3. CORREGIMIENTO DE PALERMO

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO DE PALERMO A LA VEREDA EL CURIAL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ” La zona o tramo de estudio, se encuentra ubicada dentro de la gran cadena montañosa que pertenece a la cordillera oriental de los Andes, en el sector sur

oriental, área rural, vía que conduce desde el corregimiento de Palermo hacia la vereda El Curial, municipio de Paipa, departamento de Boyacá, (ver ilustración 1).

2.4. MUNICIPIO DE DUITAMA

Se realizó el siguiente proyecto en el municipio de Duitama (Boyacá), (ver ilustración 1):

“CASA PRADA SUÁREZ (1 PISO)” El lote del proyecto está ubicado en el sector sur-occidental, área rural, Callejuela 16, Vereda Surba y Bonza, del municipio de Duitama, conformando una geometría rectangular, con frente por vía de acceso sin pavimentar callejuela 16.

Límites del municipio:

- Por el norte con Santa Rosa de Viterbo
- Por el sur con Tibasosa
- Por el oriente con Santa Rosa de Viterbo y Tibasosa
- Por el occidente con Paipa

Extensión total: 229 kilómetros cuadrados (Km²)

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2493 m.s.n.m

Temperatura: 8°C a 18°C

2.5. MUNICIPIO DE NOBSA

Se realizó el siguiente proyecto en el municipio de Nobsa (Boyacá), (ver ilustración 1):

“INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO.” La zona de estudio, está localizada en el sector sur-oriental, zona rural, margen derecha del río

Chicamocha, del municipio de Nobsa, conformando una geometría rectangular, con frente por cauce del río Chicamocha.

Límites del municipio:

- Por el norte con Busbanzá
- Por el sur con Sogamoso
- Por el oriente con Busbanzá y Sogamoso
- Por el occidente con Duitama y Tibasosa

Extensión total: 53 kilómetros cuadrados (Km²)

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2500 m.s.n.m

Temperatura: 8°C a 18°C

2.6. MUNICIPIO DE FIRAVITOBA

Se realizó el siguiente proyecto en el municipio de Firavitoba (Boyacá), (ver ilustración 6):

El municipio de FIRAVITOBA se encuentra enmarcado dentro de las coordenadas topográficas: Norte = 1122022.647, Este = 1121883.770. Está localizado a 5° 40' 08 de latitud norte y a los 72° 59' 38" al oeste del meridiano de Greenwich. El municipio de FIRAVITOBA posee una extensión de 108 Km cuadrados y su casco urbano se encuentra a una altitud promedio de 2500 m sobre el nivel del mar en la Ilustraciones 1.

Límites del municipio:

- Por el norte con Tibasosa
- Por el sur con Iza
- Por el oriente con Iza y Sogamoso
- Por el occidente con Pesca y Tibasosa

Extensión total: 108 kilómetros cuadrados (Km²)

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2500 m.s.n.m

Temperatura: 7°C a 18°C

3. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Se realizaron actividades en el área de geotecnia tales como estudios geotécnicos o de suelos, consultoría y control de calidad de obras civiles.

3.1. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS O DE SUELOS

Durante el trabajo en campo se realiza un reconocimiento Geotécnico preliminar del área del proyecto y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante perforaciones con barrenos manuales; efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las normas A.S.T.M. D1586-67, NSR-10 e INVIAS; para realizar posteriormente los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de resistencia y compresibilidad del subsuelo. En el Anexo 1, se encuentra el perfil promedio explorado en cada uno de los estudios geotécnicos o de suelos.

Se debe seguir la norma sísmo resistente (NSR-10, Título H) para definir el número de sondeos que se tienen que realizar y la profundidad de exploración del subsuelo para cualquier edificación (Ver Tabla 1 y 2)

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sísmo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla 1: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 2: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.

3.1.1. BALCONES DE VERSALLES (EDIFICIO DE DIEZ (10) PISOS Y SÓTANO), UBICADO EN LA CARRERA 8 NO. 4 - 47, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

3.1.1.1. Número de sondeos y profundidad

El estudio de suelos se realizó para una edificación de 10 pisos y sótano, con un área en planta de aproximadamente 250 m²; según la (NSR-10, Título H) se determinó el número de sondeos y la profundidad de exploración, la estructura tiene una categoría alta (Ver tabla 3), y se tienen que hacer 4 sondeos con una profundidad de 25 m o por lo menos el 50% de esta (Ver tabla 4).¹

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Tabla 3: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

¹ Berry, L. P., y Reid D. (1 993). Mecánica de suelos. Editorial Nomos S. A Santafé de Bogotá, Colombia, Vol. 1, 205-269.

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 4: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.

3.1.1.2. Localización de los sondeos

La disposición de las perforaciones se planeó de la forma que se indica en la ilustración 2 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

Fuente: Autor

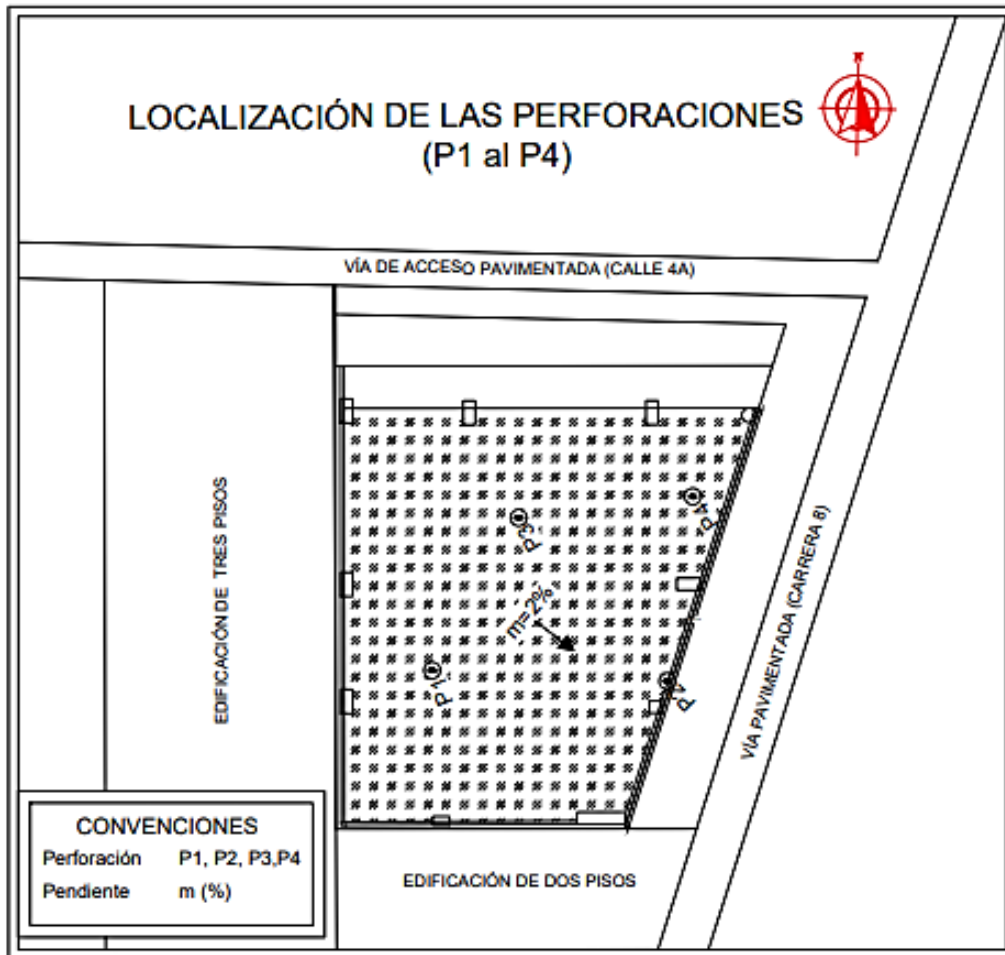


Ilustración 2: Localización de las perforaciones.

3.1.1.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron tres (4) perforaciones con barreno manual, de acuerdo con las normas (D1586-67) de ASTM y NSR-10, en condiciones de tiempo no lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 25 m.²

² Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), ley 400 de 1 997 (modificada ley 1 229 de 2 008), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Bogotá D.C., Colombia, marzo de 2 010.

En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa), muestras semialteradas con Split Spoon (cuchara partida) y muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby). Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se efectuaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Penetración estándar (SPT) para medir la resistencia al corte del suelo.
- Penetración dinámica (DCPT), mediante penetrómetro de Borros.
- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La tabla 5, muestra un resumen de los resultados de ensayos de campo para el perfil promedio establecido y el comportamiento de los valores de resistencia a la penetración dinámica mediante los ensayos SPT y DCPT; los valores de resistencia son uniformes, con la misma tendencia en las tres (4) perforaciones de aumentar la resistencia al corte del suelo hacia profundidad.

Fuente: Autor

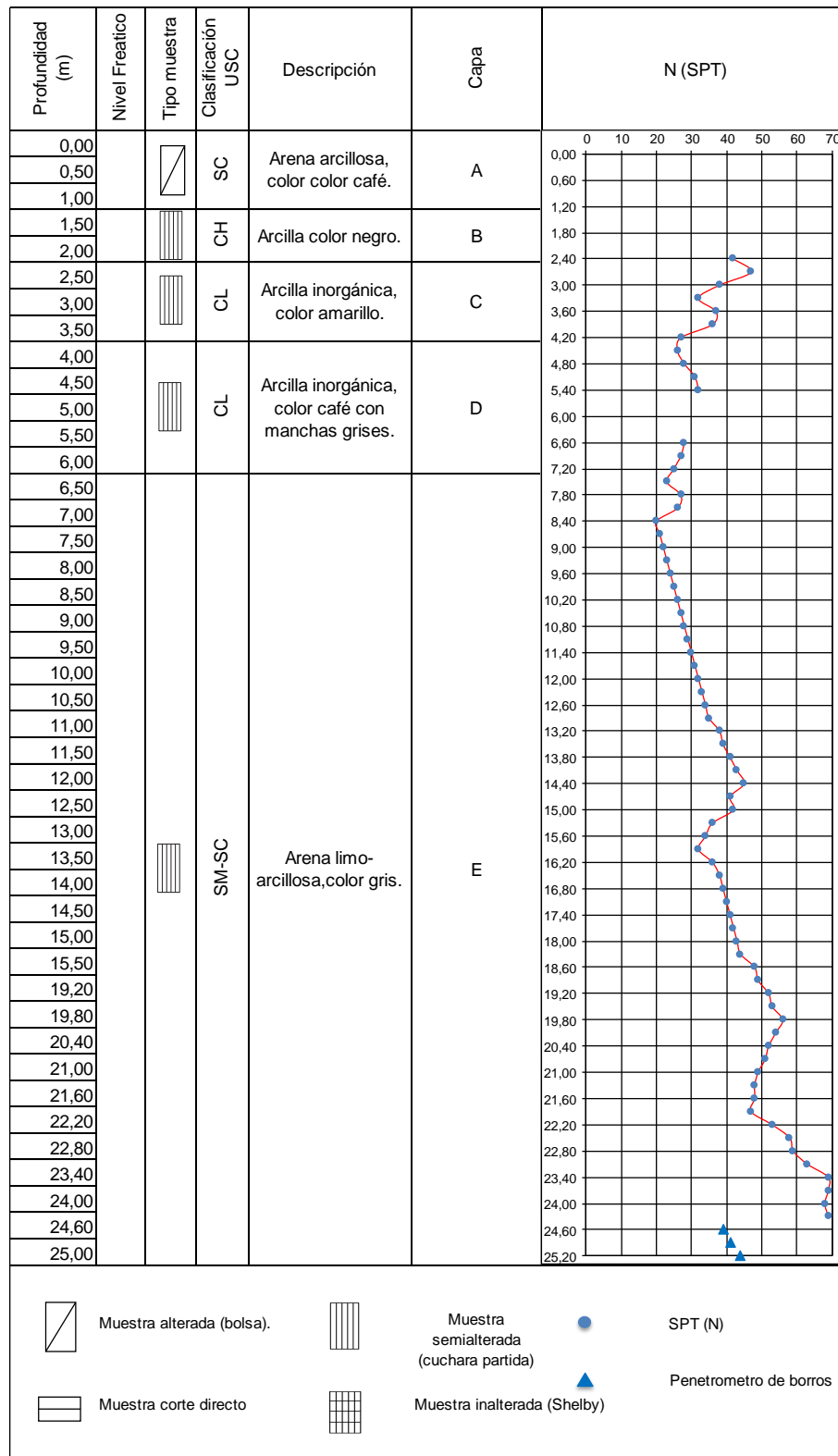


Tabla 5: Perfil promedio explorado.

3.1.1.4. Registro fotográfico

En la ilustración 3 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 3: Registro fotográfico estudio geotécnico o de suelos.

3.1.2. MEJORAMIENTO DE LA VÍA Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO CHICAMOCHA PARA EL TRÁFICO PESADO Y SU INTEGRACIÓN A LA RED VIAL NACIONAL, LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

3.1.2.1. Número de sondeos y profundidad

En el estudio de suelos solicitaron realizar 2 perforaciones a 25 m, con el objeto de verificar el tipo de suelo existente inmediatamente o por debajo de la punta de los 8 caissons ya construidos.

3.1.2.2. Localización de los sondeos

Estas perforaciones fueron realizadas por el método de percusión y rotación y lavado, en cada uno de los estribos del puente, entre los caisson 2 y 3 (lado de la Dársena), y los caisson 6 y 7 (lado del matadero) (Ver ilustración 4).

Fuente: Autor

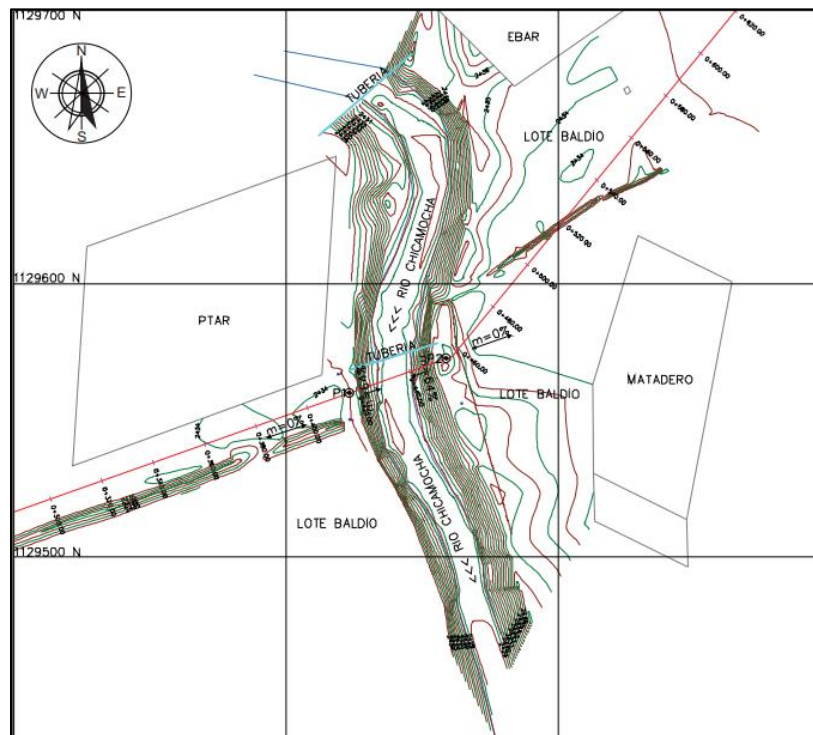


Ilustración 4: Localización de las dos perforaciones.

3.1.2.3. Registro de la perforación

En la perforación P1, se llegó con SPT a 12,6 m de profundidad, la cual, se logra mediante el método de percusión (SPT); la perforación se continuo por el método de rotación y lavado, pero al llegar a 9,45 m de profundidad, salió gran cantidad de arena y agua por la boca de la perforación, por lo cual, se tuvo que parar a 10,5 m de profundidad, por este método; debido a que, si se continuaba, podíamos provocar pérdida de presión de poros y sifonamiento en las arenas. El proceso de sifonamiento puede definirse como una inestabilidad del suelo producida cuando un flujo de agua ascendente, es decir, en sentido contrario al peso del terreno, genera una presión igual a la presión de tierras, anulando, por tanto, la presión efectiva (Ver tabla 6).³

Fuente: Autor

TIPO DE SUELO	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR (m)
Arena color café	0,0 - 1,65	1,65
Arena color gris	1,65 - 5,4	3,0
Arcilla color gris	5,4 - 9,45	4,2
Arena color gris claro	9,45 - 12,6	3,15

Tabla 6: Resultados de la perforación 1.

En la perforación P2 (lado de la Dársena), se encamisó la perforación para pasar las capas de arenas, y se encontraron las siguientes capas (Ver tabla 7).

Fuente: Autor

TIPO DE SUELO	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR (m)
Arena color café	0,0 - 3,6	3,6
Arena color gris	3,6 - 7,05	3,45
Arcilla color gris	-	-
Arcilla color gris oscura con desechos orgánicos	7,05 - 9,0	1,95

³ Norma colombiana de diseño de puentes LRFD - CCP-14.

Arena color gris claro	9,0 - 12,3	3,3
Arena color gris claro	9,0 - 15	6

Tabla 7: Resultados de la perforación 2.

3.1.2.4. Registro fotográfico

En la ilustración 5 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 5: Registró fotográfico de las dos perforaciones.

3.1.3. CASA PRADA SUÁREZ (1 PISO).

3.1.3.1. Número de sondeos y profundidad

El estudio de suelos se realizó para una edificación de 1 piso, con un área en planta de aproximadamente de 2 394,6 m²; según la (NSR-10, Título H) se

determinó el número de sondeos y la profundidad de exploración, la estructura tiene una categoría baja (Ver tabla 8), y se tienen que hacer 3 sondeos con una profundidad de 6 m o por lo menos el 50% de esta (Ver tabla 10).⁴

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Titulo H)

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla 8: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Titulo H)

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 9: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.

3.1.3.2. Localización de los sondeos

La disposición de las perforaciones se planeó de la forma que se indica en la ilustración 6 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

⁴ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), ley 400 de 1 997 (modificada ley 1 229 de 2 008), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Bogotá D.C., Colombia, marzo de 2 010.

Fuente: Autor

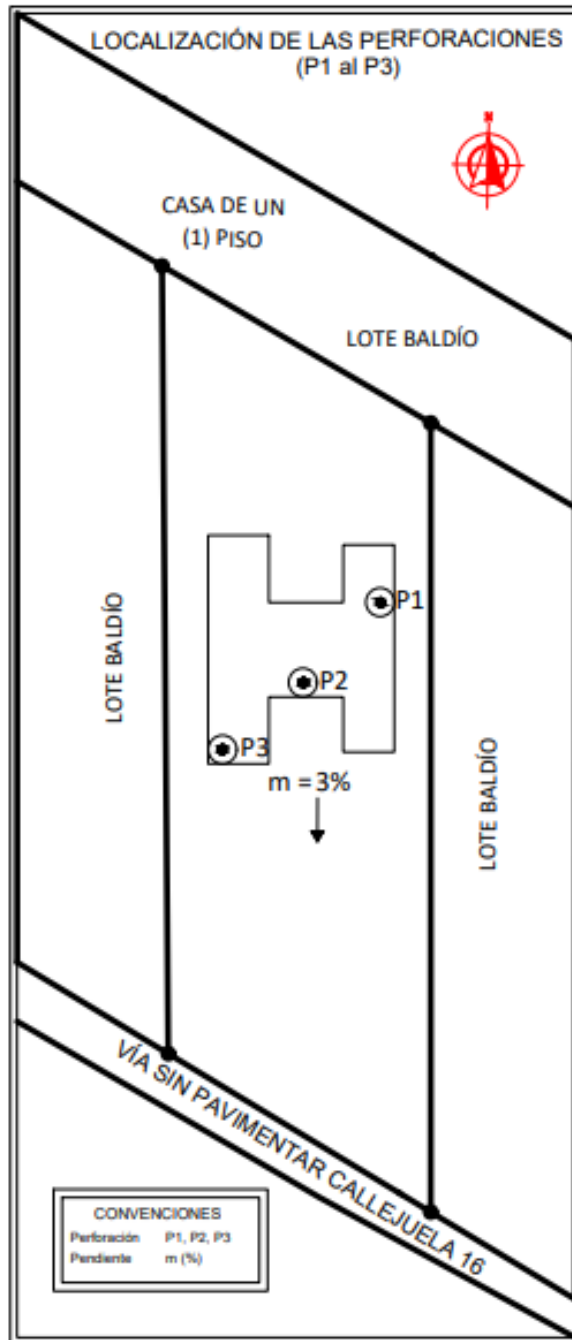


Ilustración 6: Localización de las perforaciones.

3.1.3.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron tres (3) perforaciones con

barreno manual, de acuerdo con las normas (D1586-67) de ASTM y NSR-10, en condiciones de tiempo no lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 6 m.

En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa), muestras semialteradas con Split Spoon (cuchara partida) y muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby). Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se efectuaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Penetración estándar (SPT) para medir la resistencia al corte del suelo.
- Penetración dinámica (DCPT), mediante penetrómetro de Borros.
- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La tabla 11, muestra un resumen de los resultados de ensayos de campo para el perfil promedio establecido y el comportamiento de los valores de resistencia a la penetración dinámica mediante los ensayos SPT y DCPT; los valores de resistencia son uniformes, con la misma tendencia en las tres (3) perforaciones de aumentar la resistencia al corte del suelo hacia profundidad.

El nivel freático no se encontró en las tres (3) perforaciones realizadas hasta la profundidad promedio explorada de 6 m, este comportamiento obedece a la presencia de niveles arcillosos en el perfil de suelo explorado

Fuente: Autor

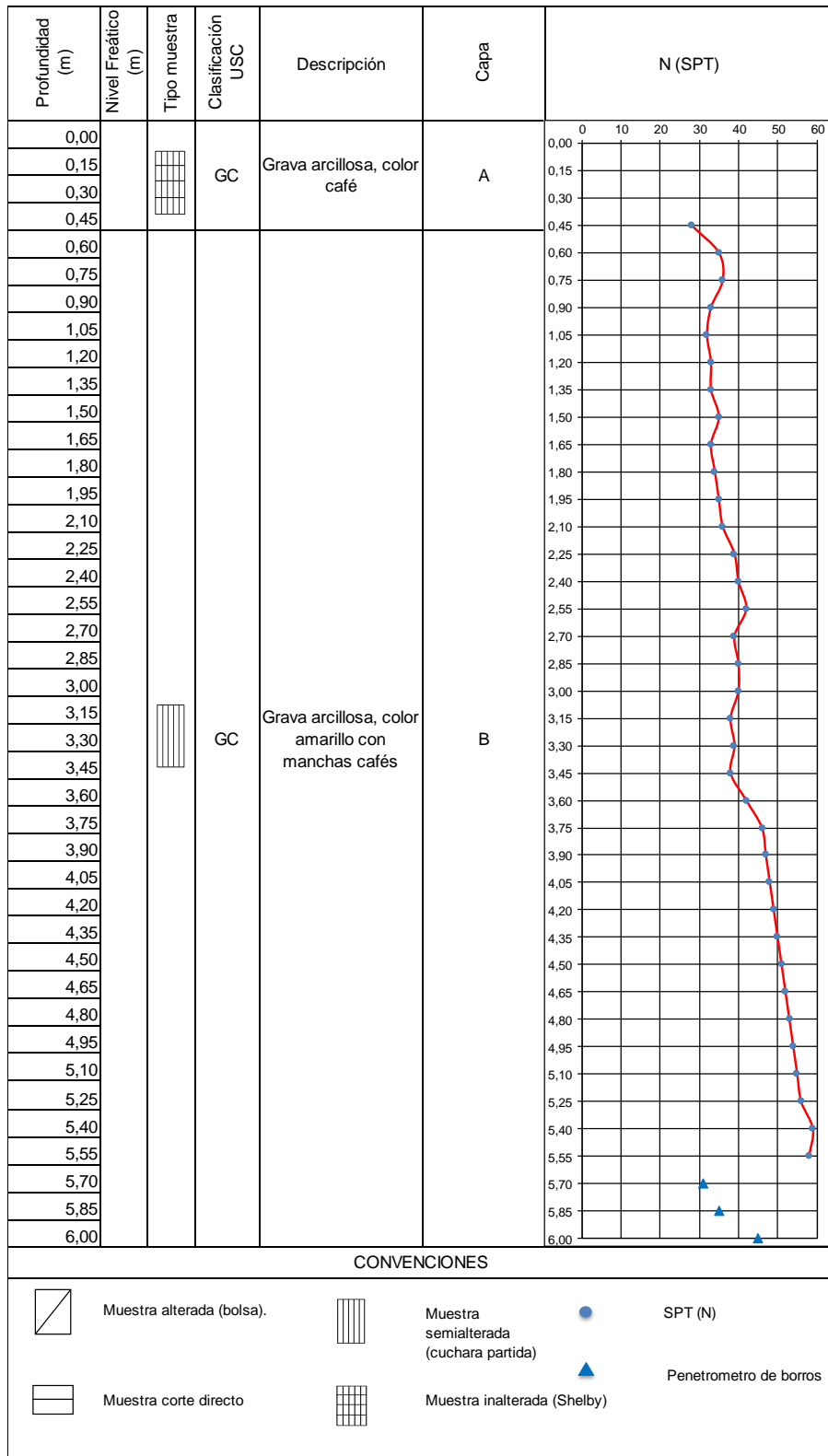


Tabla 10: Perfil promedio explorado.

3.1.3.4. Registro fotográfico

En la ilustración 7 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 7: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.

3.1.4. INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO.

3.1.4.1. Número de sondeos y profundidad

En la zona de captación de agua, existe actualmente un muro de aleta de contención, en la margen derecha de río aguas abajo, el cual, presenta socavación de su cimentación, incluidas sus aletas o aletones, lo cual es desfavorable para la estabilidad del mismo muro, y del dique. Además, se identificó varios puntos de infiltración de agua, bien sea por la dilatación dique/muro, y/o por debajo del muro de aleta o aleton, también, se observan grietas tanto en los aletones del muro de contención del dique. También existe el dique en el centro del río, que represa el agua y desvía el agua a la caseta de bombeo, el dique presenta algunas fisuras superficiales; además, existe una caseta de bombeo, en la margen izquierda del río aguas abajo, la cual, presenta

una ligera inclinación en la dirección de la corriente del río.

El río Chicamocha está socavando, tanto el muro de aleta de contención del dique, como el talud de la margen derecha del río, comprometiendo la estabilidad del muro de aleta de contención del dique y del talud del río; el talud de la margen derecha del río, inmediatamente después del muro de aleta de contención del dique, se encuentra socavado, en una longitud de 45 m, medidos paralelos al cauce del río, por 4 m de ancho medidos perpendiculares al eje del río, y 5 m de alto, para un área de 180 m², según plano topográfico.

Se planteó la realización de 3 sondeos paralelos al río aguas abajo del dique para explorar la cimentación del muro de aletas y la socavación del talud.

3.1.4.2. Localización de los sondeos

La disposición de las perforaciones se planeó de la forma que se indica en la ilustración 8 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

Fuente: Autor

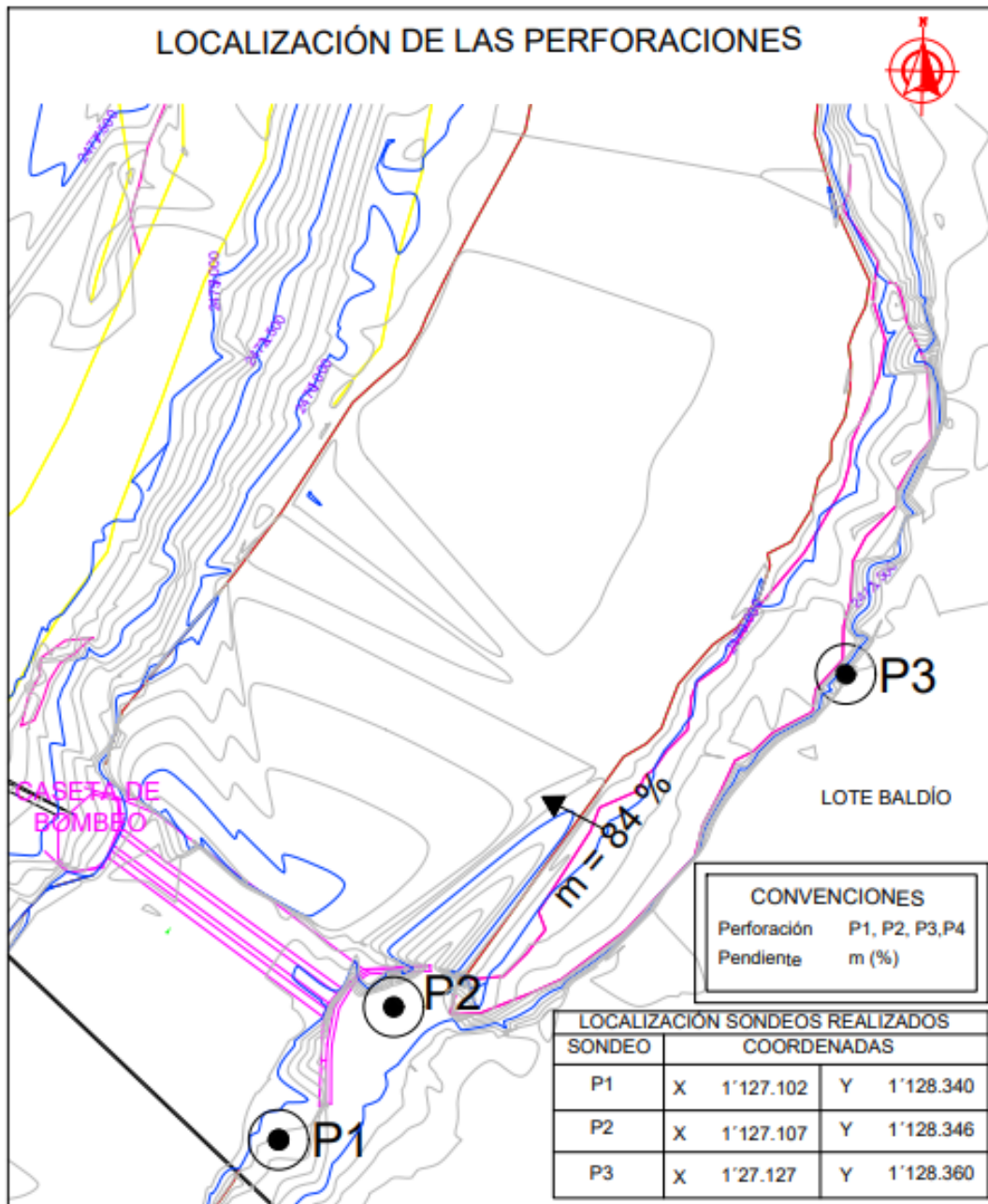


Ilustración 8: Localización de las perforaciones.

3.1.4.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron tres (3) perforaciones con barreno manual, de acuerdo con las normas (D1586-67) de ASTM y NSR-10, en

condiciones de tiempo no lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 12 m.

En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa), muestras semialteradas con Split Spoon (cuchara partida) y muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby). Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se efectuaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Penetración estándar (SPT) para medir la resistencia al corte del suelo.
- Penetración dinámica (DCPT), mediante penetrómetro de Borros.
- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La tabla 11, muestra un resumen de los resultados de ensayos de campo para el perfil promedio establecido y el comportamiento de los valores de resistencia a la penetración dinámica mediante los ensayos SPT y DCPT; los valores de resistencia son uniformes, con la misma tendencia en las tres (3) perforaciones de aumentar la resistencia al corte del suelo hacia profundidad.⁵

El nivel freático se encontró en las tres (3) perforaciones realizadas a una profundidad promedio de 5,85 m, este comportamiento obedece a la presencia de niveles arenosos en el perfil de suelo explorado, con la consecuente resistencia al corte del suelo media y asentamientos totales medios, cuando se produzcan cambios de humedad importantes.

⁵ Braja, M. D. (2 001). Fundamentos de Ingeniería geotécnica. International Thomson Editores, S. A. DE C.V, México, 445-493.

Fuente: Autor

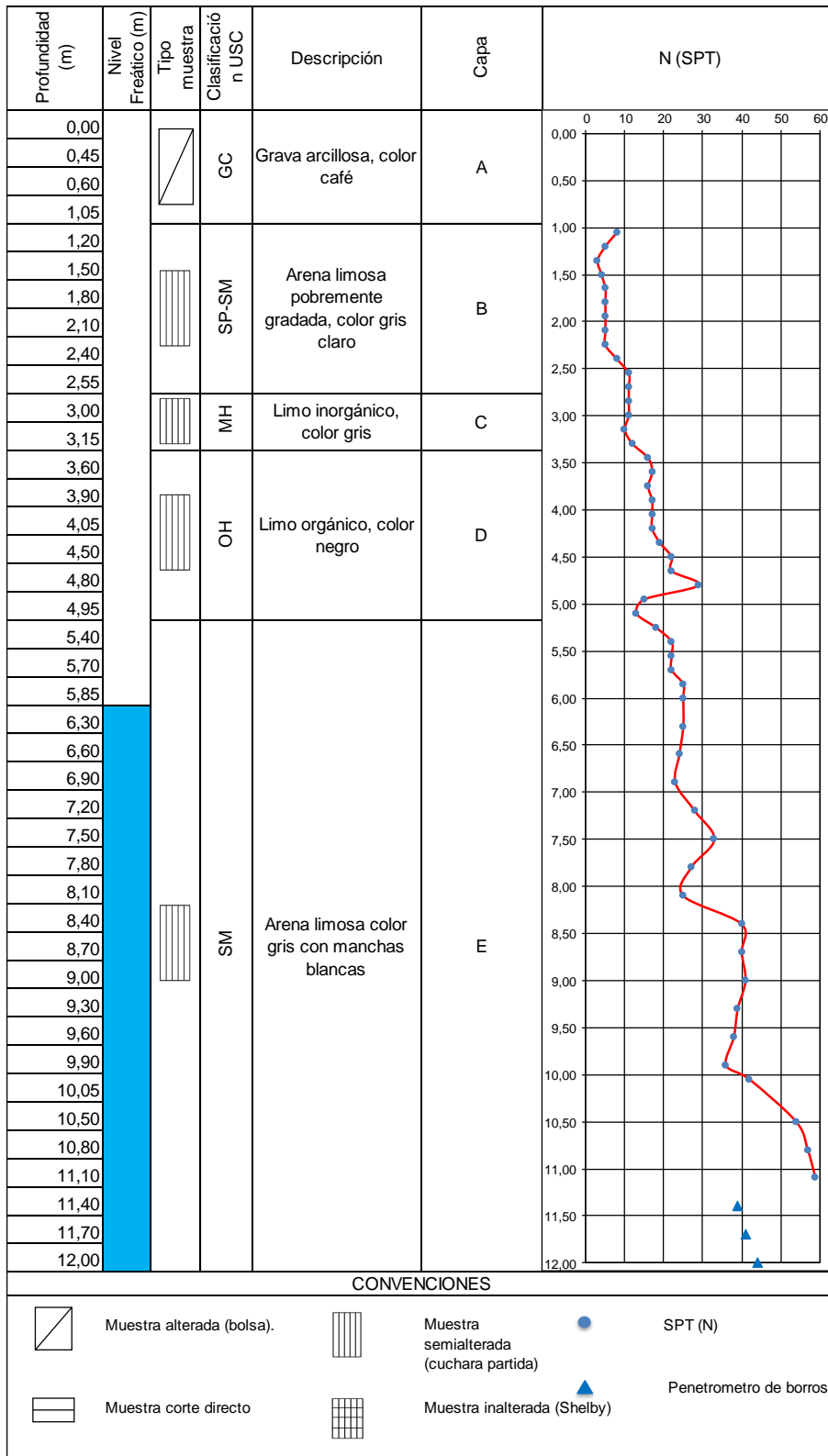


Tabla 11: Perfil promedio explorado.

3.1.4.4. Registro fotográfico

En la ilustración 9 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 9: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.

3.1.5. PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAUTOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m))

3.1.5.1. Número de apiques y profundidad

Se realizó un reconocimiento Geotécnico del tramo del proyecto y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante dos (2) apiques con barreno manual a una profundidad de 1,5 m, efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS); de los apiques se obtuvo material representativo de suelo natural o subrasante y afirmado existente, para realizar los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de: CBR, compresibilidad del subsuelo y los parámetros geomecánicos del material de subrasante o suelo

natural y afirmado existente, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y diseño de la estructura de pavimento.⁶

3.1.5.2. Localización de los apiques

La disposición de los apiques se planeó de la forma que se indica en la ilustración 10 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

Fuente: Autor

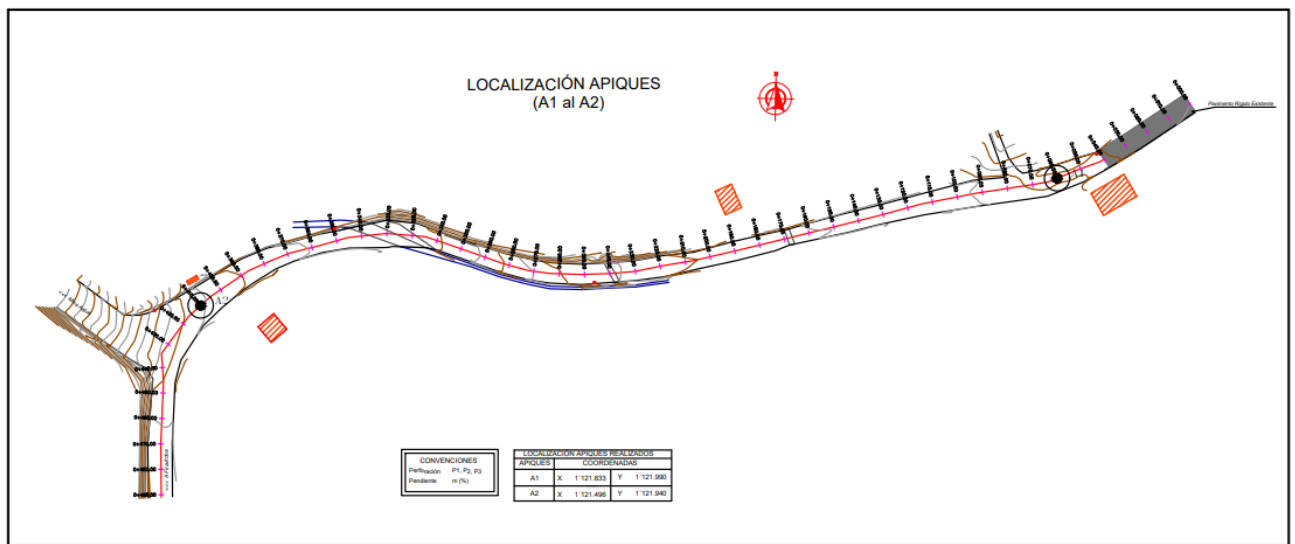


Ilustración 10: Localización de los apiques.

3.1.5.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron dos (2) apiques con barreno manual, en condiciones de tiempo lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 1,5 m.

⁶ Alfonso, M. F. Ingeniería de pavimentos para carreteras.

En cada apique se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa); además se realizaron ensayos de CBR inalterados. Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se realizaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La Tabla 12, presenta el perfil litológico de cada apique realizado, la correlación litológica entre los dos (2) apiques efectuados, la posición y comportamiento del nivel freático, la disposición del muestreo y las convenciones utilizadas.

El nivel freático no se encontró en los dos (2) apiques realizados hasta la profundidad promedio explorada de 1,5 m respecto de la topografía actual del terreno, este comportamiento obedece a la composición arcillosa del perfil de suelo explorado; además, las zonas circundantes al tramo del proyecto y este mismo son bien drenados superficialmente, debido a que la escorrentía superficial es media hacia el tramo del proyecto y la topografía es levemente inclinada.⁷

⁷ José David Muñoz. (2 003). Diseño de pavimentos, Conferencias Especialización en Geotecnia vial, U.P.T.C., Sogamoso, Tercera Promoción.

Fuente: Autor

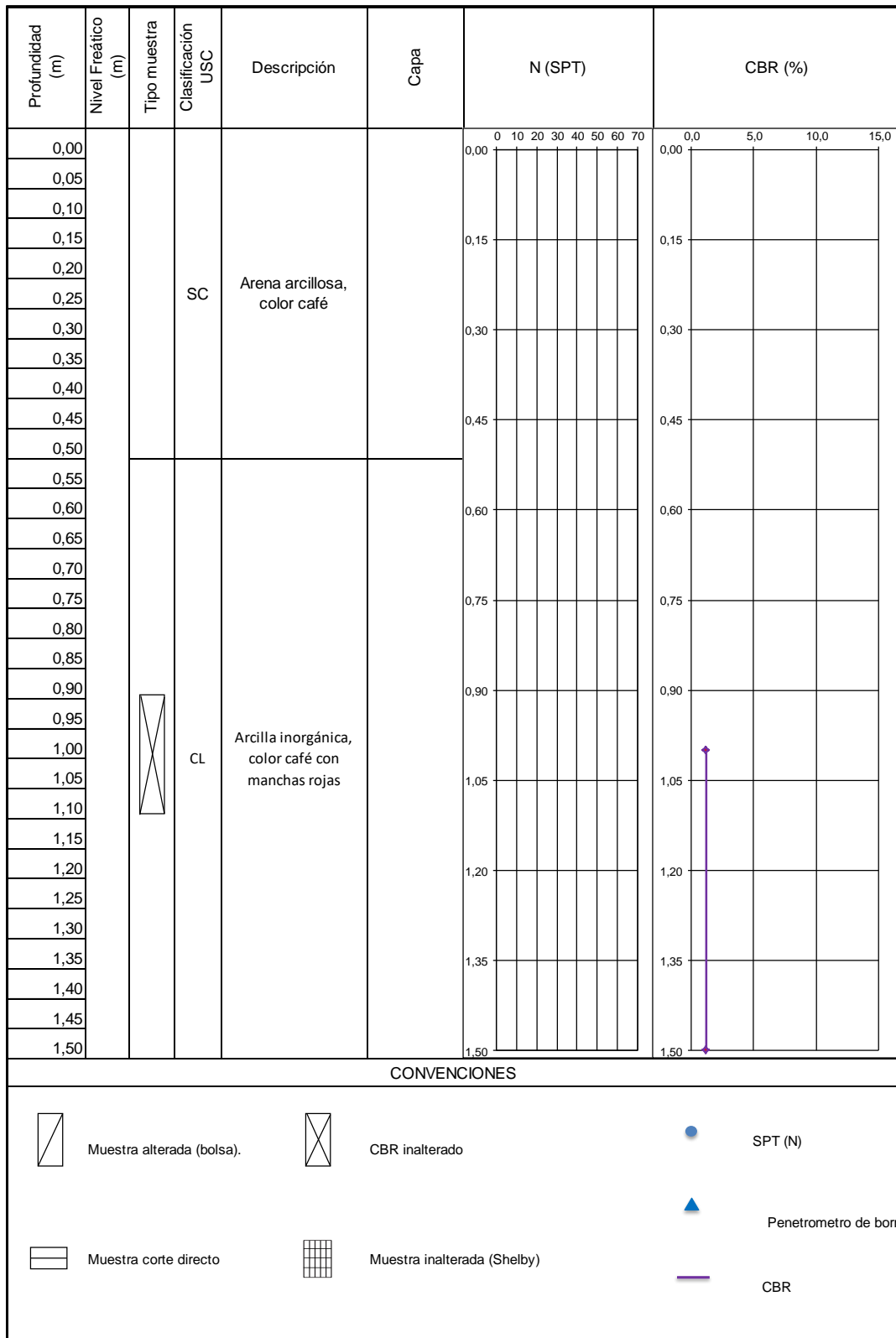


Tabla 12: Perfil promedio explorado.

3.1.5.4. Registro fotográfico

En la ilustración 11 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 11: Registro fotográfico estudio geotécnico o de suelos para la vía.

3.1.6. MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO PALERMO HACIA EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km1+500 (1,5 km))

3.1.6.1. Número de apiques y profundidad

Se realizó un reconocimiento Geotécnico del tramo del proyecto y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante dos (7) apiques con barreno manual a una profundidad de 1,5 m, efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS); de los apiques se obtuvo material representativo de suelo natural o subrasante y afirmado existente, para realizar los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de: CBR, compresibilidad del subsuelo y los parámetros geomecánicos del material de subrasante o suelo

natural y afirmado existente, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y diseño de la estructura de pavimento.⁸

3.1.6.2. Localización de los apiques

La disposición de los apiques se planeó de la forma que se indica en la ilustración 12 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

Fuente: Autor

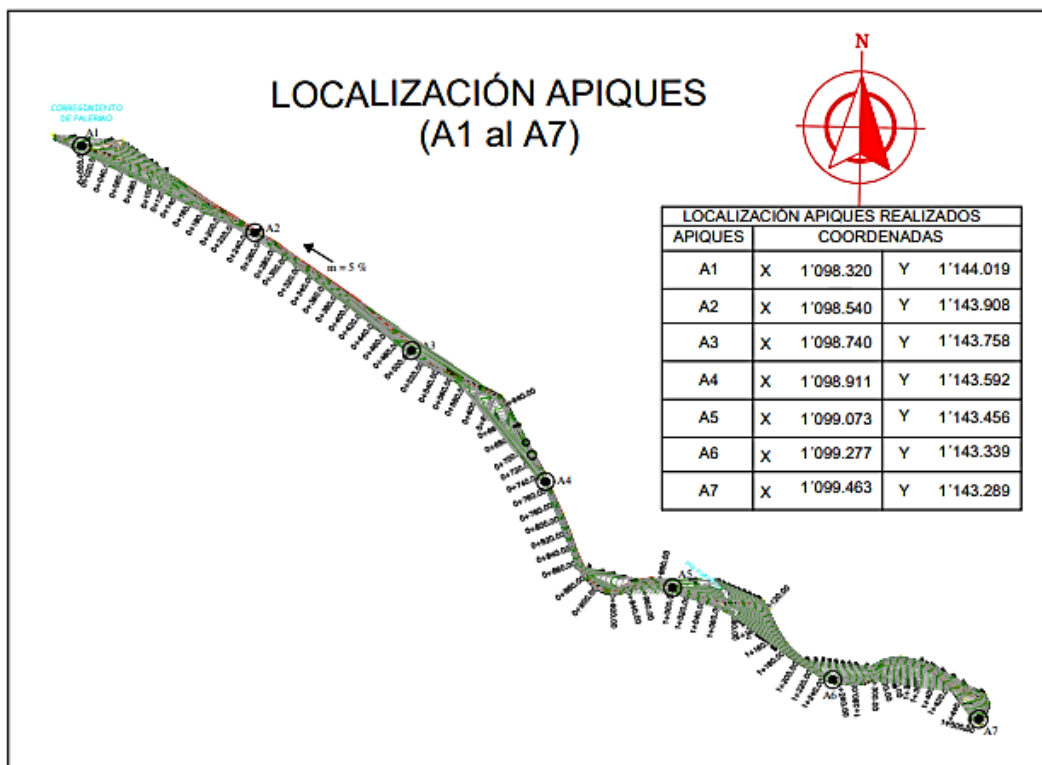


Ilustración 12: Localización de los apiques.

3.1.6.3. Registro de la perforación

⁸ Manuel, D. V. (2 001). Ingeniería de fundaciones. Centro Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, segunda reimpresión 22-524.

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron siete (7) apiques con barreno manual, en condiciones de tiempo lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 1,5 m.

En cada apique se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa); además se realizaron ensayos de CBR inalterados. Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se realizaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La Tabla 13, presenta el perfil litológico de cada apique realizado, la correlación litológica entre los 7 apiques efectuados, la posición y comportamiento del nivel freático, la disposición del muestreo y las convenciones utilizadas.

El nivel freático no se encontró en los siete (7) apiques realizados hasta la profundidad promedio explorada de 1,5 m respecto de la topografía actual del terreno, este comportamiento obedece a la composición arcillosa del perfil de suelo explorado; además, las zonas circundantes al tramo del proyecto y este mismo son bien drenados superficialmente, debido a que la escorrentía superficial es media hacia el tramo del proyecto y la topografía es levemente inclinada.

Fuente: Autor

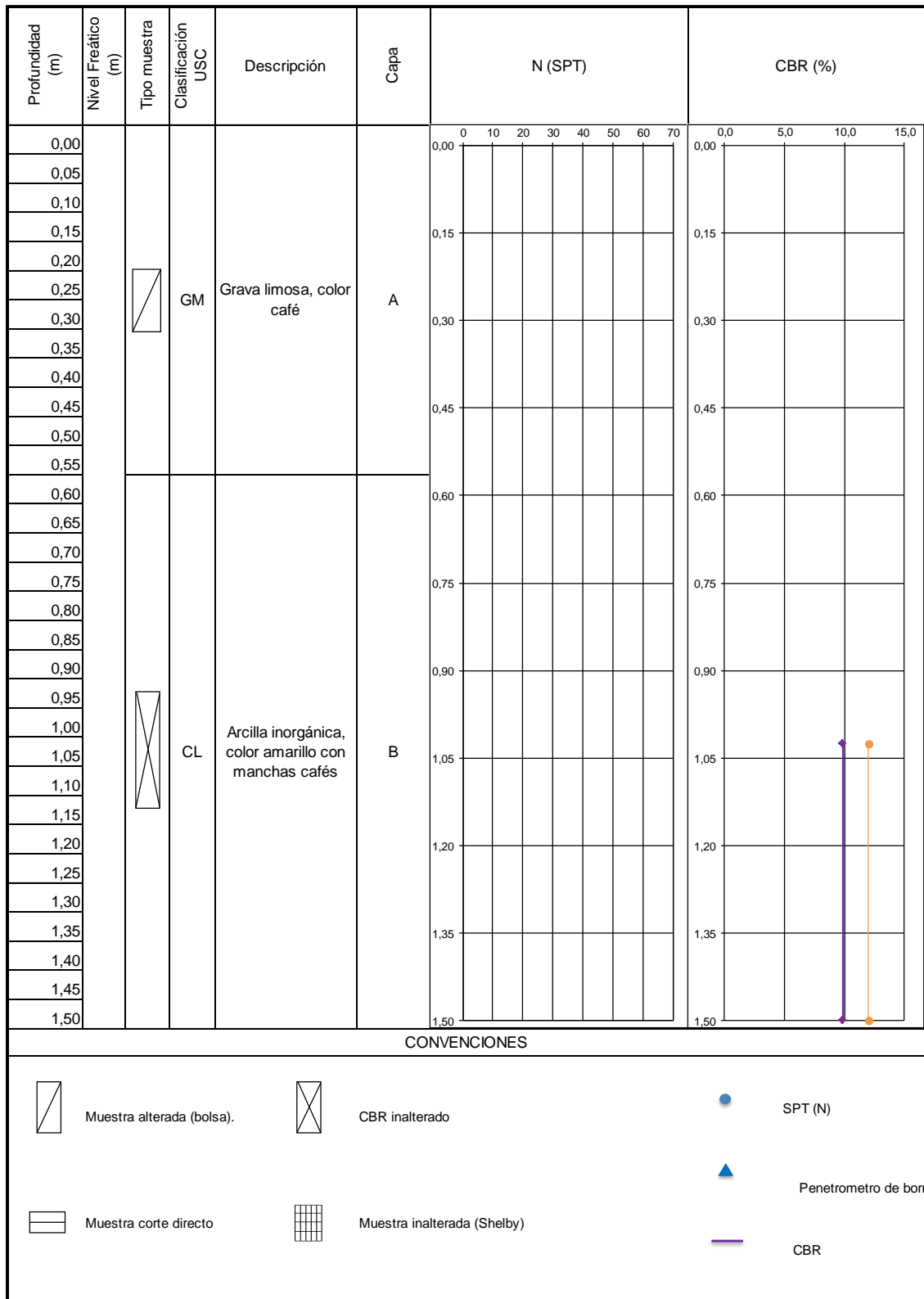


Tabla 13: Perfil promedio explorado.

3.1.6.4. Registro fotográfico

En la ilustración 13 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 13: Registro fotográfico estudio geotécnico o de suelos para la vía.

3.1.7. MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO DE PALERMO A LA VEREDA EL CURIAL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ (km0+000 al km4+300 (4,3 km))

3.1.7.1. Número de apiques y profundidad

Se realizó un reconocimiento Geotécnico del tramo del proyecto y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante dieciocho (18) apiques con barreno manual a una profundidad de 1,5 m, efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS); de los apiques se obtuvo material representativo de suelo natural o subrasante y afirmado existente, para realizar los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de: CBR, compresibilidad del subsuelo y los parámetros geomecánicos del material de subrasante o suelo

natural y afirmado existente, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y diseño de la estructura de pavimento.⁹

3.1.7.2. Localización de los apiques

La disposición de los apiques se planeó de la forma que se indica en la ilustración 14 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

Fuente: Autor

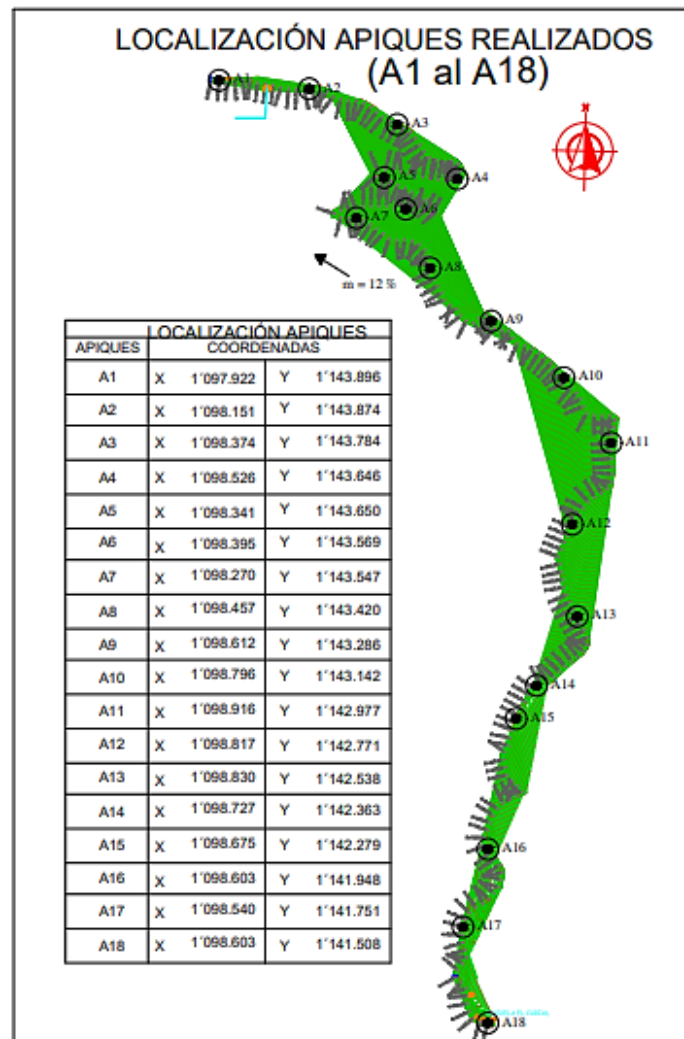


Ilustración 14: Localización de los apiques.

⁹ Alfonso, M. F. Ingeniería de pavimentos para carreteras.

3.1.7.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron dieciocho (18) apiques con barreno manual, en condiciones de tiempo lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 1,5 m.

En cada apique se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa); además se realizaron ensayos de CBR inalterados. Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se realizaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La Tabla 14, presenta el perfil litológico de cada apique realizado, la correlación litológica entre los 18 apiques efectuados, la posición y comportamiento del nivel freático, la disposición del muestreo y las convenciones utilizadas.

El nivel freático no se encontró en los dieciocho (18) apiques realizados hasta la profundidad promedio explorada de 1,5 m respecto de la topografía actual del terreno, este comportamiento obedece a la composición arcillosa del perfil de suelo explorado; además, las zonas circundantes al tramo del proyecto y este mismo son bien drenados superficialmente, debido a que la escorrentía superficial es media hacia el tramo del proyecto y la topografía es levemente inclinada.

Fuente: Autor

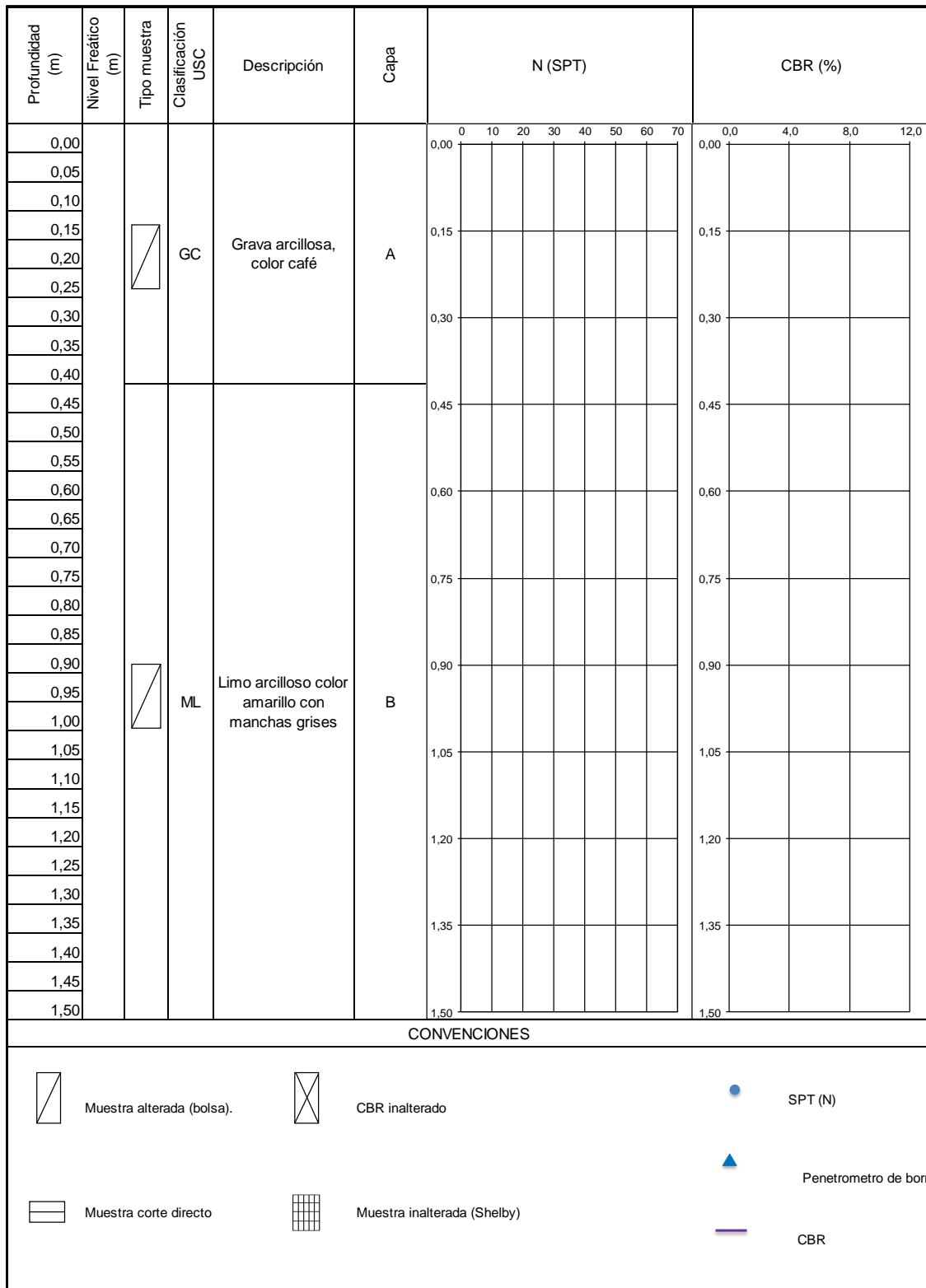


Tabla 14: Perfil promedio explorado.

3.1.7.4. Registro fotográfico

En la ilustración 15 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 15: Registro fotográfico estudio geotécnico o de suelos para la vía.

3.1.8. CONSTRUCCIÓN VASO D EN LA TERRAZA 12 DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TERRAZAS DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO-BOYACÁ

3.1.8.1. Número de sondeos y profundidad

El trabajo incluye un reconocimiento Geotécnico preliminar del área del proyecto y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante siete (7) perforaciones, hasta la profundidad máxima de 30 m con barreno manual; efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las normas A.S.T.M. D1586-67, NSR-10 e INVIAS; para realizar posteriormente los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de resistencia y compresibilidad del subsuelo, propiedades necesarias en el análisis de estabilidad y deformación del subsuelo, y con este análisis, definir el diseño y

construcción del Vaso D de la terraza 12 del relleno sanitario.¹⁰

3.1.8.2. Localización de los sondeos

La disposición de las perforaciones se planeó de la forma que se indica en la ilustración 16 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

Fuente: Autor

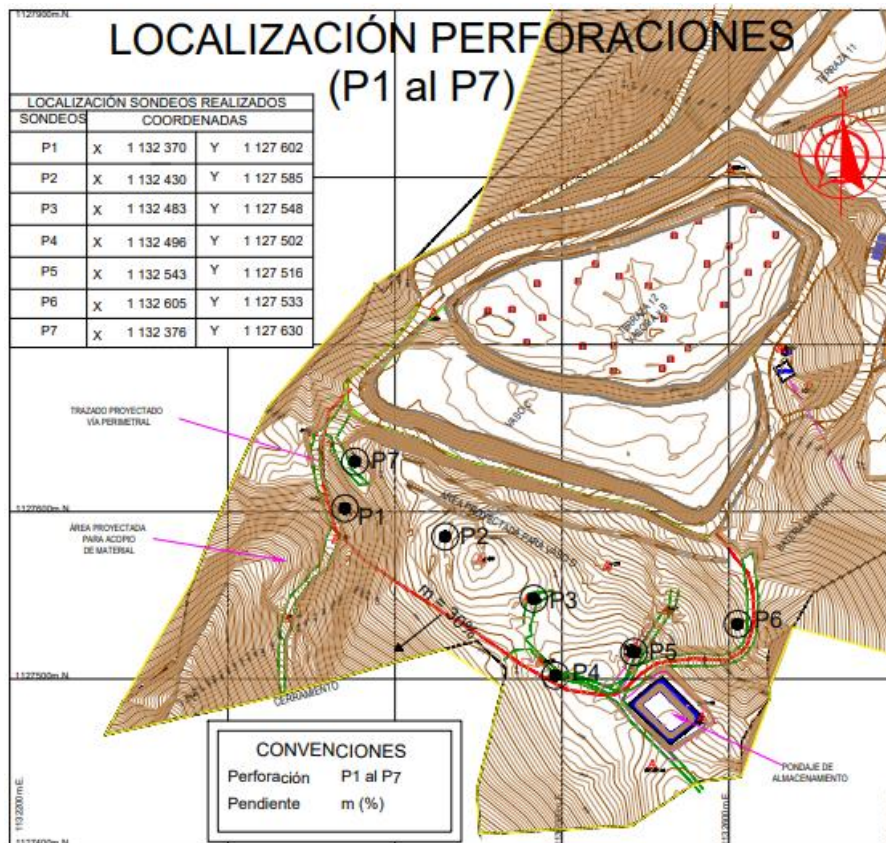


Ilustración 16: Localización de las perforaciones.

3.1.8.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas del suelo residual existente, la posición y características del nivel freático; se realizaron siete (7)

¹⁰ Berry, L. P., y Reid D. (1 993). Mecánica de suelos. Editorial Nomos S. A Santafé de Bogotá, Colombia, Vol. 1, 205-269.

perforaciones con barreno manual, y rotación y lavado, de acuerdo con las normas (D1586-67) de ASTM, NSR-10 e INVIAS, en condiciones de tiempo lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de 30 m. La disposición de las perforaciones se planeó de la forma que se indica en las Figuras 1 y 2, con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto. En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa), muestras semialteradas con Split Spoon (cuchara partida) y muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby). Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se efectuaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Penetración estándar (SPT) para medir la resistencia al corte del suelo.
- Penetración dinámica (DCPT), mediante penetrómetro de Borros.
- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La tabla 15, muestra un resumen de los resultados de ensayos de campo para el perfil promedio establecido y el comportamiento de los valores de resistencia a la penetración dinámica mediante los ensayos SPT y DCPT; los valores de resistencia son uniformes, con la misma tendencia en las siete (7) perforaciones de aumentar la resistencia al corte del suelo hacia profundidad.

El nivel freático no se encontró en las siete (7) perforaciones realizadas, hasta la profundidad máxima explorada de 30 m, este comportamiento obedece a la presencia de niveles arcillosos en el perfil del subsuelo explorado, además las áreas circundantes al área del proyecto y esta misma, son bien drenadas superficialmente; por lo tanto, el subsuelo no presenta tendencia a la saturación, con la consecuente resistencia al corte del suelo alta y asentamientos totales bajos cuando se produzcan variaciones de humedad importantes; sin embargo, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales en el momento de la construcción del Vaso.

Fuente: Autor

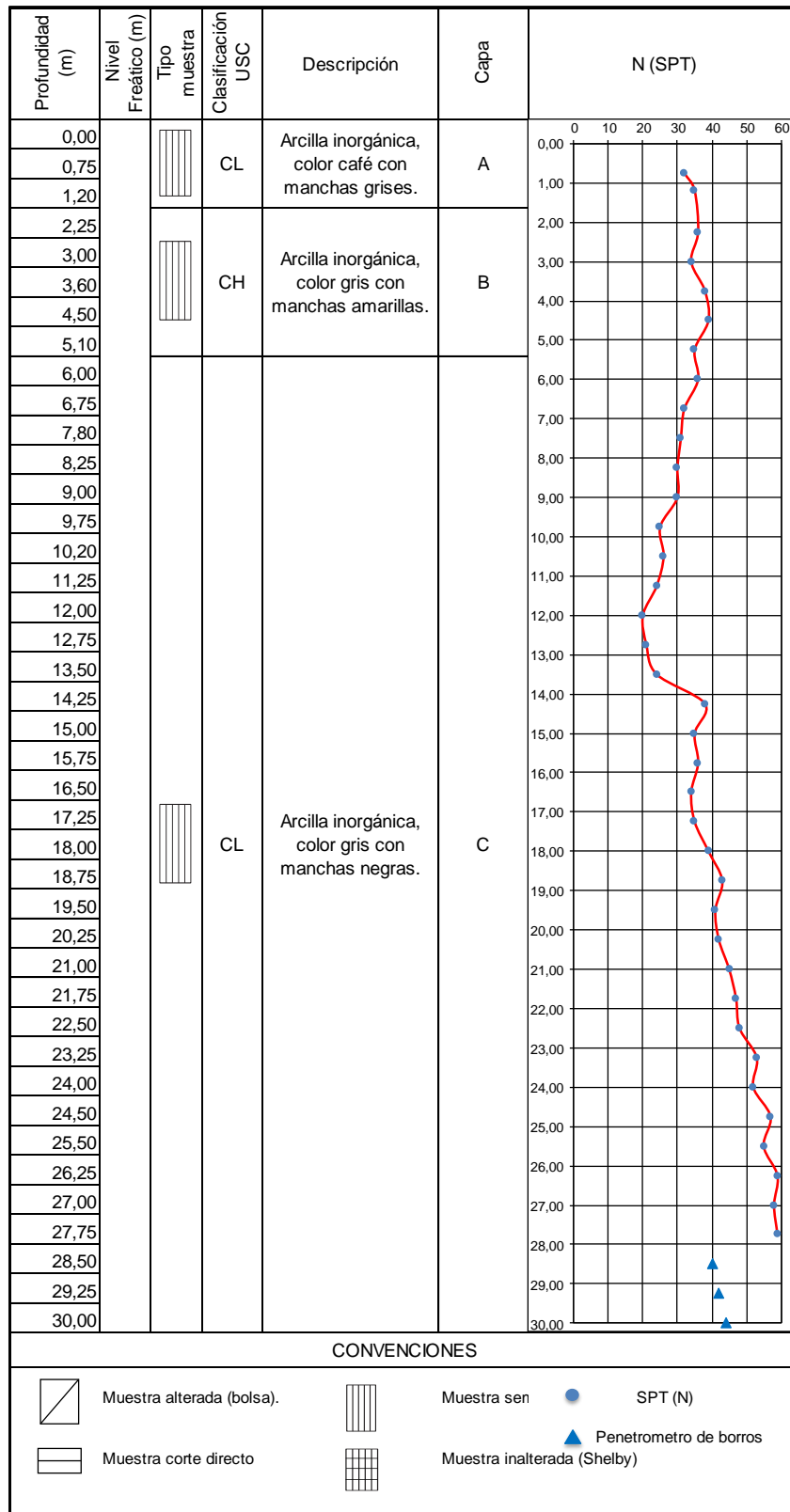


Tabla 15: Perfil promedio explorado.

3.1.8.4. Registro fotográfico

En la ilustración 17 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 17: Registro fotográfico estudio geotécnico o de suelos.

3.1.9. EDIFICIO MULTIFAMILIAR COMERCIAL CUATRO (4) PISOS

3.1.9.1. Número de sondeos y profundidad

El estudio de suelos se realizó para una edificación de 4 pisos, con un área en planta de aproximadamente 197 m²; según la (NSR-10, Título H) se determinó el número de sondeos y la profundidad de exploración, la estructura tiene una categoría media (Ver tabla 16), y se tienen que hacer 4 sondeos con una profundidad de 15 m o por lo menos el 50% de esta (Ver tabla 17).¹¹

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Tabla 16: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 17: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.

3.1.9.2. Localización de los sondeos

¹¹ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), ley 400 de 1 997 (modificada ley 1 229 de 2 008), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Bogotá D.C., Colombia, marzo de 2 010.

La disposición de las perforaciones se planeó de la forma que se indica en la ilustración 18 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

Fuente: Autor



Ilustración 18: Localización de las perforaciones.

3.1.9.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron cuatro (4) perforaciones con barreno manual, de acuerdo con las normas (D1586-67) de ASTM y NSR-10,

en condiciones de tiempo no lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 15 m.

En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa), muestras semialteradas con Split Spoon (cuchara partida) y muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby). Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se efectuaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Penetración estándar (SPT) para medir la resistencia al corte del suelo.
- Penetración dinámica (DCPT), mediante penetrómetro de Borros.
- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La tabla 18, muestra un resumen de los resultados de ensayos de campo para el perfil promedio establecido y el comportamiento de los valores de resistencia a la penetración dinámica mediante los ensayos SPT y DCPT; los valores de resistencia son uniformes, con la misma tendencia en las cuatro (4) perforaciones de aumentar la resistencia al corte del suelo hacia profundidad.

El nivel freático se encontró en las perforaciones realizadas a una profundidad promedio de 1,35 m respecto de la topografía actual del terreno, este comportamiento obedece a la presencia de niveles arenosos en el perfil de suelo explorado; por consiguiente, el suelo presenta tendencia a la saturación, con la consecuente resistencia al corte del suelo media y asentamientos totales medios cuando se produzcan variaciones de humedad importantes.¹²

¹² Crespo, V. C. (1 994). Mecánica de suelos y cimentaciones. Editorial Limusa, S.A. DE C.V. Grupo Noriega Editores, México, Vol. 3,507-529.

Fuente: Autor

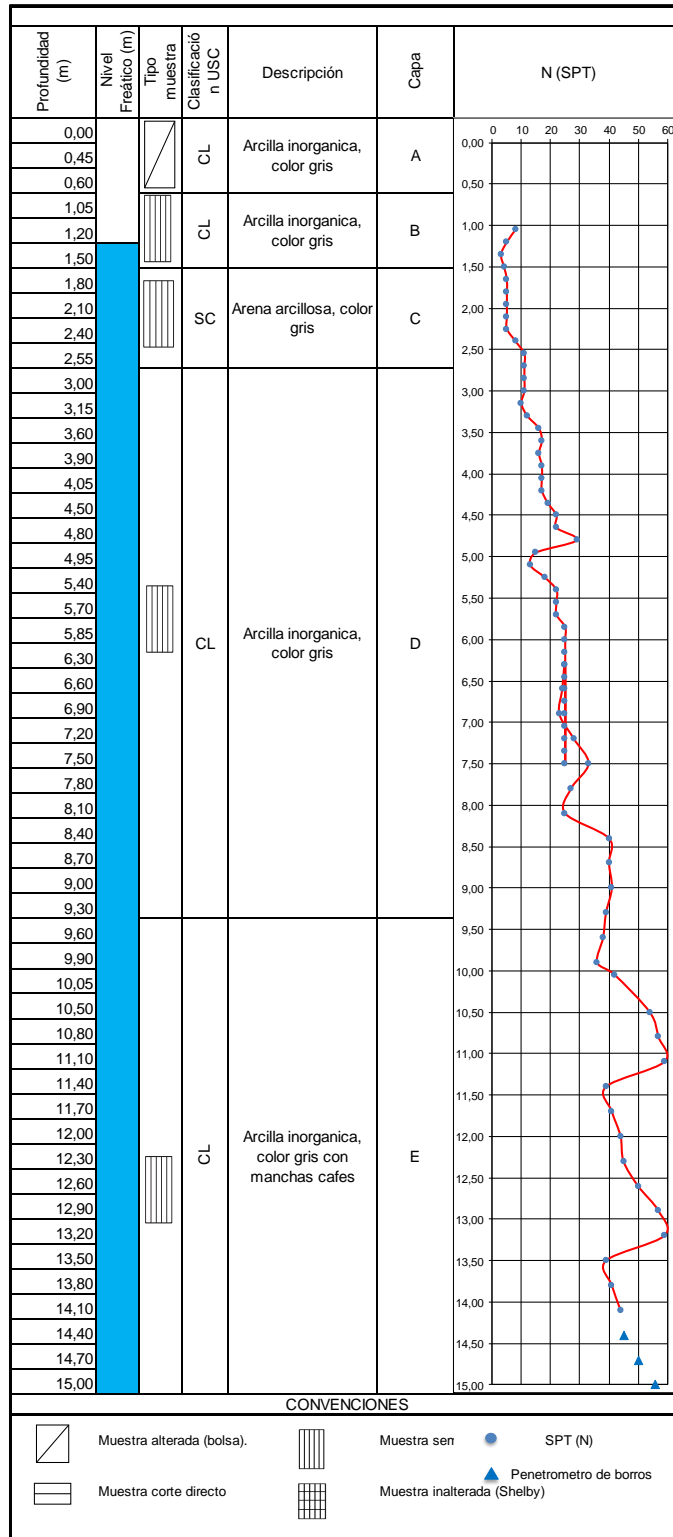


Tabla 18: Perfil promedio explorado.

3.1.9.4. Registro fotográfico

En la ilustración 19 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 19: Registró fotográfico estudio geotécnico o de suelos.

3.1.10. VIVIENDA MULTIFAMILIAR TRES (3) PISOS

3.1.10.1. Número de sondeos y profundidad

El estudio de suelos se realizó para una edificación de 3 pisos, con un área en

planta de aproximadamente 79,3 m²; según la (NSR-10, Título H) se determinó el número de sondeos y la profundidad de exploración, la estructura tiene una categoría baja (Ver tabla 19), y se tienen que hacer 3 sondeos con una profundidad de 6 m o por lo menos el 50% de esta (Ver tabla 20).¹³

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Tabla 19: Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10, Título H)

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 20: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción categoría de la unidad de construcción.

3.1.10.2. Localización de los sondeos

La disposición de las perforaciones se planeó de la forma que se indica en la ilustración 20 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto.

¹³ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), ley 400 de 1 997 (modificada ley 1 229 de 2 008), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Bogotá D.C., Colombia, marzo de 2 010.

Fuente: Autor

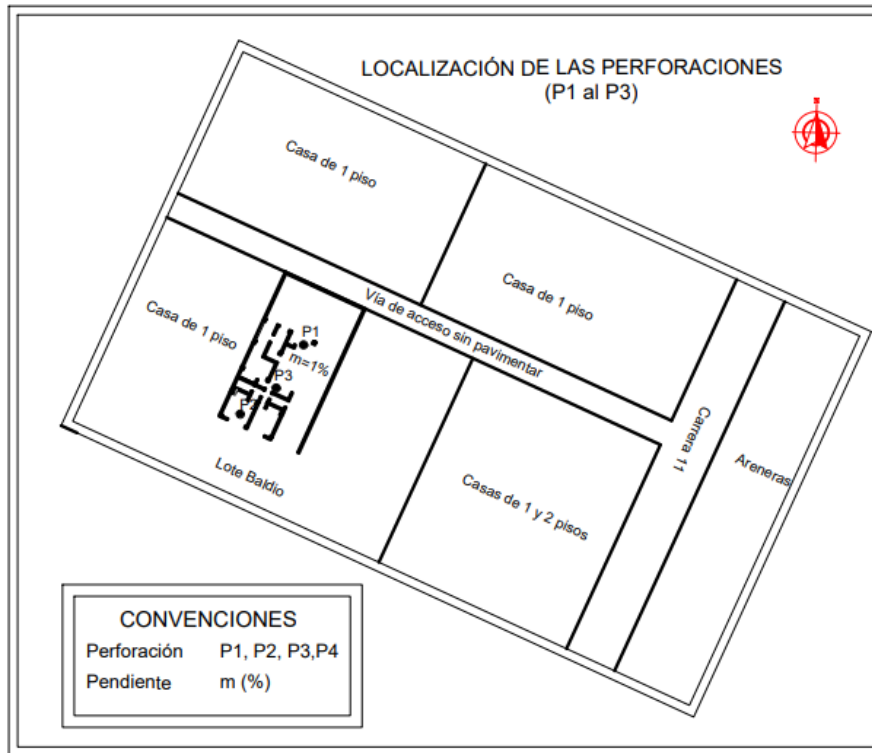


Ilustración 20: Localización de las perforaciones.

3.1.10.3. Registro de la perforación

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron tres (3) perforaciones con barreno manual, de acuerdo con las normas (D1586-67) de ASTM y NSR-10, en condiciones de tiempo no lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 8 m.

En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa), muestras semialteradas con Split Spoon (cuchara partida) y muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby). Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se efectuaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Penetración estándar (SPT) para medir la resistencia al corte del suelo.

- Penetración dinámica (DCPT), mediante penetrómetro de Borros.
- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

La tabla 21, muestra un resumen de los resultados de ensayos de campo para el perfil promedio establecido y el comportamiento de los valores de resistencia a la penetración dinámica mediante los ensayos SPT y DCPT; los valores de resistencia son uniformes, con la misma tendencia en las tres (3) perforaciones de aumentar la resistencia al corte del suelo hacia profundidad.

El nivel freático se encontró en las tres (3) perforaciones realizadas a una profundidad promedio de 2,4 m respecto de la topografía actual del terreno, este comportamiento obedece a la presencia de niveles arenosos en el perfil de suelo explorado; por consiguiente, el suelo presenta tendencia a la saturación, con la consecuente resistencia al corte del suelo baja y asentamientos totales medios cuando se produzcan variaciones de humedad importantes.

Fuente: Autor

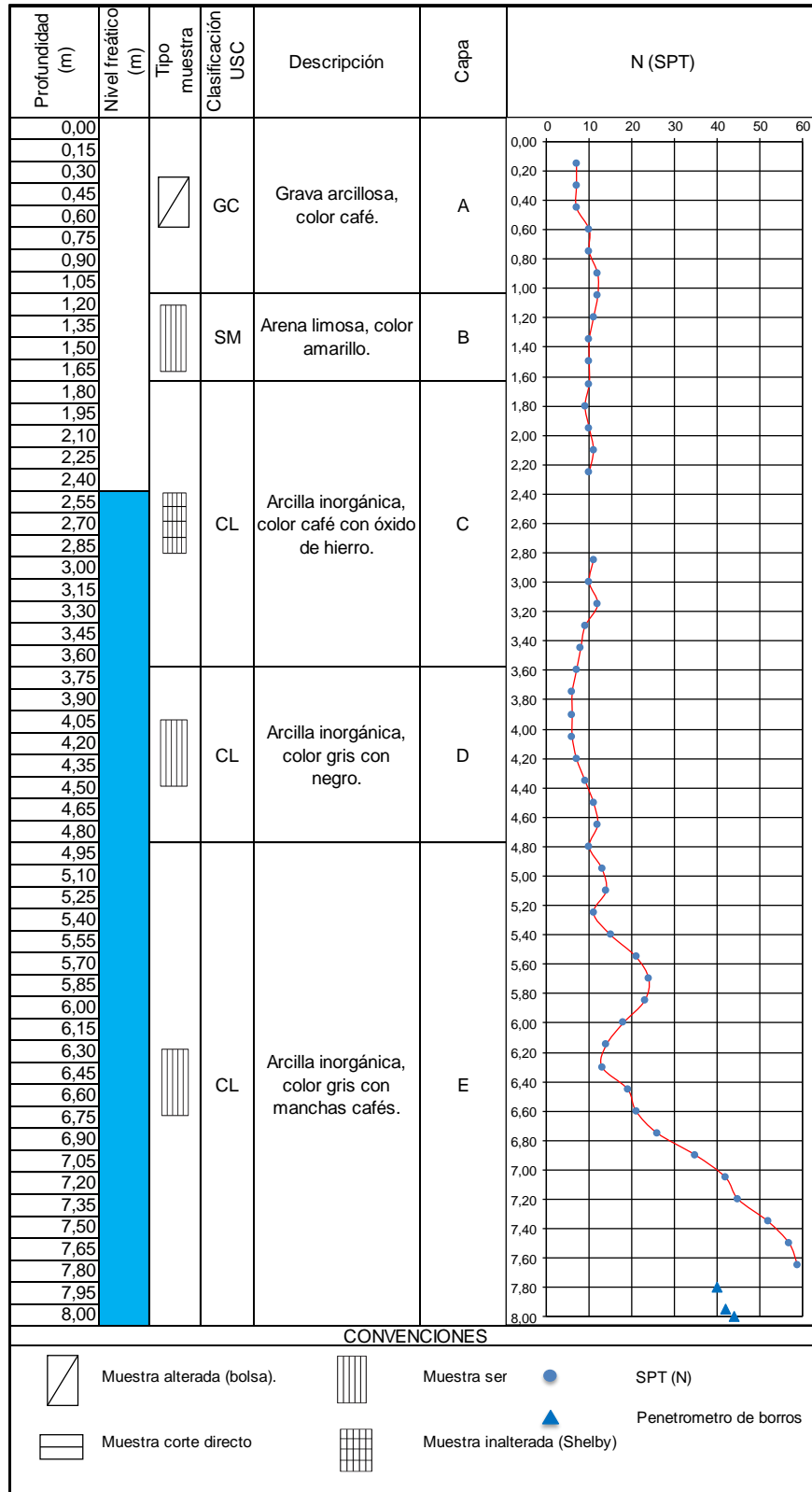


Tabla 21: Perfil promedio explorado.

3.1.10.4. Registro fotográfico

En la ilustración 21 se encuentra un registro fotográfico del estudio geotécnico o de suelos.

Fuente: Autor



Ilustración 21: Registro fotográfico estudio geotécnico o de suelos.

3.2. CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES

3.2.1. AMPLIACIÓN PATIO DE CARBÓN TERMOPAIPA IV

Para realizar la ampliación del patio de carbón Termopaipa IV se necesitan realizar los siguientes diseños:

3.2.1.1. Canalización del canal paralelo a la línea férrea.

Se realizaron funciones de apoyo para determinar el caudal que tenía que transportar la tubería y las pendientes necesarias para cumplir con un buen drenaje de aguas de escorrentía superficial y aguas lluvias.

3.2.1.1.1. Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño se empleó el método racional, el cual establece que el caudal superficial producido por una precipitación es:

$$Q = C * I * A;$$

Donde:

Q = Caudal superficial en $\frac{l}{s}$

C = Coeficiente de escorrentía (a dimensional).

I: Intensidad promedio de la lluvia (l/s/ha).

A: Area de drenaje (ha).

3.2.1.1.2. Área de drenaje

Para determinar el área de drenaje se tuvo en cuenta la topografía suministrada por el cliente para conocer las áreas aportantes a la canalización y se tuvo que estaba comprendida por 2,4 hectáreas.

3.2.1.1.3. Intensidad de lluvia

Se calculó, teniendo en cuenta los valores dados en los ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS DE ESTIMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS Y RECOMENDACIONES SOBRE EL MANEJO DE AGUAS LLUVIAS, RÍO CHICAMOCHA SECTOR TERMOPAIPA IV.

$$I \left(\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right) = \frac{(404.58 * T)^{0.1577}}{D(\text{min})^{0.6043}}$$

I: Intensidad promedio de la lluvia (l/s/ha.)

T: Tiempo Total de Concentración (años).

D: Frecuencia (años).

3.2.1.1.4. Tiempo de concentración.

El tiempo de concentración está compuesto por el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido en el colector. El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector, mientras que el tiempo de recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector.

$$TC = Te + Tt$$

Para tramos iniciales, se tomó un tiempo de concentración mínimo de quince minutos, criterio adoptado de la norma RAS 2 000.¹⁴

3.2.1.1.5. Coeficiente de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía, C, está en función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. En su determinación se consideró la tabla 22.

Los valores seleccionados en el diseño se tomaron teniendo en cuenta la zona de ladera sin vegetación. (0,6)

¹⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 : Guía RAS-001 “Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda del agua”. Bogotá D.C. : Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo económico, 2003.

Fuente: Titulo D (RAS 2 000)

TABLA D.4.5
Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Tabla 22: Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.

3.2.1.1.6. Velocidad mínima.

Para evitar que sólidos puedan depositarse en los colectores por velocidades reducidas en el flujo durante periodos de caudal bajo se tomó como criterio de diseño una velocidad mínima real permitida en el colector de 0,75 m/s. Para el caudal de diseño. (RAS 2 000).

Los resultados obtenidos en el diseño arrojaron una velocidad mínima de 2,03 m/s.

3.2.1.1.7. Velocidad máxima.

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Los valores adoptados en el diseño se seleccionaron teniendo en cuenta que el material de la tubería a instalar es CONCRETO por lo tanto se toma como criterio una velocidad máxima de 10 m/s.

Los resultados obtenidos en el diseño arrojaron una velocidad máxima de 2,13 m/s.

3.2.1.1.8. Esfuerzo cortante.

En cada tramo debe verificarse el comportamiento auto limpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo cortante medio. Se establece, por lo tanto, que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 3,0 N/m² (0,30 kg/m²) para el caudal de diseño, y mayor o igual a 1,5 N/m² (0,15 kg/m²) para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

3.2.1.1.9. Diámetro.

Para la selección de los diámetros se empleó la ecuación de Manning:

$$D = 1.548 * \left(\frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} ; \text{donde}$$

$$Q = \text{Caudal en } \frac{\text{m}^3}{\text{s}}.$$

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, (se adopto 0,013).

S: Pendiente (m/m).

El diámetro nominal mínimo arrojado en el diseño es de 36".

3.2.1.1.10. Planos hidráulicos

Se generó un apoyo en el dibujo de las estructuras para la canalización, en el software AutoCAD, logrando detallar los pozos de inspección, el encole, descole de la alcantarilla y sus respectivos detalles. (Anexo 2)

3.2.1.2. Estructura semirrígida

De acuerdo a las características del proyecto, el estudio de suelos del proyecto “AMPLIACIÓN CENTRAL TERMOELÉCTRICA TERMOPAIPA IV – PAIPA (BOYACÁ)” realizado por López Hermanos Ltda., en el año 2 016, en conjunto con el clima de la zona, las condiciones topográficas del área de trabajo y los resultados del laboratorio, permitieron definir una zona geotécnica con las características de la tabla 23 y estratigrafía de la tabla 24.¹⁵

Fuente: Estudio geotécnico o de suelos (López Hermanos Ltda.)

Zona homogénea Geotécnica	Localización - tramo	%CBR Subrasante	Módulo resiliente de la subrasante (Kg/cm ²)
1	Patio de carbón, CIA. Eléctrica de Sochagota S.A. ESP.	6.2*	651

Tabla 23: Características de la subrasante.

Fuente: Estudio geotécnico o de suelos (López Hermanos Ltda.)

CAPA	DE	HASTA (m)	USC	CBR “I” (%)	CBR “S” (%)	Descripción
Capa A	0,0	1,50	SM-SC	7,9	6,2	Arena limosa arcillosa mal gradada

Tabla 24: Características promedio de las zonas homogéneas

Los materiales para la construcción de la estructura de pavimento deben cumplir con las especificaciones de construcción de carreteras del INVÍAS 2 013, con características de materiales NT1. A continuación se presenta un resumen de los materiales principales de la estructura de pavimento.

Fuente: Especificaciones generales de construcción de carreteras del INVÍAS.

¹⁵ Instituto Nacional De Vías (2 013). Especificaciones generales de construcción de carreteras.

SÍMBOLO	CÓDIGO	MATERIAL
	Afirmado tipo - A38	Afirmado INV 311-13
	SBG-50 Clase C	Subbase Granular INV 320-13
	BG-38 Clase C	Base granular INV 330-13
	BTC - 38	Base tratada con cemento INV 351-13

Tabla 25: Características de los Materiales Estructura de Pavimento semirrígido. El espesor mínimo establecido por el Método AASHTO-93 en función de la categoría de tráfico, se puede determinar por medio de la tabla 26.¹⁶

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito - pág. 75.

Categoría de tráfico	Rango de ejes de 80 kN en el carril de diseño	h_{min} (mm)
T1	< 150.000	50
T2	150.000 - 500.000	75

Tabla 26: Espesores mínimos de la capa de rodadura según categoría de tráfico (Método AASHTO-93)

De esta forma y según la tabla 26, el espesor mínimo a instalar es de 5 cm. El espesor mínimo de la capa, en función del tamaño máximo del agregado de la mezcla asfáltica, de conformidad con las especificaciones de construcción de carreteras.

Para este caso, se siguen las recomendaciones descritas en la tabla 27 de las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVÍAS.

¹⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. 2008. Manual de diseño geométrico de carreteras 2008. Bogota, D.C, 2008.268 p.

Fuente: Especificaciones generales de construcción de carreteras de INVÍAS (pág.450-5)

TIPO DE CAPA	ESPESOR COMPACTO (mm)	TIPO DE MEZCLA
Rodadura	30 – 40	MDC-10
	40 – 60	MDC-19, MSC-19
	> 60	MDC-25, MDC-19, MSC-19
Intermedia	> 50	MDC-25, MSC-25
Base	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25
Alto módulo	60 - 130	MAM-25
Bacheos	50 – 75	MSC-25, MGC-25
	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25

Tabla 27: Espesores mínimos de la capa de rodadura según categoría de tráfico (INVÍAS).

Fuente: Especificaciones generales de construcción de carreteras de INVÍAS – pág. 450-5.

Basado en la tabla 27, y considerando la aplicación de una mezcla densa en caliente, se requiere un espesor mínimo de 3 y 4 cm para mezclas tipo MDC-10 y MDC-19 respectivamente.¹⁷

3.2.1.3. DISEÑO ESTRUCTURAL BERMA CUNETETA BORDILLO

3.2.1.3.1. Dimensionamiento cuneta

Teniendo en cuenta los resultados y recomendaciones del estudio hidrológico e hidráulico de estimación de recursos hídricos y recomendaciones sobre el manejo de aguas lluvias, río Chicamocha sector Termopaipa IV, se diseña una cuneta de geometría triangular con un ancho de 0,75 m, una profundidad de 0,3 m (constituyéndose un vértice de 90°), como se muestra en la Figura 22 .

Fuente: Autor

¹⁷ Instituto Nacional De Vías (2 013). Especificaciones generales de construcción de carreteras.

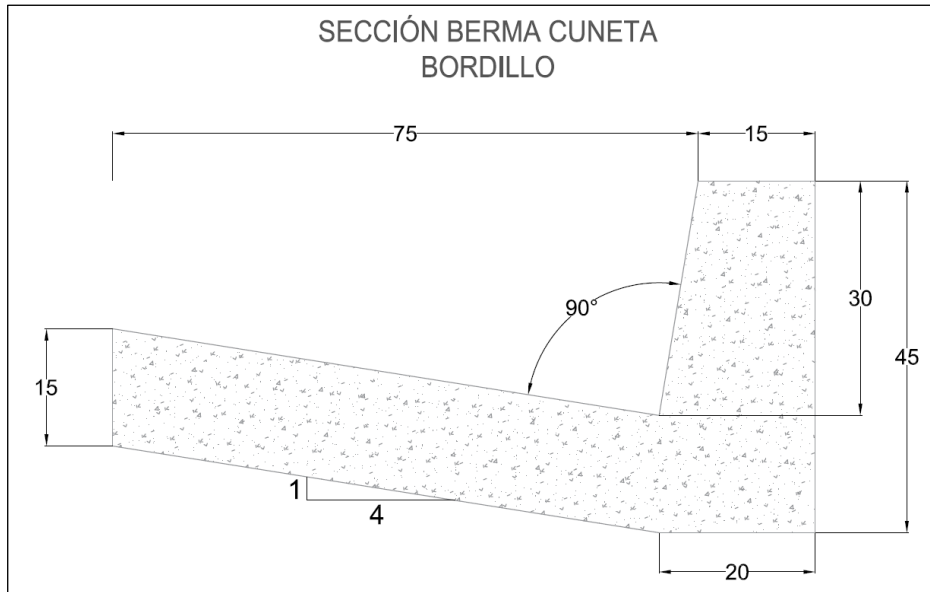


Ilustración 22: Dimensionamiento berma cuneta bordillo (cm).

3.2.1.3.2. Materiales

La estructura de pavimento a construir es tipo semirrígido, y la berma cuneta bordillo propuesta corresponde a un elemento monolítico a construir en concreto (ver Tabla 29).

Fuente: Autor

Concreto	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ (4 000 PSI)
Acero con ϕ 3/8 en adelante	$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (60 000 PSI)
Acero con ϕ 1/4	$F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$ (34 000 PSI)

Tabla 28: Materiales Berma Cuneta Bordillo

3.2.1.3.3. CARGAS DE DISEÑO

Si bien la sollicitación de carga sobre la berma-cuneta es eventual, la misma debe poder soportar los esfuerzos producidos por el vehículo de diseño y, por ende, el espesor, el refuerzo requerido y las características de los materiales se

establecen en semejanza al diseño de un pavimento en este sector. Por su parte, la berma-cuneta tiene adosado el bordillo de confinamiento.

La cuneta ha sido diseñada para que el paso de un camión C-3 con veintidós (22) toneladas en su eje tándem no genere esfuerzos superiores a los esfuerzos admisibles por el elemento estructural. Esto implica que si un camión C-3 no produce falla tampoco lo harían vehículos de menor peso que el del C-3(Ver tabla 29).

Fuente: Autor

DISEÑO ESTRUCTURAL BERMA-CUNETETA						
PROYECTO:	AMPLIACION PATIO DE CARBO TERMOPAIPA IV KM. 5 VÍA PAIPA A TUNJA, PAIPA, BOYACÁ					
			FECHA ago-20			
Carga eje tandem.	22	t	Material Subbase granular			
Ancho cuneta.	75	cm	CBR(%) 30			
Radio del area de carga.	0,156	m	$vud < f vc$			
Esfuerzo admisible.	25	t/m ²	ϕvc 6,53 Kg/cm ²			
Diseño a flexion			Diseño a cortante			
MU(Ton.m)	Cuantia	As(cm ² /m)	Vd	Vud	vud	Cumple
1,96	0,0056	5,56	4,45	6,68	4,45	OK

Tabla 29: Diseño estructural Berma-Cuneta

Teniendo en cuenta el análisis estructural adelantado, se recomienda utilizar un espesor de 15 cm de berma cuneta, con el refuerzo que se presenta en la figura 23.¹⁸

Fuente: Autor

¹⁸ R. C. Reglamento colombiano de construcción Sismo resistente (444paginas ed., Vol. Volumen I). (www.imprenta.gov.co, Ed.) Bogotá, Capital, Colombia: Imprenta Nacional.

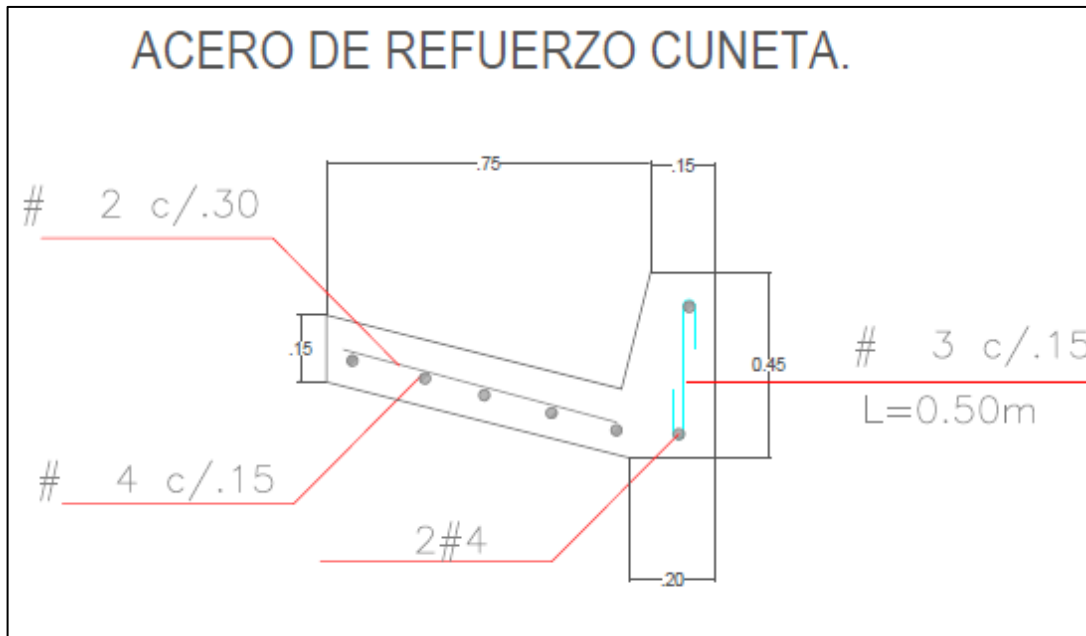


Ilustración 23: Cuneta con el acero de refuerzo.

3.2.1.3.4. Planos hidráulicos

Se generó un apoyo en el dibujo de las estructuras para la recolección de aguas de escorrentía superficial y aguas lluvias, en el software AutoCAD, logrando detallar la cuneta perimetral, los sumideros y sus detalles correspondientes. (Anexo 3)

3.2.1.4. DISEÑO ESTRUCTURAL CERRAMIENTO

El cálculo, análisis y diseño de la estructura de cerramiento se efectuó para una franja tipo de 12,5 m constituida de 5 módulos de 2,5 m de longitud, dicho esto, se calculan las fuerzas sísmicas actuantes estáticas (Ver Tabla 30 e ilustración 24).¹⁹

Fuente: Autor

¹⁹ R. C. Reglamento colombiano de construcción Sismo resistente (444paginas ed., Vol. Volumen I). (www.imprenta.gov.co, Ed.) Bogotá, Capital, Colombia: Imprenta Nacional.

PARAMETROS SISMICOS DE DISEÑO (NSR-10)

PROYECTO CERRAMIENTO AMPLIACION PATIO DE CARBON TERMOPAIPA IV

LOCALIZACION: PAIPA, BOYACA

AMENAZA SISMICA: ALTA

PERFIL DEL SUELO:	C	
GRUPO DE USO:	I	(NSR-10 A.2.5)
Coficiuente de aceleracion pico efectiva (Aa)	0,2	(NSR-10 A.4)
Coficiuente de velocidad pico efectiva(Av)	0,25	(NSR-10 A.4)
Coficiuente de ampliacion.(Fa)	1,2	(NSR-10 Tabla A.2.4-3)
Coficiuente de amplificacion.(Fv)	1,6	(NSR-10 Tabla A.2.4-4)
Coficiuente de importancia(I)	1,0	(NSR-10 Tabla A.2.5-1)

Tabla 30: Parámetros sísmicos de diseño.

. Fuente: Autor

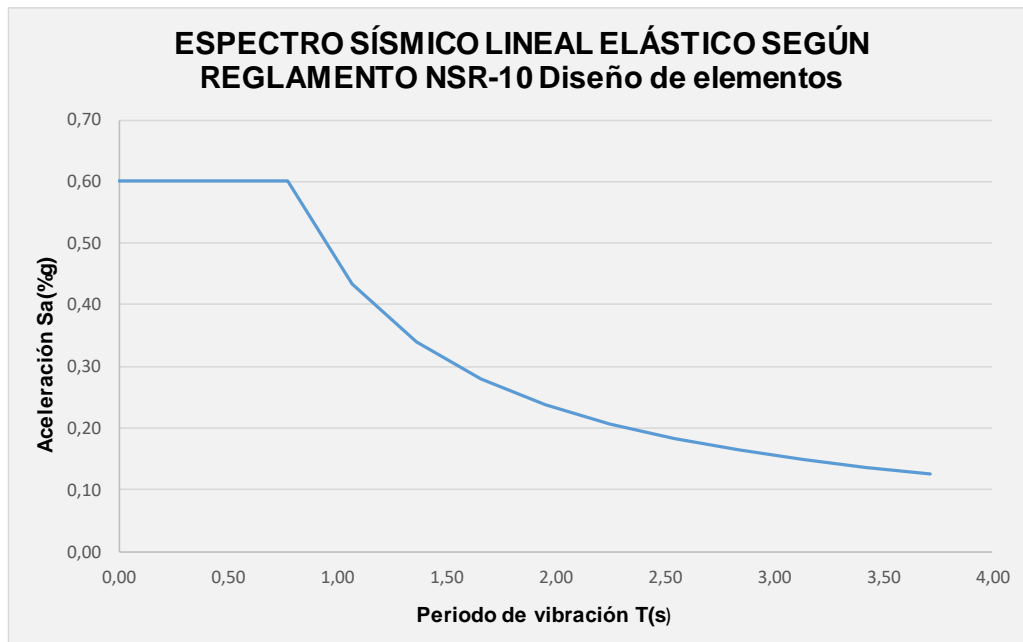


Ilustración 24: Espectro sísmico lineal elástico.

Teniendo un $S_a = 0,6$ se procede a calcular la fuerza horizontal equivalente para la masa inercial correspondiente, tomando como referencia cada módulo de 2,5 m y aplicando dichas fuerzas en la parte superior de cada uno de los pedestales según la referencia ya referida.

$$WT = 205 \text{ kgf/m}$$

$$Sa = 0,6$$
$$\text{Aferencia } 2,5 \text{ m}$$

Fuerza horizontal sísmica equivalente.

$$Fs = WT * Sa * \text{Aferencia}$$
$$Fs = 308 \text{ kgf}$$

Fs: Fuerza horizontal sísmica equivalente aplicada en la parte superior de los pedestales del cerramiento.

WT: Peso total de la estructura de concreto (sacado del software de diseño), omitiendo el peso de la viga de cimentación ya que esta no es susceptible de excitación sísmica al estar enterrada.

3.2.1.4.1. Planos estructurales

Se generó un apoyo en el dibujo de las estructuras para el cerramiento, en el software AutoCAD, logrando detallar el cerramiento perimetral y sus detalles correspondientes. (Anexo 4)

3.2.1.5. Presupuesto

3.2.1.5.1. Cantidades de obra.

Se determinaron las cantidades de obra necesarias para ejecutar cada una de las siguientes obras:

- Canalización
- Cuneta perimetral

- Cerramiento
- Estructura de pavimento semirrígido

Con base en los planos se determinaron las cantidades de obra y se generó su memoria de cálculo (Anexo 5).²⁰

3.2.1.5.2. Análisis de precios unitarios

Para la realización del presupuesto, se realizó el Análisis de Precios Unitarios de cada una de las actividades en el cual se determinaba el costo directo de obra. Teniendo en cuenta que se realizaron cotizaciones por cada material, con la ayuda de los precios de la Gobernación de Boyacá del año 2017 debido a que son los más actuales en este momento por parte de gobierno (Anexo 6).

3.2.1.5.3. Presupuesto general

Se realizó el presupuesto para cada una de las actividades y se calcularon los costos directos e indirectos que requiere la ampliación del patio de carbón Termopaipa IV (Anexo 7).

3.2.2. INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO

3.2.2.1.1. Planos diseño de estructura de contención (Muro gavión)

Se realizaron los planos del muro gavión, en la margen derecha aguas abajo de la bocatoma de Holcim Colombia, sobre el río Chicamocha (ver ilustración 25)

²⁰ B. MARTINEZ, «Ingeniería Civil Construcción Presupuestos,» 06 02 2011. [En línea]. Available: <http://bladimirmartinez.blogspot.com/2011/02/analisisde-precios-unitarios.html>.

Fuente: Autor

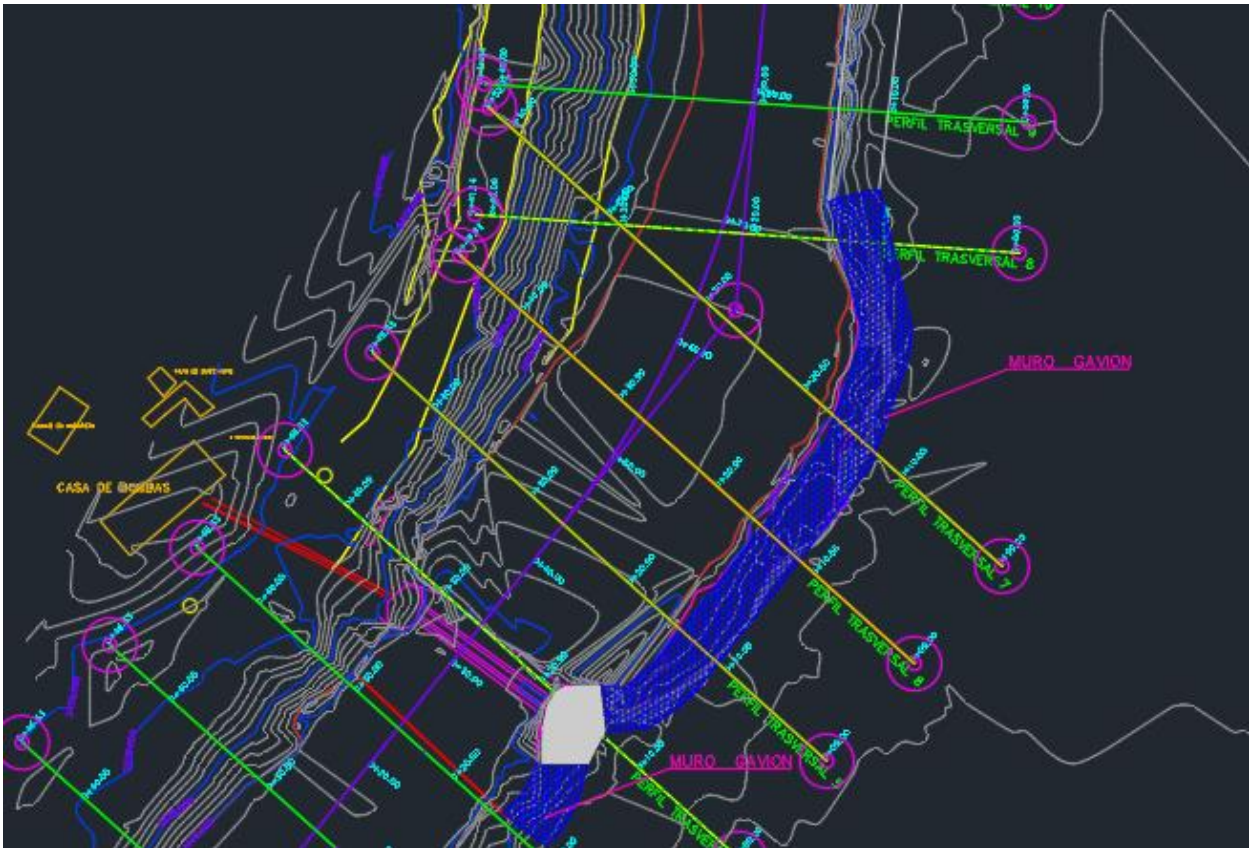


Ilustración 25: Ubicación en planta del gavión.

El muro gavión va tener una longitud de 50 m y una altura de 5 m (Anexo 8). la estructura del gavión consta de 4 niveles o escalones cada uno de 1 m con un retroceso de 0,50 m, una base de 4 m y un empotramiento en el suelo de 2 m para mejorar su estabilidad debido a que el suelo es propenso a grandes asentamientos (Ver ilustración 26) .

Fuente: Autor

PERFIL TRANSVERSAL 8. MURO GAVIÓN IMPLANTADO

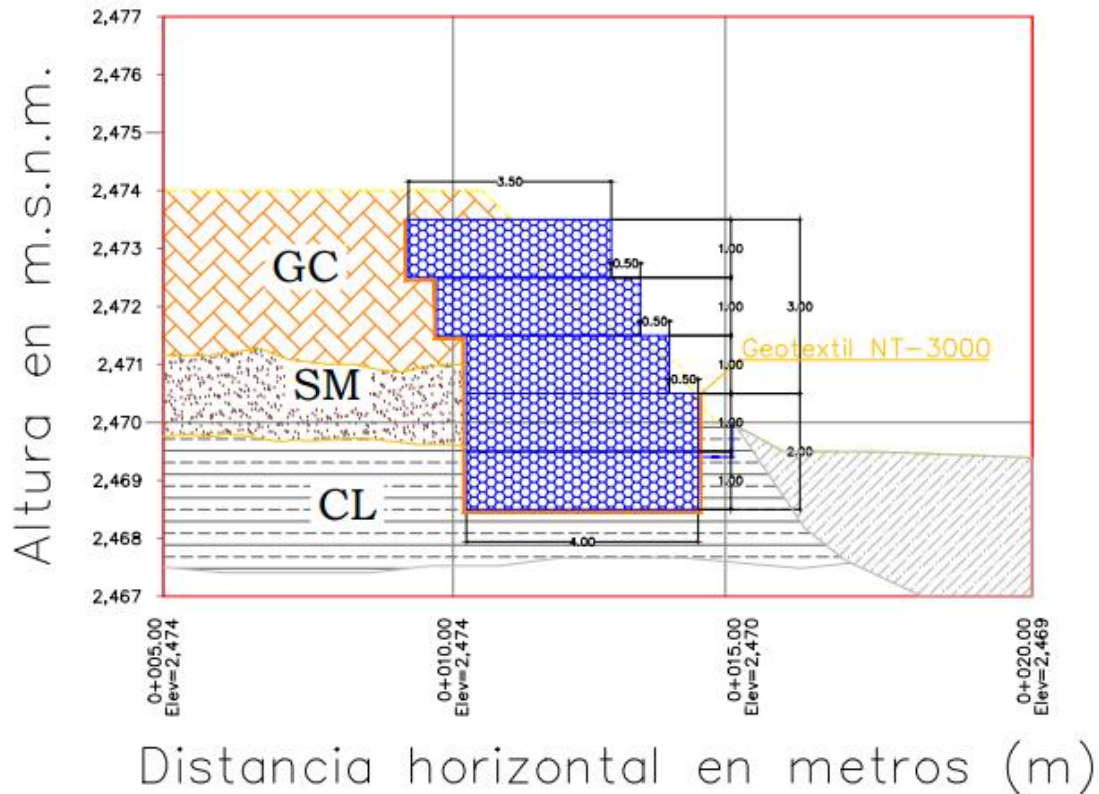


Ilustración 26: Perfil transversal 8, con muro gavión implantado.

3.2.3. PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAUTOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m))

3.2.3.1. Cantidades de obra.

Se determinaron las cantidades de obra necesarias para ejecutar cada una de los siguientes ítems:

- Preliminares

- Explanaciones
- Estructura de pavimento rígido
- Bordillo y cuneta
- Obras de drenaje
- Señalización y demarcación de la vía
- Plan de manejo de tránsito

Con base en los planos se determinaron las cantidades de obra y se generó su memoria de cálculo (Anexo 9).

3.2.3.2. Análisis de precios unitarios

Para la realización del presupuesto, se realizó el Análisis de Precios Unitarios (Ver ilustración 27) de cada una de las actividades en el cual se determinaba el costo directo de obra. Teniendo en cuenta que se realizaron cotizaciones por cada material, con la ayuda de los precios de la Gobernación de Boyacá del año 2017 debido a que son los más actuales en este momento por parte de gobierno (Anexo 10).

Fuente: Autor

REPUBLICA DE COLOMBIA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM 2.1: Conformación de botadero o escombrera					UNIDAD: m3	
Codigo gobernación	3.02.01					
I. EQUIPO						
Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.		
BULLDOZER TIPO D-6 O SIMILAR	hr	140.713,49	0,020	2.814,27		
Sub-Total					2.814	
II. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
				0		
Sub-Total					0	
III. TRANSPORTES						
Material	Unidad	cantidad	Valor Unitario	Valor-Total.		
				0,00		
Sub-Total					0	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Unidad	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.		
AUXILIAR DE OBRA 1 (A)	jr	60.762	0,0021	128		
Sub-Total					128	
Total Costo Directo					2.942	
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción			Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION			15%	441		
IMPREVISTOS			5%	147		
UTILIDAD			5%	147		
Sub-Total					735	
Precio unitario total aproximado al peso					3.677	

Ilustración 27: Análisis de precios unitarios para conformación de botadero o escombrera.

3.2.3.3. Presupuesto general

Se realizó el presupuesto (Ver ilustración 28) para cada una de las actividades y se calcularon los costos directos e indirectos que requiere la pavimentación de la vida (con pavimento rígido) (Anexo 11).

Fuente: Autor


		PAVIMENTACIÓN DE 450 m DE VÍA, EN LA VEREDA LAS MONJAS			
MUNICIPIO DE FIRAUTOBA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ					
FECHA: SEPTIEMBRE 2020					
ÍTEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	PRELIMINARES				1.752.454
1.1	localización y replanteo topográfico	km	0,45	2.565.145	1.154.315
1.2	Limpieza de alcantarillas con diámetro menor o igual a 36", incluye rectificación de descoles con retiro de sobrantes y obstáculos acarreo libre de 5 km	und	2	188.301	376.603
1.3	Limpieza de pontones y box coulvert, incluye rectificación de descoles con retiro de sobrantes y obstáculos acarreo libre de 5 km	und	1	221.536	221.536
2	EXPLANACIONES				30.642.711
2.1	Conformación de botadero o escombrera	m ³	1206	2.942	3.547.895
2.2	Descapote manual y retiro (distancia de 1 km a 5 km)	m ²	3150	8.034	25.308.584
2.3	Excavación de cortes y canales sin clasificar incluye acarreo libre de 5 km	m ³	135	13.231	1.786.232
3	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO				634.789.622
3.1	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para base granular (incluye acarreo libre de 5km)	m ³	447	93.772	41.908.989
3.2	Construcción de losas en concreto para capa de rodadura de 38 MPa - (5500 PSI)	m ³	834	662.483	552.683.069
3.3	Acero para conformado de dovelas y pasadores	kg	5497	3.606	19.823.241
3.4	Junta de dilatación (cortada, inducida y sellada)	m	1241	16.418	20.374.322
4	BORDILLO Y CUNETETA				127.233.973
4.1	Construcción de bordillo en concreto de 21 MPa - (3000 PSI)	m ³	90	590.931	53.183.820
4.2	Construcción de cunetas en concreto de 21 MPa - (3000 PSI)	m ³	108	549.532	59.349.412
4.3	Acero para refuerzo de bordillos	kg	3805	3.606	13.722.995
4.4	Malla electrosoldada para refuerzo de cuneta	kg	270	3.621	977.747
5	OBRAS DE DRENAJE				21.891.941
5.1	Excavación de cortes, canales y prestamos en material común a máquina incluye acarreo libre de 5km	m ³	26	13.231	346.926
5.2	Suministro e instalación de tubería de diámetro de 36" incluye emboquillada	und	8	429.988	3.439.905
5.3	Suministro e instalación concreto de 14 MPa-(2000 PSI) solados y atraques	m ³	6	432.903	2.456.247
5.4	Suministro e instalación de concreto ciclópeo de 21 MPa -(3000 PSI) 40% rajón para elevaciones.	m ³	6	665.787	4.101.842
5.5	Suministro e instalación de concreto ciclópeo de 21 MPa - (3000 PSI) rajón para bases	m ³	3	439.009	1.498.118
5.6	Relleno con material de afirmado compactado plancha vibradora incluye acarreo libre de 5 km	m ³	14	64.944	911.814
5.7	Suministro e instalación de concreto simple de 21 MPa (3000 PSI) para bases	m ³	0,25	635.124	158.984
5.8	Suministro de acero de refuerzo (kg)	kg	2490	3.606	8.978.104
6	SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN DE LA VÍA				4.718.148
6.1	Suministro y aplicación de pintura acrílica con micro esferas, líneas continuas y discontinuas de 12 cm según norma Invias	m	1350	2.134	2.880.670
6.2	Suministro e instalación de señales reglamentarias 75 x 75 cm	und	2	330.234	660.469
6.3	Suministro e instalación señal vial preventiva, tamaño 75*75 cm. según norma Invias	und	5	235.402	1.177.010
7	PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO				15.204.589
7.1	Señal informativa provisional	und	2	487.981	975.962
7.2	Señal preventiva provisional	und	6	235.402	1.412.412
7.3	Controlador de tráfico	jr	180	54.751	9.855.215
7.4	Baliza de señalización	und	40	70.900	2.836.000
7.5	Cinta de señalación de seguridad	m	500	150	75.000
7.6	Paleta pastica pre-siga	und	2	25.000	50.000
COSTOS DIRECTOS					836.233.439
ADMISTRACIÓN (A)				15%	125.435.016
IMPREVISTOS (I)				5%	41.811.672
UTILIDAD (U)				5%	41.811.672
SUB TOTAL					1.045.291.799
IVA/UTILIDAD				19%	7.944.218
TOTAL COSTO OBRA					1.053.236.016

Ilustración 28: Presupuesto general.

3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS

3.3.1. PARA ESTUDIOS DE SUELOS

Se realizaron ensayos de laboratorio para los siguientes estudios de suelos:

- BALCONES DE VERSALLES (EDIFICIO DE DIEZ (10) PISOS Y SÓTANO), UBICADO EN LA CARRERA 8 NO. 4 - 47, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (Anexo 12).
- MEJORAMIENTO DE LA VÍA Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO CHICAMOCHA PARA EL TRÁFICO PESADO Y SU INTEGRACIÓN A LA RED VIAL NACIONAL, LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
- CASA PRADA SUÁREZ (1 PISO) (Anexo 13).
- INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO (Anexo 14).
- PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m)) (Anexo 15).
- MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO PALERMO HACIA EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km1+500 (1,5 km)) (Anexo 16).

- MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO DE PALERMO A LA VEREDA EL CURIAL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ (km0+000 al km4+300 (4,3 km)) (Anexo 17).
- CONSTRUCCIÓN VASO D EN LA TERRAZA 12 DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TERRAZAS DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO-BOYACÁ (Anexo 18).
- EDIFICIO MULTIFAMILIAR COMERCIAL CUATRO (4) PISOS (Anexo 19).
- VIVIENDA MULTIFAMILIAR TRES (3) PISOS (Anexo 20).

En cada uno de los anteriores proyectos y sus anexos se identificaron las muestras visualmente en campo y en laboratorio y sobre un número representativo de las diferentes capas se realizaron los siguientes ensayos:

- Humedad natural:

Es la humedad que tiene el suelo al momento de la perforación, esta humedad se puede determinar para métodos de extracción de muestra inalterada.

Para determinar la humedad natural se tiene que garantizar que la muestra no pierda humedad hasta llegar al laboratorio, al llegar a este, se pesa la muestra húmeda y luego se introduce al horno para que esta quede totalmente seca; con estos datos se obtiene la humedad del suelo.

- Granulometría y gradación por tamizado mecánico:

Para realizar este ensayo se tiene que dejar secar las muestras extraídas en

campo para luego pesarlas y lavarlas en el tamiz 200 para eliminar los finos, luego se deja secar en el horno y se procede a realizar el tamizado mecánico (Ver tabla 31).

Fuente: Autor

MALLA	
No.	Dimension (mm)
3	76,000
2 1/2	64,000
2	50,800
1 1/2	38,100
1	25,400
3/4	19,000
3/8	9,525
4	4,760
10	2,000
20	0,841
40	0,420
60	0,250
100	0,149
200	0,074
FONDO	0,000

Tabla 31: Tamices por los cuales pasa la muestra de suelo.

En el Anexo de cada proyecto se encuentran los Resultados de Ensayos de Campo y Laboratorio, se muestran los resultados de ensayos de laboratorio de las perforaciones realizadas con sus respectivas muestras.

Se realizaron ensayos de laboratorio para caracterizar los agregados en una mezcla de concreto, determinando el módulo de finura de cada uno de estos (Anexo 21).

3.3.1.1. Clasificación y descripción del subsuelo explorado:

- BALCONES DE VERSALLES (EDIFICIO DE DIEZ (10) PISOS Y SÓTANO), UBICADO EN LA CARRERA 8 NO. 4 - 47, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado pertenece a los grupos GC, CH, CL y SM-SC, y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), estratificado, medianamente sobreconsolidado.

- CASA PRADA SUÁREZ (1 PISO).

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado pertenece a los grupos GC, y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), estratificado, ligeramente sobreconsolidado.

- PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m)).

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado del tramo del proyecto pertenece a los grupos GC (afirmado existente) y CL (suelo natural o subrasante), y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Residual (Qr), estratificado, ligeramente sobreconsolidado.

- MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO PALERMO HACIA EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km1+500 (1,5 km)).

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado del tramo del proyecto pertenece a los grupos GC (afirmado existente) y

CH (suelo natural o subrasante), y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Coluvial (Qco) y Aluvial (Qal), estratificado, ligeramente sobreconsolidado.

- MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO DE PALERMO A LA VEREDA EL CURIAL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ (km0+000 al km4+300 (4,3 km)).

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado del tramo del proyecto pertenece a los grupos GC (afirmado existente) y MH (suelo natural o subrasante), y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Coluvial (Qco), estratificado, ligeramente sobreconsolidado.

- CONSTRUCCIÓN VASO D EN LA TERRAZA 12 DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TERRAZAS DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO-BOYACÁ.

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil de suelo explorado pertenece al grupo CL, y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario de tipo Residual (Qr).

- EDIFICIO MULTIFAMILIAR COMERCIAL CUATRO (4) PISOS.

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado pertenece a los grupos CL, SC y CH, y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), estratificado.

- VIVIENDA MULTIFAMILIAR TRES (3) PISOS.

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado pertenece a los grupos GC, SM, CL y CH, y su historia geológica

permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Residual (Qr), estratificado, ligeramente sobreconsolidado.

3.3.2. PARA VÍAS.

Se realizaron ensayos granulométricos para muestras de afirmado, subbase y base siguiendo la normativa establecida I.N.V.E.-123-13 (Anexo 22).

Para realizar este ensayo se tiene que dejar secar las muestras extraídas en campo para luego pesarlas y lavarlas en el tamiz 200 para eliminar los finos, luego se deja secar en el horno y se procede a realizar el tamizado mecánico (Ver tabla 32).

Fuente: Autor

MALLA	
No.	Dimension (mm)
3	76,000
2 1/2	64,000
2	50,800
1 1/2	38,100
1	25,400
1/2	12,700
3/8	9,525
4	4,760
10	2,000
40	0,420
200	0,074
FONDO	0,000

Tabla 32: Tamices por los cuales pasa la muestra.

3.4. CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES

3.4.1. DENSIDADES CON DENSIMETRO NUCLEAR

Para realizar la toma de densidades en campo se necesita verificar la calidad del equipo y los niveles de radiación que este puede emitir durante el ensayo.

Luego de verificar la calidad del equipo se procede a ingresar la profundidad y el valor de densidad seca obtenido en el laboratorio, se deja el equipo durante 60 segundos para que este realice la toma de densidad en campo y se valida la información para determinar si la compactación del material está por encima del 95 %.²¹

3.4.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

Para realizar la resistencia a la compresión de cilindros se tiene que verificar la edad de cada espécimen, en general se fallan cilindros a los 7, 14, 28 y 56 días. Se toman las dimensiones de cada cilindro y su peso, para luego introducirlo en la prensa y comenzar con el proceso de resistencia a la compresión (Ver tabla 33).²²

Según la norma NTC 673-I.N.V.E 410-13 se realiza la resistencia a la compresión de cilindros de concreto y se emite el informe correspondiente al cliente.

²¹ n. d. Vías, «DENSIDAD DEL SUELO Y DEL SUELO-AGREGADO EN EL TERRENO MEDIANTE,» de I.N.V. E – 164 – 07, Bogotá, INVIAS, 2013, p. 10.

²² 3. e. concreto, «ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO NTC 396,» ARGOS, 04 11 2011. [En línea]. Available: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayo-de-asentamiento-delconcreto>

Fuente: Autor

No. MUESTRA	LOCALIZACIÓN		RESISTENCIA NOMINAL (PSI)	Diámetro cm	Altura cm	FECHA DE TOMA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	PESO g	DENSIDAD t/m ³	CARGA AXIAL kg	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A LA RESISTENCIA NOMINAL
	Elemento	Abcisa										MPa	PSI	
200	Zarpa	k0+156	3.000	15,2	30,5	9-jul.-20	28 días	6-ago.-20	12.340	2,22	54.595	29,9	4.276	143%
200			3.000	15,2	30,5	9-jul.-20	28 días	6-ago.-20	13.390	2,41	61.427	33,7	4.811	160%
201	Muro Box Culvert	k6+214	4.000	15,2	30,5	9-jul.-20	28 días	6-ago.-20	12.609	2,27	69.493	38,1	5.442	136%
201			4.000	15,2	30,5	9-jul.-20	28 días	6-ago.-20	12.280	2,21	65.812	36,1	5.154	129%
202	Vástago	k0+149	3.000	15,2	30,5	10-jul.-20	28 días	7-ago.-20	12.210	2,20	59.622	32,7	4.669	156%
202			3.000	15,2	30,5	10-jul.-20	28 días	7-ago.-20	13.230	2,38	63.722	34,9	4.990	166%
203	Vástago	k6+642	3.000	15,2	30,5	11-jul.-20	28 días	8-ago.-20	13.250	2,38	62.039	34,0	4.859	162%
203			3.000	15,2	30,5	11-jul.-20	28 días	8-ago.-20	12.230	2,20	54.697	30,0	4.284	143%
204	Zarpa	k6+650	3.000	15,2	30,5	13-jul.-20	28 días	10-ago.-20	12.200	2,19	28.113	15,4	2.202	73%
204			3.000	15,2	30,5	13-jul.-20	28 días	10-ago.-20	12.160	2,19	30.693	16,8	2.404	80%

Tabla 33: Resultados de la resistencia a la compresión de cilindros.

4. APORTES DEL TRABAJO

La pasantía fue una manera de iniciar la vida laboral, durante este proceso se adquieren conocimientos y habilidades para solucionar problemas que se van a presentar con frecuencia en cualquier labor y que es necesario afrontarlos y dar una solución técnicamente adecuada. En cuanto aportes al trabajo, se recomendó la implementación de nuevas metodologías de perforación mecánica, para reducir tiempos de perforación, además se implementó la realización de cronogramas de perforación para optimizar el tiempo de exploración en campo.

4.1. APORTES COGNITIVOS

Es muy importante generar conocimientos a partir de la práctica, por esto realizar la pasantía es una de las opciones que nos enlaza con el mundo laboral y nos enfrenta a problemáticas que a diario se presentan y tenemos que dar solución a estas. Durante el proceso académico se adquieren muchos conocimientos teóricos, los cuales generan una formación integral para estudiante de ingeniería civil.

Durante la pasantía se adquieren conocimientos en el área de geotecnia, esta rama es muy importante para determinar factores que pueden afectar una obra civil, debido a que por medio de la caracterización del suelo en el cual la mayoría de obras se cimentan, se puede determinar cómo se va comportar el suelo al momento de ser sometido a cargas externas; por lo anterior se puede determinar obras para mitigar o garantizar una buena reacción del suelo al ser afectado por cargas producto de obras civiles.

Se adquiere un amplio conocimiento en normativas vigentes para la realización de obras civiles, al momento de diseñar cualquier estructura civil se tiene que regir en

las normas colombianas para garantizar el cumplimiento de estas y optimizar los diseños para dar una solución adecuada. Es muy importante tener criterios y justificaciones para realizar cualquier estudio y diseño, para esto se tiene que revisar la normativa y las fuentes de datos confiables para adquirir nuevas prácticas o teorías que nos ayuden a optimizar recursos.

El proceso constructivo de cualquier obra civil parte de la premisa del diseñador, debido a que este tiene que estar capacitado para interpretar el modelo constructivo no solo en su diseño, también en la realidad de ejecución en obra. Se pueden presentar errores por falta de experiencia debido a que no todas las obras o proyectos requieren las mismas soluciones y por esto es de gran importancia tener un conocimiento en campo de cada una de las actividades que se van a diseñar.

La ejecución de estudios y diseños para un proyecto es una fase que requiere de gran responsabilidad y disciplina para generar una opción en la cual el contratista y diseñador estén de acuerdo con esta, algunas veces se comete el error de no comunicarse continuamente con el contratista para socializar el diseño adoptado, y esto conlleva a tener problemas al momento de entregar el diseño final debido a que el cliente o contratista no están satisfechos con la solución presentada y esto puede traer una solicitud de rediseño, lo cual generaría retrasos en los demás proyectos que se tienen que ejecutar.

Realizar control de calidad de los materiales de obra por parte de la interventoría de cada proyecto es de gran importancia debido a que se pueden presentar casos en los que el contratista por adquirir mayores ganancias pueda bajar la calidad de un material y esto genere incumplimientos en los diseños realizados; por lo anterior al generarse este incumplimiento de los diseños se pueden generar patologías o fallas en cualquier obra civil.

Los presupuestos realizados en la fase de consultoría de cualquier proyecto, es importante identificar cada una de las actividades que se tienen que realizar y generar memorias de cantidades de obra acertadas, para realizar su análisis de precios unitarios y con este dar el costo de ejecución de la obra.

4.1.1. ESTUDIOS GEOTECNICOS O DE SUELOS

Al realizar estudios geotécnicos para la elaboración de obras civiles, es de gran importancia conocer el tipo de obra y edificación para plantear la profundidad, y la cantidad de perforaciones que se tienen que realizar para generar una buena caracterización del subsuelo.

Es importante basarnos en las normativas establecidas para cada tipo de edificación, porque es diferente caracterizar el suelo para construir una edificación, una vía o un puente debido a que las cargas que estos transmiten al suelo se comportan de manera diferente. Para la construcción de una edificación es importante conocer el número de niveles y el área en planta en la cual se va edificar, debido a las cargas que puede aportar esta edificación al suelo de cimentación; por lo que una edificación entre más niveles y área de construcción tenga se tiene que realizar más perforaciones y aumentar la profundidad de exploración, todo esto para poder realizar los estudios correspondientes para determinar cuál de los perfiles de suelos encontrados es el más competente para implantar la cimentación de esta edificación. Al realizar un estudio de suelos para una vía se tienen que identificar los sitios críticos, en los cuales al realizar un corte se puede dejar propenso el talud a un fenómeno de remoción en masa o deslizamiento, también se tiene que realizar el ensayo de CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) para optimizar y elegir la estructura de la vía más adecuada para evitar posibles fallas en la subrasante al momento de aplicarle carga producto del paso vehicular.

El trabajo en campo de los estudios de suelos, es el principal factor que puede ayudar a la realización de un excelente estudio geotécnico; debido a que el ingeniero en campo tiene que realizar la exploración adecuada del suelo y recuperar muestras en cada una de las perforaciones para caracterizar el material e identificar los cambios de estratos, esto también se puede identificar por medio del ensayo de SPT, debido a que se mide la resistencia del suelo al identificar con cuantos golpes se introduce la cuchara partida en una distancia vertical de 15 cm.

Es importante conocer el lugar en el cual se va realizar el estudio geotécnico, para generar una planeación y llevar los equipos adecuados para realizar la exploración del suelo, en algunos casos al encontrarse nivel freático se tiene que optar por encamisar la perforación para evitar derrumbes en esta, todo esto depende del tipo de suelo y la aparición de acuíferos puede afectar la resistencia del suelo.

4.1.2. CONSULTORIAS (DISEÑOS)

Para la realización de obras civiles se tienen que realizar estudios, diseños y cantidades de obra; para poder identificar cada uno de los estudios que se tienen que realizar para cumplir la normativa vigente y los cuales son los más adecuados para servir de soporte en la etapa de diseño, la cual es muy importante para la ejecución adecuada de cualquier proyecto de obras civiles.

En la etapa de diseños se tiene que seguir la normativa correspondiente para el diseño de vías (Normativa del Invias), debido a que en esta se establecen parámetros de diseño, los cuales se tienen que respetar y adoptar en cada uno de los proyectos según la necesidad de este.

Para la construcción de estructuras se tiene que seguir la normativa correspondiente (Norma NSR-10) en la cual se establecen parámetros para el diseño de estructuras para edificaciones, muros de contención y resistencia de materiales de obra civil, tales como el concreto y acero.

Para realizar el diseño de una canalización se tiene que tener en cuenta el estudio hidrológico de la zona, para determinar los caudales aportantes a la zona de estudio y con este verificar el diámetro y las dimensiones de las estructuras de drenaje; primordialmente se tiene que cumplir la norma RAS 2 000, en la cual se analiza cada una de las estructuras para el drenaje de aguas de escorrentía superficial y aguas lluvias.

En el proceso de consultoría el diseñador tiene que tener una comunicación continua con el contratista y emitir diseños preliminares para llegar a una aprobación de estos e iniciar con los diseños definitivos; todo esto con el objetivo de optimizar el tiempo de ejecución de estos diseños.

4.1.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio son muy importantes para la realización de estudios geotécnicos o de suelos, debido a que estos son primordiales para la caracterización del tipo de suelo encontrado y por medio de estos se realizan ensayo que pueden definir propiedades geotécnicas.

En edificaciones es muy importante realizar los siguientes ensayos:

- Humedad natural: Para identificar la humedad del suelo y compararlo con la humedad de equilibrio que debe tener el suelo.
- Peso unitario total y seco.
- Resistencia a la compresión uniaxial: Para obtener valores de resistencia y conocer la cohesión que tiene el suelo (se deben extraer muestras inalteradas en campo).
- Límites de Atterberg: Para conocer la plasticidad del material y poder clasificar el suelo según el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.).

- Granulometría y gradación por tamizado mecánico: Para clasificar el suelo por medio del sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.).
- Corte directo no consolidado no drenado UU: Para conocer la cohesión y el ángulo de fricción del suelo (se deben extraer muestras inalteradas en campo)
- Consolidación unidimensional: Para evaluar los asentamientos que puede llegar a tener cualquier edificación.
- Resistencia a la compresión en roca: Para obtener valores de resistencia de este tipo de material.
- Capacidad de soporte CBR Inalterado: Para medir la resistencia al esfuerzo cortante en un suelo, se realiza para la subrasante.
- Capacidad de soporte CBR de laboratorio, método I: Para medir la resistencia al esfuerzo cortante en un suelo, se realiza para la subrasante, estructura de pavimentos (sub base o base).

4.1.4. CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES

El control de calidad para obras civiles es muy importante, por medio de este se analiza y se ratifica los buenos métodos constructivos de cada obra. Es imperioso el cumplimiento en su totalidad de los diseños realizados por los especialistas para obtener un resultado positivo y estructuras aptas para resistir cualquier fenómeno natural

La medición de la resistencia a la compresión de cilindros es una manera de evidenciar las buenas prácticas constructivas y el cumplimiento de los diseños establecidos por el profesional especialista; por medio de esta se mide la resistencia del concreto fundido en obra y se emite el informe correspondiente para ratificar el cumplimiento de esta o la falta de resistencia. Este seguimiento se realiza para cualquier estructura construida en concreto y se debe garantizar el cumplimiento del 100% de la resistencia.

Para vías se tiene que llevar un registro continuo de la compactación del material que conforma la estructura del pavimento, esto se realiza por medio de toma de densidades en campo, con densímetro nuclear o cono de arena; para realizar este ensayo se tiene que analizar el material con antelación en el laboratorio para obtener su densidad y con esta realizar una comparación en campo, se tiene que obtener una densidad superior al 95 % de su proctor modificado.

4.2. APORTES A LA COMUNIDAD

El pasante en cumplimiento de sus labores asignadas por la empresa INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA, logro generar aportes a la comunidad muy significativos, en el área de geotecnia y con la realización de diferentes estudios; se generaron obras en beneficio de los habitantes de las nuevas edificaciones.

Con la realización de estudios geotécnicos o de suelos para edificaciones, se generó un gran aporte a los habitantes de las nuevas estructuras, debido a que se genera una exploración del suelo de cimentación de cada una de estas edificaciones y de esta manera se da una seguridad del tipo de suelo y la reacción que este va tener al momento de implantarle diferentes cargas. Las fallencias de las estructuras pueden iniciar por la falla en el tipo de cimentación utilizada, debido a que en algunos casos no se explora de manera adecuada el suelo y puede llevar a grandes pérdidas económicas por parte del constructor o inversionistas.

Con la realización de estudios y diseños correspondientes para la elaboración de vías se logra iniciar un proceso en el cual se benefician muchas personas; al analizar y plantear las mejores estructuras para vías se genera una alternativa técnica y económica adecuada para lograr una ejecución adecuada; la comunidad que transita por estas vías lograra reducir sus tiempos de movilización y se mejorara las condiciones de transporte de diferentes productos que se produzcan en el lugar.

Con la realización de estudios y diseños para la ampliación del patio de carbón CIA. Eléctrica de Sochagota, se generan alternativas técnicamente y económicamente adecuadas para generar diferentes aumentos en los índices de empleo, debido a que por medio de la construcción de esta ampliación se generan diferentes puestos operacionales para la ejecución de esta obra.

Al elaborar estructuras de contención para el jarillon del rio chicamocha, se logra beneficiar a la comunidad de ese sector; al evitar la socavación producida por la hidráulica del rio se genera una seguridad a la comunidad, debido a que pueden ocurrir aumentos en el caudal y con el aumenta con la cota del agua se puede presentar un rebosamiento y ocasionar inundaciones.

Al realizar control de calidad de obras civiles, se garantiza la buena ejecución de cada una de las edificaciones viales y estructurales; por medio de los diferentes ensayos de laboratorio se garantiza que la resistencia de los concretos para las estructuras es el adecuado y cumple con la resistencia establecida en los diseños, en las vías se garantiza la buena compactación de los materiales pertenecientes a la estructura de la vía, por medio de la toma de densidades y ensayos de laboratorio.

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

En la empresa se genera un impacto social representativo, debido a que continuamente se están creando diferentes proyectos en los cuales la comunidad está involucrada, con la realización de estudios de suelos los trabajadores tienen gran responsabilidad al ejecutar cada uno de los procesos y se inculcan valores para que la persona que diseñe, lo haga como si fuera para el mismo. A la sociedad se le demuestra la calidad de cada uno de los trabajos que se desempeña y se deja un gran legado de responsabilidad por cada una de las labores que se ejecuten para la población en general, al momento de iniciar un proyecto se consultan varias fuentes bibliográficas para realizar cualquier estudio o diseño, para tener la certeza que la solución que se plantea es la más adecuada.

Se generan grandes impactos ambientales en los proyectos ejecutados en consultorías, debido a que se inculcan diferentes actividades que promueven la construcción eficiente, y con esto la reducción de recursos y emisiones contaminantes. En cada diseño que se realiza, se proponen especificaciones de construcción y se busca mejorar los rendimientos de los equipos utilizados para cualquier actividad relacionada con el proyecto; con el propósito de reducir las emisiones de gases contaminantes, producto de la fabricación de materia prima necesaria para la ejecución de actividades de obra.

Al realizar cada estudio de suelo se propone utilizar equipos de perforación manuales para evitar el uso de equipos que utilicen combustibles fósiles, para su funcionamiento; en primera instancia se busca facilitar el trabajo para el funcionario de cada equipo de perforación y dependiendo de la cantidad de perforaciones o de su profundidad se determina si es necesario realizar el estudio con equipos mecánicos; los cuales utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento. Al evitar el uso de equipos mecánicos se reduce las emisiones de CO₂ y se está generando conciencia ambiental en cada proyecto que se ejecuta.

En el ámbito personal, la realización de la pasantía generó un gran impacto profesional y académico, debido a que, a diario se generaron procesos en los cuales se tenían que aplicar conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera y los cuales se reforzaron con esta; la cual crea nuevas aptitudes profesionales para reforzar nuestros conocimientos, para enfrentarnos a grandes proyectos durante nuestra vida profesional. Se generaron grandes conocimientos y técnicas para realizar: diseños, modelos, estudios y aportar diversos conocimientos al momento de plantear soluciones a una problemática relacionada con las obras civiles o formular diversas alternativas que garanticen la eficiencia de estas soluciones planteadas.

Al participar en cada estudio de suelos se evidencia la teoría y la práctica adquirida en el proceso académico, pero se crean nuevos conocimientos y aptitudes que se tienen que reforzar al momento de evidenciar inconvenientes cotidianos que se presentan durante estos ensayos; al dar una solución a cada una de estas problemáticas se tiene que tener criterio para lograr justificarla y lograr erradicar el problema con facilidad. Es importante tener claridad que no todos los estudios son los mismos, algunas veces se puede caer en el error de tratar un estudio de la misma manera como se realizó el anterior, pero cabe resaltar que el suelo es diferente en cada lugar y no se sabe con claridad que se encuentre al momento de iniciar una perforación; por esto es importante basarse en la normativa actual para cumplirla en su totalidad y tener herramientas que faciliten el conocimiento de las características del sector.

Al realizar presupuestos se genera un conocimiento integral, debido a que se tienen que realizar memorias de cálculo con las cantidades de obra de cada uno de los ítems que integran el proyecto; al realizar este proceso se conoce la estructura de cada uno de los procesos necesarios para ejecutar proyectos relacionados con las obras civiles, también se evidencian bases de datos confiables para la consulta de precios unitarios.

Durante la pasantía se genera un gran impacto personal, contribuyendo a las capacidades para resolver necesidades colectivas, materiales e individuales; se resalta la formación de personas capaces de resolver problemas con criterios técnicos y justificados en el conocimiento de diversas normas relacionadas con el tema en específico. El pasante se introduce en el mundo laboral y genera diversos contactos profesionales con ingenieros de distintas ramas, que con certeza aportan una gran cantidad de conocimientos adquiridos durante varios años de experiencia. Gracias a la experiencia adquirida durante la realización de la pasantía y al conocer los diferentes entornos laborales, el pasante ratifica la rama en la cual va seguir su formación y en la cual laborara toda su vida.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La ejecución de estudios geotécnicos o de suelos, es el principal estudio que se necesita al momento de generar un proyecto constructivo, conocer el tipo de suelo en el cual se va cimentar una estructura, es la garantía de estabilidad de la edificación.
- Al explorar el suelo por medio de perforaciones, al inicio se desconocen los desafíos que uno puede enfrentar por causa del tipo de suelo o de la presencia de niveles freáticos; por lo anterior el ingeniero plantea soluciones oportunas para optar por el mejor método de perforación, sea por medios mecánicos, manuales o si es el caso por métodos indirectos.
- Cada estudio geotécnico se realizó con los mejores equipos de perforación, para mejorar rendimientos de ejecución y cumplir con lo establecido en la NSR-10; cada tipo de edificación se tiene que tratar de manera diferente, según el tipo de edificación se planteó la cantidad de sondeos y la profundidad de exploración para cumplir con la normativa vigente.
- Al encontrar nivel freático en las perforaciones se generó la medición adecuada, todo esto con el objetivo de analizar el suelo y determinar el mejor nivel de cimentación; ya que el suelo puede reducir su resistencia al momento de encontrar la presencia de agua o niveles freáticos.
- La empresa en cada una de las labores que realiza tiene presente el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y tiene sus protocolos para generar un ambiente seguro en el trabajo, también se hace el uso adecuado de elementos de protección personal (EPP).
- Los ensayos de laboratorio se realizan con los equipos adecuados y certificados por entidades competentes, también se tiene en cuenta la normativa A.S.T.M. D1586-67, NTC, NSR-10 e INVIAS correspondiente para cada uno de los ensayos que se practican.
- Al realizar diseños geotécnicos se tiene en cuenta la normativa y luego se procede a revisar la base de datos de la empresa; ya que la empresa

cuenta con un trayecto de más de 30 años de ejecución de consultorías para obras civiles, este es un factor que aumenta la calidad de los trabajos ejecutados y reduce el tiempo de ejecución de cada uno de estos.

- Es importante tener conocimiento de cada una de las actividades que se tienen que realizar para ejecutar cualquier obra; debido a que se tiene que realizar un presupuesto ajustado a la realidad constructiva, para facilitar al cliente el proceso de solicitud de recursos y que no se presenten falencias al momento de iniciar la construcción.
- Se recomienda principalmente realizar una planeación en cuanto el trabajo en campo, en la cual se tenga en cuenta cuales son los equipos con los que se cuentan para ejecutar cualquier actividad, es decir, conocer el personal disponible, los materiales que se necesitan y el equipo necesario para cumplir los objetivos del estudio; todo lo anterior es de gran importancia, porque de no realizar este proceso en cada uno de los proyectos se podría generar dificultades y con esto un atraso en el cumplimiento y ejecución del estudio.

7. GLOSARIO

PROYECTO: Se trata del conjunto de las actividades que desarrolla una persona o una entidad para alcanzar un determinado objetivo. Estas actividades se encuentran interrelacionadas y se desarrollan de manera coordinada.²³

PASANTÍA: La práctica profesional que realiza un estudiante para poner en práctica sus conocimientos y facultades. El pasante es el aprendiz que lleva adelante esta práctica con la intención de obtener experiencia de campo, mientras que el encargado de guiarlo suele conocerse como tutor.²⁴

ESTUDIO: Es la calidad de realizar una investigación para lograr adquirir nuevos conocimientos sobre un tema. Se denomina estudio a una obra que está centrada en el análisis de un tema.²⁵

CONSULTORIA: La Consultoría es un servicio profesional al cual los propietarios, directores de empresas, funcionarios públicos, incluso una sola persona, pueden recurrir si sienten la necesidad de ayuda o asesoría en la solución de problemas (internos o externos) con su entorno y giro empresarial.²⁶

En el caso de obras civiles se presta el servicio de consultoría para solucionar problemas relacionados con el entorno.

²³ Autores: Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2008. Actualizado: 2012. Definicion.de: Definición de proyecto (<https://definicion.de/proyecto/>)

²⁴ Autores: Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2010. Actualizado: 2013. Definicion.de: Definición de pasantía (<https://definicion.de/pasantia/>)

²⁵ Autores: Julián Pérez Porto y Ana Gardey. Publicado: 2017. Actualizado: 2018. Definicion.de: Definición de estudio (<https://definicion.de/estudio/>)

²⁶ Cuevas Martínez, Ramón. (2011). Definición de Consultoría. Jueves, 17 de Marzo del 2016, de Académica Comunidad Digital del Conocimiento Sitio web: <http://contenidosabiertos.academica.mx/jspui/handle/987654321/122>

DISEÑO: Esto implica una representación mental y la posterior plasmación de dicha idea en algún formato gráfico (visual) para exhibir cómo será la obra que se planea realizar.²⁷

Centrado en el proceso de diseño de obras civiles se interpreta en la forma que el profesional plantea soluciones e ideas, las cuales plasma o ejecuta siguiendo la normativa.

SPT: Es el ensayo de penetración estándar utilizado comúnmente para realizar estudios geotécnicos o de suelos.

El ensayo SPT básicamente consiste en la hincada en el terreno de una puntaza metálica mediante golpes por lo que da idea de la resistencia del terreno ya que se contabilizan el número de golpes necesarios para clavar el ensayo pero debido a su amplio uso, este ensayo puede correlacionarse con numerosos parámetros geotécnicos.²⁸

DCPT: Es el ensayo de penetración de cono dinámico, el cual se realiza al momento de encontrar material rocoso.

PENETROMETRO: Es una herramienta utilizada en la elaboración de estudios de suelos, el cual sirve para medir resistencia de penetración en los primeros 5 mm, útil tanto en campo como el laboratorio.²⁹

EQUIPO DE PERCUSIÓN: Es un equipo de perforación de tipo manual, el cual sirve para perforaciones poco profundas o con un tipo de suelo de baja resistencia.

²⁷ Autores: Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2008. Actualizado: 2012. Definicion.de: Definición de diseño (<https://definicion.de/disenio/>)

²⁸ [En línea], (Geotecnia facil), disponible en internet: <https://geotecniafacil.com/ensayo-de-penetracion-estandar-spt/>

²⁹ [En línea], (lapaca), disponible en internet: <http://www.lapacacr.com/productos/suelo/penetrometros>

El método convencional de sondeo a percusión emplea un útil de corte que avanza en el terreno gracias al golpeo sucesivo que se aplica en su cabeza mediante la caída libre de una maza o martinete sobre algún tipo de yunque o cabeza de golpeo adaptada a la parte superior del varillaje.³⁰

EQUIPO DE ROTACIÓN: Es un equipo de perforación mecánico, el cual explora el suelo por medio de brocas y motores que generan rotación en estas. Se utiliza para extraer muestras en el subsuelo competente.

NIVEL FREÁTICO: El nivel freático puede definirse como el nivel superior del agua en un acuífero o más correctamente como el lugar donde la presión del agua es igual a la de la presión atmosférica.³¹

PROFUNDIDAD: Es la cualidad de profundo (algo que resulta más hondo que lo regular, que se encuentra extendido a lo largo o que penetra mucho). La profundidad también hace referencia a la parte honda de algo.³²

La profundidad en la realización de perforación hace referencia a la distancia vertical explorada por algunos de los métodos de exploración del suelo.

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN: Es una serie de indicaciones, en las cuales se definen los procesos que se tienen que realizar y la metodología con la cual se ejecuta.

CANTIDADES DE OBRA: Es conocido comúnmente como cubicación, y requiere de una metodología que permita obtener la información de una manera ordenada

³⁰ Autores: Frankie. Publicado: 2018. Definicion.de: Sondeo a percusion
<http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/sondeos-a-percusion/>

³¹ [En línea], (Geotecnia facil), disponible en internet: <https://geotecniafacil.com/que-es-el-nivel-freatico-definicion-piezometrico/>

³² Autores: Julián Pérez Porto y Ana Gardey. Publicado: 2010. Actualizado: 2013.
Definicion.de: Definición de profundidad (<https://definicion.de/profundidad/>)

y ágil, y que adicionalmente, ofrezca la posibilidad de revisar, controlar y modificar los datos cada que sea necesario.³³

Las cantidades de obra, son la cantidad de materiales necesarios para desarrollar cualquiera actividad constructiva.

PRECIOS UNITARIOS: Es el precio por unidad de cada bien o servicio antes de aplicar los impuestos.³⁴

PRESUPUESTO: Es un plan de operaciones y recursos de una empresa, que se formula para lograr en un cierto periodo los objetivos propuestos y se expresa en términos monetarios.³⁵

PAVIMENTO: Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmite durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.³⁶

SUELO: El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y micro-organismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta.³⁷

³³ [En línea], disponible en internet: <https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>

³⁴ [En línea], (debitoor), disponible en internet: <https://debitoor.es/glosario/precio-unitario>

³⁵ [En línea], disponible en internet: <https://www.emprendepyme.net/que-es-un-presupuesto.html>

³⁶ [En línea], [Manual de diseño geométrico de carreteras], disponible en internet: <https://www.invias.gov.co/index>.

³⁷ [En línea], [Sistema de información ambiental de colombia], disponible en internet: <http://www.siac.gov.co/suelo>

SUBSUELO: Se conoce a todo aquello que se ubica por debajo de la superficie terrestre y que conforma el espacio inmediatamente posterior a esta en lo que respecta a las capas geológicas de la Tierra.³⁸

RECURSOS: Son los distintos medios o ayuda que se utiliza para conseguir un fin o satisfacer una necesidad. También, se puede entender como un conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa como: naturales, humanos, forestales, entre otros.³⁹

CONTROL DE CALIDAD: El Control de la Calidad en Obra es un proceso de supervisión y tiene como objetivo asegurar que durante el proceso de edificación se cumplan con todas las especificaciones del proyecto de ejecución de la obra, así como unas adecuadas condiciones de calidad y con la normativa de aplicación.⁴⁰

COMPRESIÓN: La compresión puede ser un proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen. Se conoce como esfuerzo de compresión al resultado de estas tensiones.⁴¹

DENSIDAD: La densidad es una de las propiedades físicas de la materia, y puede observarse en sustancias en sus distintos estados: sólido, líquido y gaseoso.⁴²

³⁸ Autor: Cecilia Bembibre | Sitio: Definición ABC | Fecha: marzo. 2010 | URL:

<https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/subsuelo.php>

³⁹ "Recursos". En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/recursos/> Consultado: 13 de febrero de 2021, 09:01 pm.

⁴⁰ [En línea], disponible en internet: <https://unicontrolsl.com/control-de-la-calidad-de-la-obra/#:~:text=El%20Control%20de%20la%20Calidad,con%20la%20normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n.>

⁴¹ Autores: Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2011. Actualizado: 2014. Definicion.de: Definición de compresión (<https://definicion.de/compresion/>)

⁴² "Densidad". En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/densidad/> Consultado: 13 de febrero de 2021, 11:05 pm.

BASE GRANULAR: Es un material granular grueso compuesto por triturados, arena y material fino. Se emplea en la conformación de estructuras de pavimento.⁴³

SUB BASE GRANULAR: Es un material granular grueso compuesto por triturados, arena y material grueso. Se emplea como capa en la instalación de pavimentos asfálticos y de concreto.⁴⁴

AFIRMADO: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzo del tránsito.⁴⁵

VÍA: Zona de uso público o privado abierta al público destinada al tránsito de público, personas y/o animales.⁴⁶

ESTRATIFICADO: La estratificación del suelo es la forma en la cual los sedimentos del suelo se acumulan unos sobre otros, en capas. La formación del suelo es un proceso que dura millones de años, y en ese tiempo se han acumulado cientos de miles de capas de distintos materiales.⁴⁷

ESTABILIDAD AL VOLCAMIENTO: Es la capacidad de una estructura de resistir las fuerzas que podrían originar una rotación de ésta con respecto a un punto de giro, localizado en la parte inferior de la estructura de contención.⁴⁸

COMPACTACIÓN: Es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos por el cual se obliga a las partículas de suelo a ponerse más en contacto con otras, mediante la expulsión del aire de los poros , lo que implica una reducción

⁴³ [En línea], (Cemex), disponible en internet:

<https://www.cemexcolombia.com/productos/agregados/base-granular>

⁴⁴ [En línea], (Cemex), disponible en internet:

<https://www.cemexcolombia.com/productos/agregados/sub-base-granular>

⁴⁵ [En línea], disponible en internet: <https://es.scribd.com/doc/227494018/AFIRMADO>

⁴⁶ [En línea], [Manual de señalización vial], disponible en internet: <https://www.invias.gov.co/index>.

⁴⁷ [En línea], [lifeder], disponible en internet: <https://www.lifeder.com/estratificacion-suelo/>

⁴⁸ [En línea], [Manual para la inspección visual de obras de estabilización], disponible en internet: <https://www.invias.gov.co/index>.

más o menos rápida de las vacíos, lo que produce en el suelo cambios de volumen de importancia, principalmente en el volumen de aire, ya que por lo general no se expulsa agua de los huecos durante el proceso de compactación, siendo por lo tanto la condición de un suelo compactado la de un suelo parcialmente saturado.⁴⁹

⁴⁹ [En línea], disponible en internet: <https://es.slideshare.net/ERaCC1/compactacion-de-suelos-15469536>

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), ley 400 de 1 997 (modificada ley 1 229 de 2 008), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Bogotá D.C., Colombia, marzo de 2 010.
- Berry, L. P., y Reid D. (1 993). Mecánica de suelos. Editorial Nomos S. A Santafé de Bogotá, Colombia, Vol. 1, 205-269.
- Braja, M. D. (2 001). Fundamentos de Ingeniería geotécnica. International Thomson Editores, S. A. DE C.V, México, 445-493.
- Crespo, V. C. (1 994). Mecánica de suelos y cimentaciones. Editorial Limusa, S.A. DE C.V. Grupo Noriega Editores, México, Vol. 3,507-529.
- Instituto Nacional De Vías (2 013). Especificaciones generales de construcción de carreteras.
- Jaime, S. D. (1 988). Ingeniería de suelos aplicada a las cimentaciones, Bucaramanga, Segunda Edición, 1-163.
- Manuel, D. V. (2 001). Ingeniería de fundaciones. Centro Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, segunda reimpresión 22-524.
- Alfonso, M. F. Ingeniería de pavimentos para carreteras.
- José David Muñoz. (2 003). Diseño de pavimentos, Conferencias Especialización en Geotecnia vial, U.P.T.C., Sogamoso, Tercera Promoción.
- Pavimentos División de investigaciones y asesorías, Universidad de Medellín.
- UNIGRACON Conferencias y gráficas el universitario; Pavimentos autor Ing. Fernando Sánchez Sabogal. Profesor de Ingeniería Civil, Universidad la Gran Colombia, Pontificia Universidad Javeriana.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. 2008. Manual de diseño geométrico de carreteras 2008. Bogota, D.C.,2008.268 p.
- R. C. Reglamento colombiano de construcción Sismo resistente (444paginas ed., Vol. Volumen I). (www.imprenta.gov.co, Ed.) Bogotá, Capital, Colombia: Imprenta Nacional.

- B. MARTINEZ, «Ingeniería Civil Construcción Presupuestos,» 06 02 2011. [En línea]. Available: <http://bladimirmartinezz.blogspot.com/2011/02/analisisde-precios-unitarios.html>.
- n. d. Vías, «DENSIDAD DEL SUELO Y DEL SUELO-AGREGADO EN EL TERRENO MEDIANTE,» de I.N.V. E – 164 – 07, Bogotá, INVIAS, 2013, p. 10.
- Norma colombiana de diseño de puentes LRFD - CCP-14.

9. ANEXOS (MEDIO MAGNETICO)

❖ BITACORAS

❖ ANEXOS

- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS O DE SUELOS
 - ANEXO 1: Perfil promedio explorado, en cada estudio de suelos.
- AMPLIACIÓN PATIO DE CARBÓN TERMOPAIPA IV
 - ANEXO 2: Planos hidráulicos.
 - ANEXO 3: Planos de la cuneta perimetral.
 - ANEXO 4: Plano del detalle del cerramiento perimetral.
 - ANEXO 5: Memoria de cantidades de obra.
 - ANEXO 6: Análisis de precios unitarios.
 - ANEXO 7: Presupuesto de obra.
- INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO
 - ANEXO 8: Planos de las obras de contención (Gaviones).
- PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m))
 - ANEXO 9: Memoria de cantidades de obra.
 - ANEXO 10: Análisis de precios unitarios.
 - ANEXO 11: Presupuesto de obra.
- ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS
 - BALCONES DE VERSALLES (EDIFICIO DE DIEZ (10) PISOS Y SÓTANO), UBICADO EN LA CARRERA 8 NO. 4 - 47, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
 - ANEXO 12: Ensayos de laboratorio.
 - DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
 - ANEXO 13: Límites y granulometrías.
 - CASA PRADA SUÁREZ (1 PISO)
 - ANEXO 14: Ensayos de laboratorio.

- INESTABILIDAD DEL TALUD POR SOCAVACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHICAMOCHA EN SENTIDO AGUAS ABAJO
 - ANEXO 15: Ensayos de laboratorio.
 - PAVIMENTACIÓN 450 METROS DE VÍA, VEREDA MONJAS, MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km0+450 (450 m)) (Anexo 15).
 - ANEXO 16: Ensayos de laboratorio.
 - MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO PALERMO HACIA EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ (km0+000 al km1+500 (1,5 km))
 - ANEXO 17: Ensayos de laboratorio.
 - MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CORREGIMIENTO DE PALERMO A LA VEREDA EL CURIAL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ (km0+000 al km4+300 (4,3 km))
 - ANEXO 18: Ensayos de laboratorio.
 - CONSTRUCCIÓN VASO D EN LA TERRAZA 12 DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TERRAZAS DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO-BOYACÁ
 - ANEXO 19: Ensayos de laboratorio.
 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR COMERCIAL CUATRO (4) PISOS
 - ANEXO 20: Ensayos de laboratorio.
 - VIVIENDA MULTIFAMILIAR TRES (3) PISOS
 - ANEXO 21: Ensayos de laboratorio.
 - ANEXO 22: Ensayos de laboratorio para base granular y subbase granular
- ❖ CONVENIO
 - ❖ EVALUACION FINAL PASANTIA