ESTUDIO SUELOS CON FINES DE REFUERZO ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD PARA I.E.D RURAL EL VINO: ESTRUCTURAS ANEXAS DEPOSITO Y AULA - VEREDA EL VINO – MUNICIPIO DE LA VEGA – DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

Contratista:
EDF SAS
NIT: 901.138.589-8

Objeto contrato:
"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, REMODELACIÓN Y ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEL MUNICIPIO DE LA VEGA CUNDINAMARCA."

No. Contrato:
20200199 de 2021

Contratante:
MUNICIPIO DE LA VEGA CUNDINAMARCA

ALCALDÍA DE LA VEGA

USO DE LA ESTRUCTURA: INSTITUCIONAL

Bogotá D.C., mayo 2021

Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

Contenido

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD 6

1. INTRODUCCIÓN 7

1.1. OBJETIVO 7

1.2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS 7

2. GENERALIDADES DE LA ZONA DEL PROYECTO 8

2.1. GENERALIDADES DE LA ZONA DEL PROYECTO 8

2.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 9

2.2.1. Geología 9

2.2.2. Geología Zona del Proyecto: 10

2.2.3. Geomorfología 12

2.3. CLIMA 13

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO OBJETO DEL ESTUDIO DE SUELOS 14

4. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 16

4.1. CRITERIOS PARRA DETERMINAR EL PLAN DE EXPLORACIÓN 16

4.2. FASE DE EXPLORACIÓN DEL PROYECTO 20

5. ENSAYOS DE LABORATORIO – CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES 23

6. ESTRATIGRAFÍA PROMEDIO 25

7. NIVEL FREÁTICO 25

8. SUELOS EXPANSIVOS 25

9. SUELOS COLAPSABLES 26

10. SUELOS DISPERSIVOS 26

11. LICUEFACCIÓN DE SUELOS 26

12. EFECTOS DE PRESENCIA DE VEGETACIÓN 27

13. EFECTOS DE PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA 28

14. DISEÑO GEOTÉCNICO 28

14.1. CIMENTACIÓN ACTUAL 28

14.1.1. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN 28

14.1.2. *Capacidad portante* 28

14.1.3. ASENTAMIENTOS 29

14.2. CIMENTACIÓN DE REFUERZO O NUEVA 29

14.2.1. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN 29

14.3. CAPACIDAD PORTANTE 29

14.3.1. Zapatas aisladas comportamiento no drenado 30

14.4. ASENTAMIENTOS 30

15. ASPECTOS SÍSMICOS 30

16. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS 31

17. LIMITACIONES 33

18. ANEXOS 34

18.1. ANEXO 1 - REGISTROS DE EXPLORACIÓN SONDEOS REALIZADOS DENTRO DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO 34

18.2. ANEXO 2 - RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO 35

18.3. ANEXO 3 - MEMORIAS DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE, ASENTAMIENTOS Y FACTORES DE SEGURIDAD 36

18.4. ANEXO 4 – AUSCULTACIÓN CIMENTACIÓN EXISTENTE 41

18.5. ANEXO 5 – REGISTRO FOTOGRÁFICO 44

Lista De Fotografías

Fotografía 1 - Estructura– Salones y Bodega Objeto del Proyecto 15

Fotografía 2 - 3 - 4 - 5 Toma de muestras in-situ Exploración del Subsuelo 22

Lista De Figuras

Figura 1 Municipio de La Vega – En la Provincia Guavilá - Departamento Cundinamarca 8

Figura 2 Municipio de La Vega – División Política – Localización Zona del Proyecto 9

Figura 3 Geología Presente en la zona del Proyecto 11

Figura 4 Altura promedio s.n.m. - Zona del Proyecto 12

Figura 5 Localización del Predio Objeto del Proyecto 14

Figura 6 Localización de las Estructuras Objeto del Proyecto en I.E.D El Vino 15

Figura 7 Localización de Sondeos – Estructuras objeto del Proyecto 21

Figura 8 - 9 y 10 Gráficas de Resultados de laboratorios en profundidad 24

Figura 11 Distanciamiento Mínimo Recomendado para Siembra de Árboles en el Lote del Proyecto 27

Figura 12 Modelo de barreras anti - raíces para manejo de arbolado adjunto a estructuras livianas27

Lista De Tablas

Tabla 1 Tabla de Cargas del Proyecto Estructura 2 17

Tabla 2 Tabla de Cargas del Proyecto Estructura 1 18

Tabla 3 Clasificación de las Unidades Construcción por Categorías 19

Tabla 4 Número Mínimo de Sondeos – Profundidad Unidad de Construcción 19

Tabla 5 Programa de Exploración del Subsuelo Aplicable al Proyecto 19

Tabla 6 Profundidad (ml) y Coordenadas de Localización (N-W) del Programa de Exploración del Subsuelo Ejecutado 20

Tabla 7 Cuadro resumen de Resultados de los Ensayos de Laboratorios Realizados 23

Tabla 8 Estratigrafía Promedio Zona del Proyecto 25

Tabla 9 Aspecto Sísmico – Extracto de Municipios del Departamento de Cundinamarca..... 30

Tabla 10 Tabla A.2.4-1 – Clasificación de los Perfiles del Suelo..... 31

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Bogotá D.C., mayo de 2021

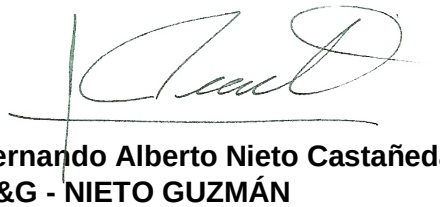
Señores:
PLANEACIÓN MUNICIPAL
A QUIEN CORRESPONDA
La Ciudad

Estimados Señores:

Yo, Fernando Alberto Nieto Castañeda, de profesión Ingeniero Civil con MP No. 25202-32008 CND, en el ejercicio de la facultad por el Decreto 926 del 2010 NSR -10 modificado por Decreto 2525 del 13 de julio 2010, por medio del presente documento declaro que todos los cálculos y diseños se ha ejecutado de acuerdo con las normas o requisitos legales y técnicos según el Titulo H de la NSR-10 vigente para el territorio nacional y declaro que asumo toda la responsabilidad del correspondiente estudio de suelos, con el objeto de desarrollar el proyecto: Estudio geológico, geotécnico y de suelos para la I.E.D. Rural El Vino – Inspección El Vino – Municipio de La Vega – Departamento Cundinamarca – Zona Urbana – con coordenadas de localización 4.90155°-74.3109°– Autopista Medellín Km 31 Vía Bogotá La Vega", siempre y cuando el constructor cumpla las recomendaciones de cimentación y requisitos de excavación proyectados en el informe geotécnico.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por el Curador Urbano, jefe de planeación o personal designado para tal fin, no constituye una aprobación al estudio de suelos, sino una verificación del cumplimiento de la NORMA COLOMBIANA DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10).

Cordialmente,



Fernando Alberto Nieto Castañeda
N&G - NIETO GUZMÁN
Ingenieros S.A.S
NIT – 900.762. 802-4

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se anexan los trabajos de campo, los ensayos de laboratorio, análisis de ingeniería, capacidad admisible y las recomendaciones de cimentación para tener en cuenta para el desarrollo del objeto del contrato "**Estudio De Suelos Para Estudio de Vulnerabilidad y Refuerzo del I.E.D. Rural El Vino – Inspección El Vino".**

En el informe se presenta la localización y generalidades del proyecto, de igual manera la metodología empleada para la exploración del subsuelo y la ejecución de los ensayos de laboratorio conforme a la normatividad vigente, con el fin de realizar una caracterización geotécnica de acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de campo y laboratorio de suelos. Asimismo, con base en la información del análisis geotécnico se definirá el nivel apropiado y tipo de cimentación para las diferentes estructuras que componen la estructura la capacidad portante admisible del suelo y cálculo de asentamientos.

Finalmente, se presenta el alcance y limitaciones del presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones de diseño y construcción para la cimentación de las estructuras.

1.1. OBJETIVO

Realización del Estudio de Suelos para el proyecto **Vulnerabilidad y Refuerzo de la I.E.D. El Vino,** con propósito de la posible adecuación de su estructura, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el ***Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.*** Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 y sus modificatorias.

1.2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

En el presente informe se consigna la información geotécnica obtenida en los trabajos de investigación del subsuelo, extracción de muestras –"alteradas" e "inalteradas"-, identificación visual, ensayos de campo. ensayos de laboratorio para los suelos y formaciones existentes en el área del proyecto con el fin de aportar un concepto preliminar y recomendaciones previas para el desarrollo de los trabajos a efectuar y permita la ejecución a cabalidad del proyecto en mención.

Con base en la información descrita anteriormente se realizará una revisión a la cimentación para la estructura que componen el proyecto, asimismo, se determinará la capacidad portante admisible del suelo sus asentamientos totales entre otros, adicionalmente se tendrán en cuenta los resultados y trabajos realizados anteriormente en el predio, siempre y cuando sean suministrados por la empresa contratante.

2. GENERALIDADES DE LA ZONA DEL PROYECTO

2.1. GENERALIDADES DE LA ZONA DEL PROYECTO

El Municipio de La Vega hace parte del Departamento de Cundinamarca y se encuentra localizado en la provincia del Gualivá a una distancia de 54 kilómetros al noroccidente de Bogotá y limitando con los siguientes municipios: Al norte con los municipios de Vergara y Nocaima, al sur con el Municipio de Facatativá, al occidente con el municipio de Sasaima, al oriente con los municipios de Supatá y San Francisco.

En la actualidad el Municipio de la Vega cuenta con un área total de 155 km^2 distribuida de la siguiente manera; Área Rural 153,46 km^2, Área Urbana 1,48 km^2, para un total de 154,94 km^2.

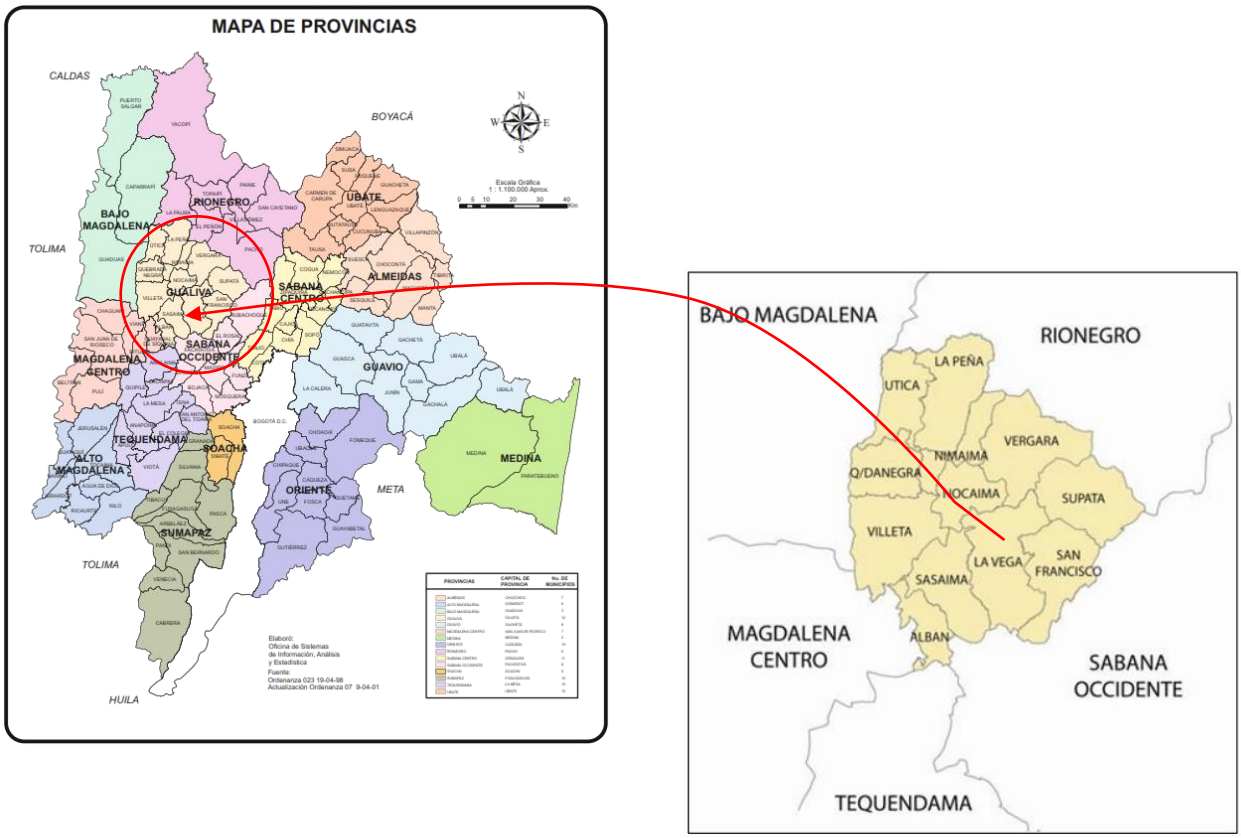


Figura 1 Municipio de La Vega – En la Provincia Guavilá - Departamento Cundinamarca
Fuente: Mapa de Provincias Gobernación de Cundinamarca

En cuanto a la división política se establecen veinticinco (25) veredas definidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) vigencia 2012, las siguientes son las veredas del municipio de La Vega: El Chupal, Petaquero, La Esmeralda, Guarumal, La Huerta, Laureles, Cacahual, Ucrania, La Libertad, Hoyagrande, Centro, San Juan, La Patria, El Rosario, San Antonio, Naguy, Minas, El Chuscal, Tabacal, El Cural, Sabaneta, La Cabaña, Llano Grande, El Dintel, Bulucaima, con los

siguientes sectores: El Moro, La Cima, Tierras Viejas, La Florida, La Alianza y Centros Poblados como: Patio Bonito y El Vino.

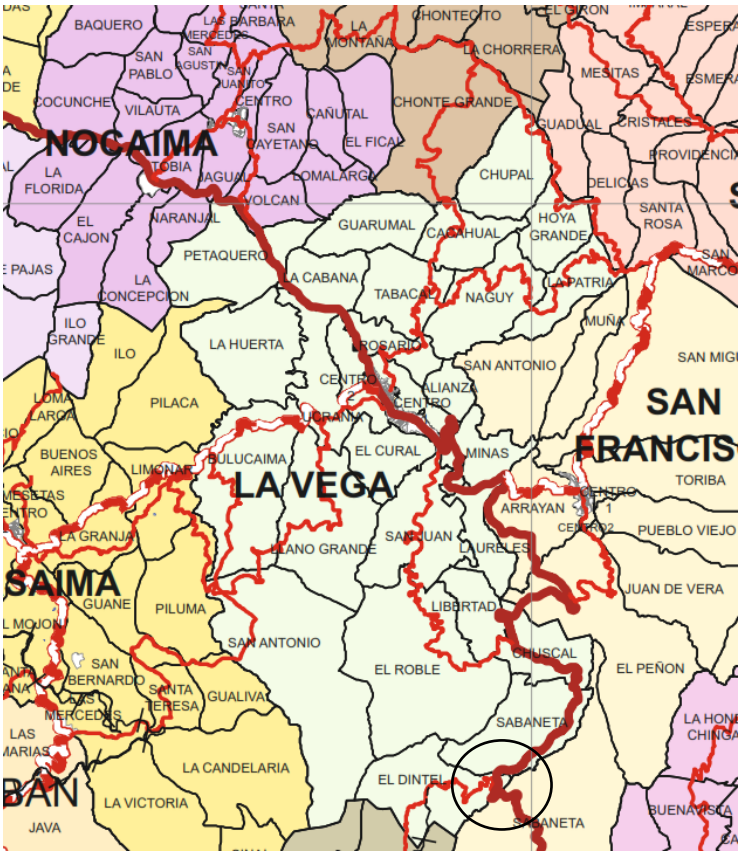


Figura 2 Municipio de La Vega – División Política – Localización Zona del Proyecto
Fuente: Mapa División Político Administrativo Departamento de Cundinamarca - Gobernación de Cundinamarca

2.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

2.2.1. Geología

El municipio de La Vega se encuentra ubicado sobre el supraterreno de la cordillera Oriental colombiana, y conforma parte de su zona central y su flanco occidental, caracterizado por ser una secuencia de rocas sedimentarias de origen marino y fluvial, invertidas y levantadas por procesos geotectónicos de escala regional. Las unidades de rocas que afloran en la zona comprenden litologías variadas granulares como, arcillolitas, limolitas, arenitas y calizas con edades que van desde el Cretácico tardío, formación Trincheras del Barremiano- Aptiano, hasta depósitos cuaternarios no consolidados asociados a depósitos aluviales, coluviales y fluvioglaciares, generados por procesos morfodinámicos, hasta el tiempo actual.

Estructuralmente se encuentra en una zona compleja de fallas inversas, normales y de rumbo, con fallas satélites que afectan en su mayoría la secuencia estratigráfica de la zona, y en donde resaltan plegamientos regionales como el sinclinorio de la sabana de Bogotá y el anticlinorio de Villeta. De esta manera, es preciso resaltar que, dadas las configuraciones litológicas y estructurales del municipio de la Vega, se caracteriza la zona de estudió como una región compleja con rocas en su mayoría blandas, poco competentes dominadas por una tectónica fuerte de fallamientos y plegamientos que generan una alta inestabilidad en el terreno.

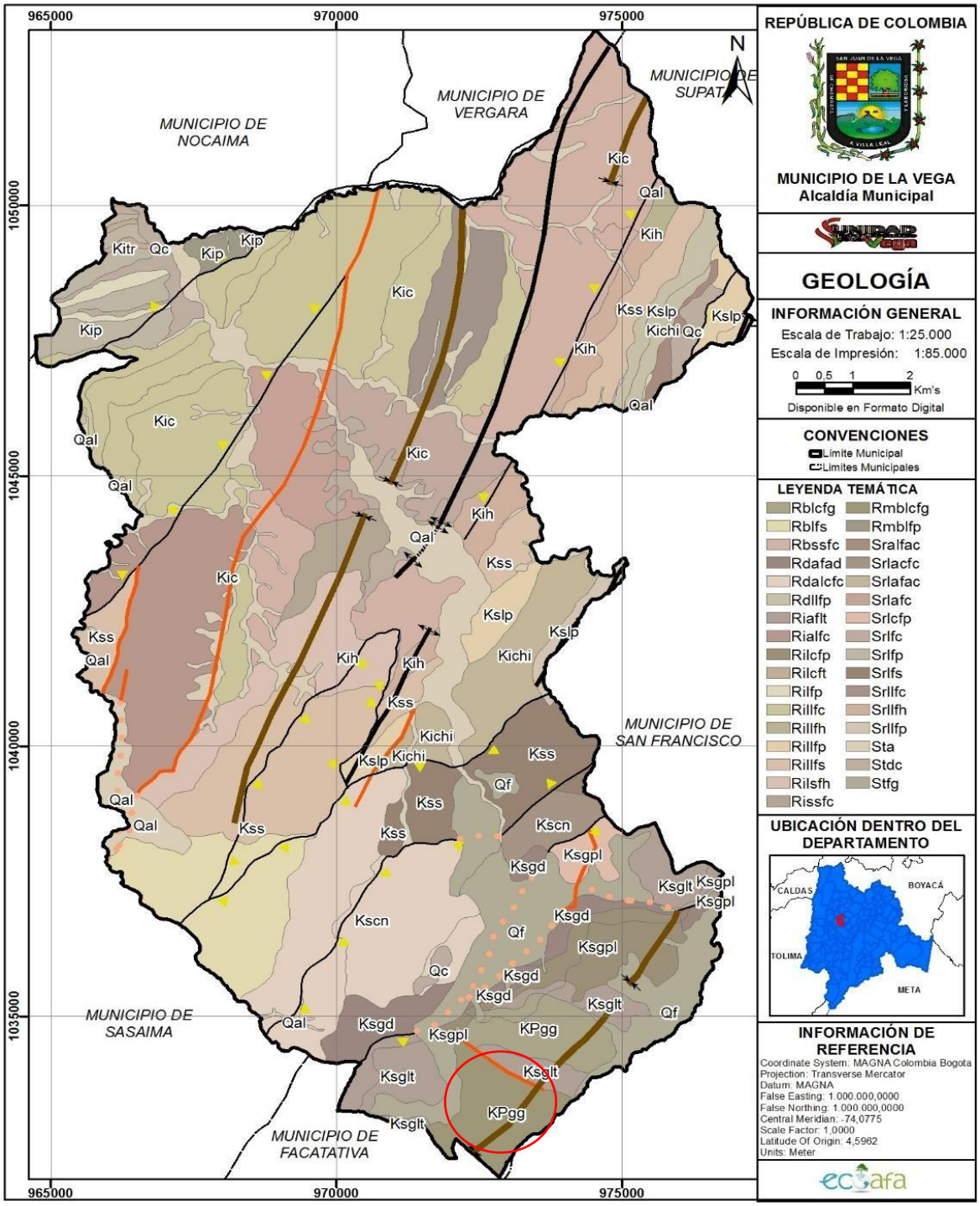
2.2.2. Geología Zona del Proyecto:

Paleógeno: • Formación Guaduas (KPgg)

Secuencia sedimentaria de aproximadamente 480 m de espesor constituida por intercalaciones de arcillolitas carbonosas, capas medias de arenitas cuarzosas, y limolitas grises con menor predominancia y espesor, y ocasionalmente capas de carbón de hasta 70 cm (Hubach, 1957). Se le asigna una edad del Mastrichtiano superior- Paleoceno, basado en datos palinológicos (Van Der Hammen, 1958). Esta unidad se observa en los taludes rocosos altos que han sido cortados por el proyecto de la doble calzada hacia Bogotá. Su estabilidad depende de la aptitud estructural respecto a los cortes de los taludes.

Geotécnicamente esta unidad corresponde a rocas con dureza media, y competencia media al ser rocas cuarzosas, lo que la hace una unidad con estabilidad media y con susceptibilidad de fenómenos de caída en pendientes y laderas moderadas y altas en donde se presente un alto grado de meteorización y fallamiento. Sin embargo, es de resaltar que puede presentarse inestabilidad en zonas en donde las arcillolitas carbonosas predominen en espesores apreciables. Además, esta unidad presenta unas características
hidrogeológicas media- buena como acuífero al contener rocas tipo sello como arcillolitas y limolitas de permeabilidad baja, y a su vez roca reservorio con capas de espesor media de arenitas de grano fino y medio con buena porosidad efectiva, buena permeabilidad, y buena capacidad para almacenar agua.

Figura 3 Geología Presente en la zona del Proyecto
Fuente: Mapa Geológico de Alcaldía Municipio de La Vega



Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

2.2.3. Geomorfología

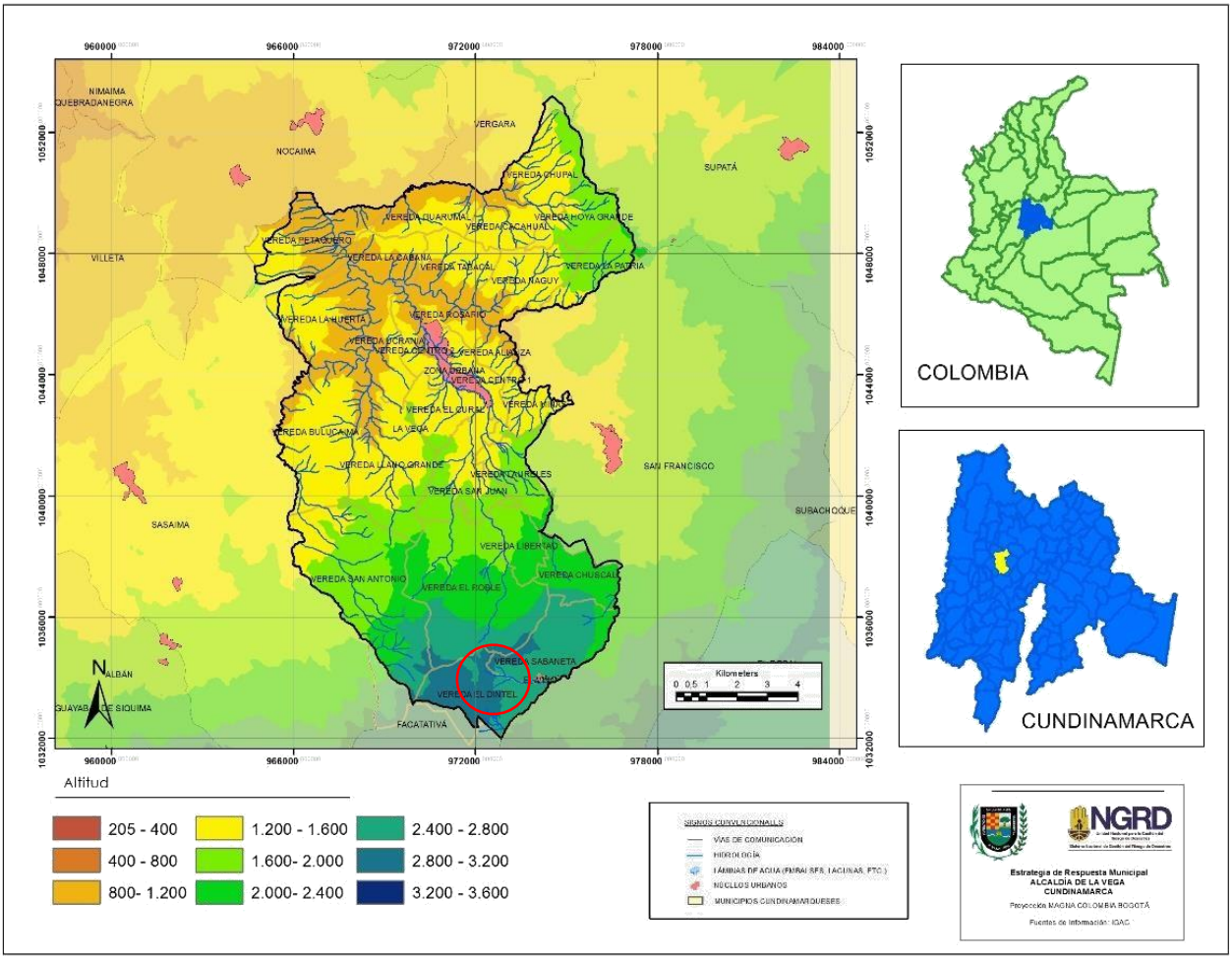


Figura 4 Altura promedio s.n.m. - Zona del Proyecto
Fuente: Mapa Relieve de Alcaldía Municipio de La Vega

La geomorfología del municipio de La Vega está determinada por la superficie de los terrenos ondulados a quebrados, destacados por la heterogeneidad geológica y topográfica, de las pendientes que existen en el territorio y se identifican, seis paisajes geomorfológicos, a partir del análisis de perfiles de suelos encontrados en el territorio.

Montaña: Paisaje con relieves desde inclinados hasta escarpados, ocupa la mayor proporción dentro del municipio, se distribuye en las veredas Petaquero, La Huerta, Bulucaima, San Antonio, Llano Grande, El Cural, Centro, Ucrania, La Cabaña, Guarumal, Cacahual, El Chupal, Naguy, Hoya Grande, La Patria, El Rosario, La Alianza, Minas, Laureles, El Chuscal, El Roble, Sabaneta y El Dintel.

Abanico: Es el segundo paisaje geomorfológico más extenso después del paisaje de montaña proveniente de la confluencia de cursos hídricos menores de la zona alta principalmente a los ríos San Juan y Perucho, este paisaje se ubica en la vereda El Roble en la parte sur de la vereda San Juan, en la vereda Libertad y en la zona norte del Dintel.

Colina: En el municipio se caracteriza este paisaje por su forma ondulada cubierta de manera general por pastizales no manejados, asociados con áreas de arbustos y árboles, dispersos. Se ubica al sur del municipio en la vereda El Dintel.

Valle: En el territorio corresponde a un paisaje de topografía inclinada formado al pie de la montaña. Se ubica al sur y oriente del municipio en la zona central de la vereda Dintel, en la parte nororiental del Chuscal y al norte de la vereda Ucrania.

Terraza: en la parte central del municipio entre las veredas San Juan, El Cural y Centro. Sobre este tipo de paisaje se extiende la cabecera municipal.

Vega: ubicado al norte del municipio, enmarcado el cauce del Río Tabacal, se distribuye por las veredas Petaquero, La Huerta, La Cabaña, Tabacal, Ucrania, Bulucaima, Rosario y Naguy.

2.3. CLIMA

El municipio de La Vega se encuentra ubicado en varios pisos térmicos, los cuales se determinan según la altitud de ubicación de las diferentes veredas, lo que establece la diferencia de temperaturas promedio en los diferentes sectores municipales.

Con base en el índice Caldas ideada por el colombiano Francisco José de Caldas en 1802, donde consideró únicamente la variación de la temperatura en función de la altura con respecto al nivel medio del mar, se generó el mapa de temperatura según el índice Caldas para el municipio de La Vega, Cundinamarca; en donde unas de las principales características es que con el 73,39% de área del municipio el piso térmico predominante es el Templado.

Clima Frío Húmedo: Se encuentra ubicado en una altitud de 2000 a 3000 m.s.n.m., con una temperatura media de 12 a 18°C, con un promedio de precipitación media anual por debajo de 1900 msnm, en este se encuentran las veredas Dintel, Sabaneta, Chuscal, El Roble, San Antonio y parte de la Libertad.

Clima Templado Húmedo: Se encuentra ubicado en una altitud de 1000 a 2300 m.s.n.m., con una temperatura media de 18 a 22°C, con un promedio de precipitación media anual por debajo de 2000 msnm, en este se encuentran las veredas Minas, Laureles, Cural, Llano Grande, Bulucaima, Chupal, Hoya Grande, Patria, Cacahual, Guarumal, Tabacal y parte de la Cabaña.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO OBJETO DEL ESTUDIO DE SUELOS

Cuenta con vías de acceso en buenas condiciones, servicios públicos y predio delimitado por lindero perimetral. La I.E.D. El Vino, en general está catalogado con grupo de importancia III, y de acuerdo con el peritaje estructural las estructuras objeto del estudio: depósito y aula, no cuentan con un sistema estructural adecuado ni aprobado por el reglamento colombiano de construcción sismorresistente NSR-10. Estas dos estructuras son de un nivel, y se encuentran en uso. El lote de terreno donde se ubica el proyecto es de forma irregular, topografía irregular (pendientes entre el 0 y < 1%). De acuerdo con la información suministrada por el personal encargado del proyecto las instalaciones continuarán siendo para uso institucional.

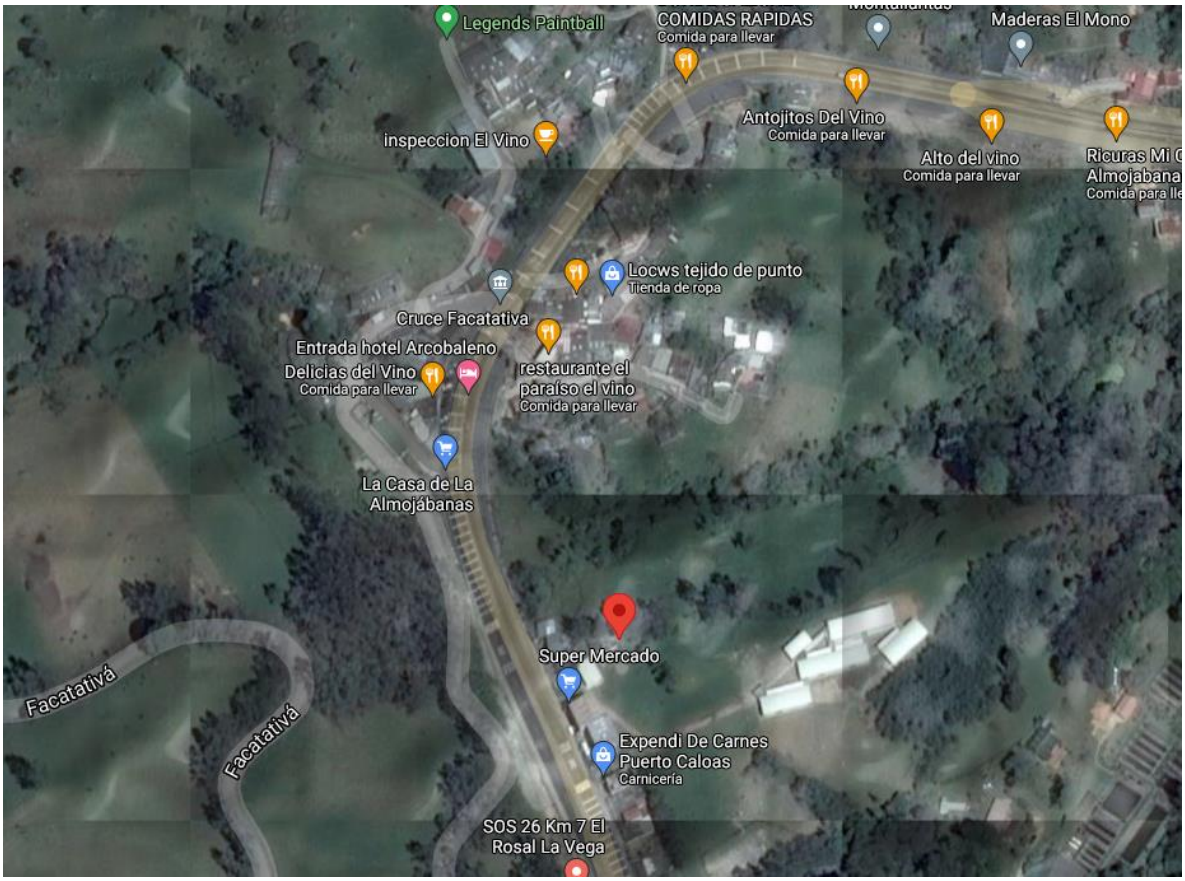


Figura 5 Localización del Predio Objeto del Proyecto
Fuente: Planos del Proyecto



Figura 6 Localización de las Estructuras Objeto del Proyecto en I.E.D El Vino
Fuente: Planos del Proyecto



Fotografía 1 - Estructura– Salones y Bodega Objeto del Proyecto
Fuente: Visita Inicial del Proyecto

4. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

4.1. CRITERIOS PARRA DETERMINAR EL PLAN DE EXPLORACIÓN

El número y profundidad de los sondeos fueron determinados según lo dispuesto por las Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR – 10), teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

• **Carga Máxima:** según la información del análisis estructural, la carga máxima (viva – muerta) por columna no excede las 80 ton por columna y la estructura es de máximo tres (3) pisos, por lo tanto, según la tabla H.3.1-1, la categoría de la unidad de construcción es baja.

• **Número Mínimo de Sondeos – Profundidad:** Según la tabla H.3.2-1, se requieren realizar tres (3) sondeos a una profundidad máxima de 6,0 m lineales por unidad de construcción. De igual forma se considerará durante la ejecución el ítem H.3.2.5 (d) Profundidad de los sondeos, en los casos donde se encuentre roca firme o capas de suelo firme asimilables a roca, si la estructura es de categoría baja el sondeo puede suspenderse al llegar a este material, se considera rechazo cuando el número de golpes del ensayo SPT sea mayor a 50 golpes por pie.

TABLE: Pier Forces												
Story	Pier	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
							kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
Story1	P1	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,138	0,0003	0,0004	-0,0001	-0,0049	-0,0007
Story1	P1	CMUERTA	Combination			Bottom	-3,4647	0,004	0,0004	-0,0002	-0,0049	0,0024
Story1	P2	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-1,3929	-0,0082	0,0059	-0,1057	0,0076	-0,2378
Story1	P2	CMUERTA	Combination			Bottom	-22,9107	0,0336	0,0063	-0,0964	0,0085	-0,1101
Story1	P3	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,3511	-0,1545	0,0001	-0,0044	0,004	-0,1869
Story1	P3	CMUERTA	Combination			Bottom	-5,561	-0,1511	0,00004753	-0,0061	0,0041	-0,1874
Story1	P4	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-1,9196	0,0606	-0,0003	0,0003	0	-0,001
Story1	P4	CMUERTA	Combination			Bottom	-10,1304	0,0817	-0,0003	0,0003	0	0,0525
Story1	P5	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,4161	-0,178	0,00003623	0,0059	-0,0012	-0,2078
Story1	P5	CMUERTA	Combination			Bottom	-6,0493	-0,171	-0,0002	0,0047	-0,0012	-0,2018
Story1	P6	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,3764	0,0946	-0,00001552	0,00002213	7,726E-06	0,1216
Story1	P6	CMUERTA	Combination			Bottom	-1,9457	0,0956	-0,00001882	4,449E-06	-5,173E-07	0,1229
Story1	P7	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-2,1356	0,0501	-0,0002	0,0146	-0,0001	-0,7753
Story1	P7	CMUERTA	Combination			Bottom	-20,3629	0,0311	0,0002	0,0096	0,0002	-0,8155
Story1	P8	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-3,5892	-0,486	-0,00004761	0,0044	-0,0001	-0,2869
Story1	P8	CMUERTA	Combination			Bottom	-19,5171	-0,5678	-0,0001	0,004	-0,0001	-0,3693
Story1	P9	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-1,1646	0,6715	-0,0000364	-0,00001364	-0,0000457	0,6578
Story1	P9	CMUERTA	Combination			Bottom	-6,5028	0,6978	-0,00004851	8,432E-06	-0,0001	0,6905
Story1	P10	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-2,0144	-0,3247	-0,0003	0,0004	-0,0007	-0,0378
Story1	P10	CMUERTA	Combination			Bottom	-17,3466	-0,3479	-0,0008	0,0014	-0,0013	-0,1156
Story1	P11	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-2,1753	0,2933	-0,0001	-0,0001	-0,0002	-0,189
Story1	P11	CMUERTA	Combination			Bottom	-18,9472	0,3157	-0,0006	-0,0012	-0,0008	-0,1007
Story1	P12	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-2,1423	-0,1293	0,0074	0,0157	-0,003	-0,392
Story1	P12	CMUERTA	Combination			Bottom	-40,5421	-0,2084	0,0079	0,0145	-0,0025	-0,6328
Story1	P13	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,515	0,129	-0,0007	-0,0151	0,0137	0,1333
Story1	P13	CMUERTA	Combination			Bottom	-7,3354	0,1442	-0,0005	-0,0135	0,0141	0,1601
Story1	P14	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,6087	0,1003	0,021	0,0057	0,0124	0,0732
Story1	P14	CMUERTA	Combination			Bottom	-10,1304	0,1295	0,024	0,0073	0,0155	0,1315
Story1	P15	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-3,1423	-0,0641	-0,0011	0,0011	-0,0006	-0,0765
Story1	P15	CMUERTA	Combination			Bottom	-16,3365	-0,0766	-0,001	0,0006	-0,0005	-0,0815
Story1	P16	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-3,294	0,0862	0,0018	0,0122	0,0016	-0,1729
Story1	P16	CMUERTA	Combination			Bottom	-16,4971	0,105	0,0018	0,0148	0,0017	-0,1508
Story1	P17	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,2931	0,1535	5,628E-06	-0,00001272	0,00001781	0,1919
Story1	P17	CMUERTA	Combination			Bottom	-2,6991	0,1652	-4,925E-06	-0,0001	-0,00001218	0,2084
Story1	P18	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,5839	-0,0256	-0,0001	0,0001	-0,0001	-0,0323
Story1	P18	CMUERTA	Combination			Bottom	-3,0166	-0,0176	-0,0001	0,00004007	-0,0001	-0,0208
Story1	P19	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-1,9613	-0,1966	-0,0086	-0,0964	0,00002126	0,5251
Story1	P19	CMUERTA	Combination			Bottom	-40,3084	-0,2373	-0,0088	-0,0832	0,0001	0,3691
Story1	P20	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,2402	-0,0587	-0,0009	0,0116	-0,0003	0,0194
Story1	P20	CMUERTA	Combination			Bottom	-15,2966	-0,0089	-0,0016	0,01	-0,0011	0,1218

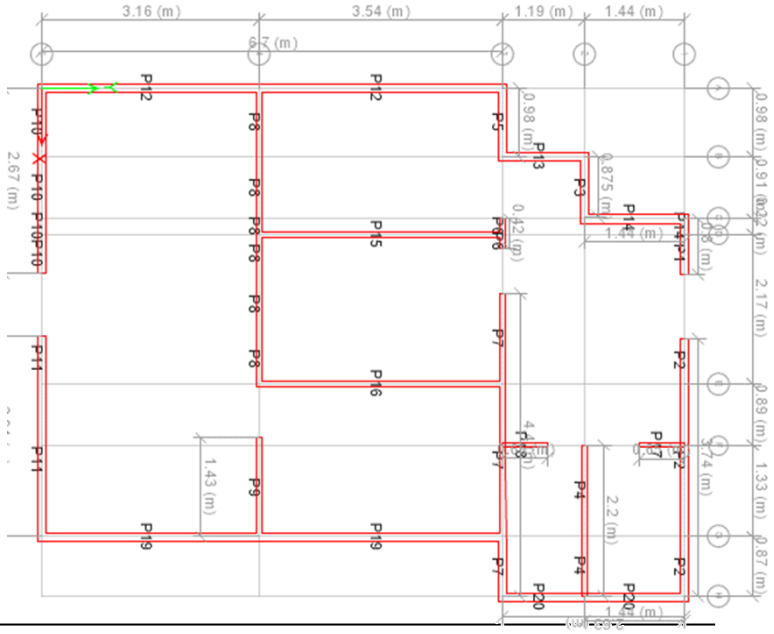
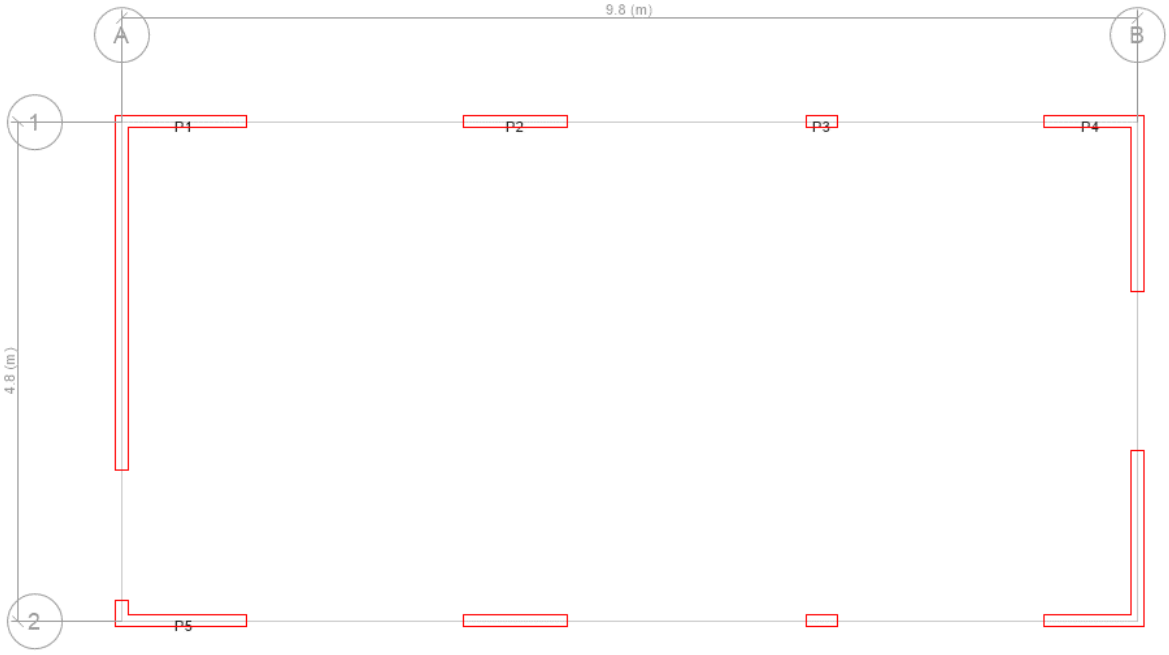


Tabla 1 Tabla de Cargas del Proyecto Estructura 2
Fuente: Ingeniero Estructural Encargado del Proyecto

Tabla 2 Tabla de Cargas del Proyecto Estructura 1
Fuente: Ingeniero Estructural Encargado del Proyecto

Forces											
Pier	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
						tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
P1	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,0609	0,019	0,0001	-0,000025	-0,00002306	0,0137
P1	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,7616	0,0187	0,0001	-0,00002628	-0,00002415	0,013
P2	VIVACUB	LinStatic			Bottom	0	-0,0027	0	9,226E-06	0	-0,0071
P2	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,5839	-0,0027	0	9,027E-06	0	-0,0072
P3	VIVACUB	LinStatic			Bottom	0	-0,0001	0	4,908E-06	0	-0,0002
P3	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,1752	-0,0001	0	4,885E-06	0	-0,0002
P4	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,1129	-0,037	0,0002	0,0001	0,0001	-0,0467
P4	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,6391	-0,037	0,0003	0,0001	0,0001	-0,0466
P5	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,1581	0,0584	-0,0003	0,0002	-0,0001	0,0589
P5	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,8604	0,0589	-0,0003	0,0002	-0,0001	0,059
P6	VIVACUB	LinStatic			Bottom	0	-0,0014	0	0,00002157	0	-0,0036
P6	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,5839	-0,0014	0	0,00002216	0	-0,0036
P7	VIVACUB	LinStatic			Bottom	0	-0,00001946	0	7,342E-06	0	-0,0001
P7	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,1752	-0,00001517	0	7,534E-06	0	-0,00003989
P8	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,116	-0,0361	-0,0003	-0,0001	-0,0002	-0,0432
P8	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,6423	-0,0362	-0,0003	-0,0001	-0,0002	-0,043
P9	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,913	0,0336	-0,0002	-0,0003	-0,0001	-0,2701
P9	CMUERTA	Combination			Bottom	-2,8805	0,034	-0,0002	-0,0002	-0,0001	-0,2722
P10	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,0441	-0,0231	-0,00003313	5,188E-06	-0,00001035	-0,0304
P10	CMUERTA	Combination			Bottom	-0,1615	-0,0234	-0,00003243	5,145E-06	-8,612E-06	-0,0307
P11	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,4751	0,1366	0,0002	0,0002	0,0002	0,1144
P11	CMUERTA	Combination			Bottom	-1,439	0,1382	0,0002	0,0002	0,0002	0,1162
P12	VIVACUB	LinStatic			Bottom	-0,472	-0,1467	0,0002	-0,0001	0,0001	-0,1387
P12	CMUERTA	Combination			Bottom	-1,4358	-0,1485	0,0002	-0,0001	0,0001	-0,1408



Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

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 Construcción por Categorías
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR10) – Título H.

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

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 – Profundidad Unidad de Construcción
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR10) – Título H.

Teniendo en cuenta los ítems anteriores, se estableció que para dar cumplimiento al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR10) – Título H, se desarrollaría el siguiente programa de exploración del subsuelo:

NÚMERO DE SONDEOS	PROFUNDIDAD MÁXIMA (ml)	MÉTODO PERFORACIÓN
4	6,0	Equipo Barreno Manual por el Método de Rotación

Tabla 5 Programa de Exploración del Subsuelo Aplicable al Proyecto
Fuente: Definido por Ingeniero Especialista Asignado al Proyecto

4.2. FASE DE EXPLORACIÓN DEL PROYECTO

Para determinar la estratigrafía predominante en el sector se realizaron cuatro (4) sondeos con barreno de accionamiento manual, hasta las profundidades máximas indicadas en la tabla siguiente, profundidades a las cuales hubo rechazo con el ensayo SPT cumpliendo con la NSR-10; los sondeos fueron distribuidos en el área del terreno a fin de dar una cobertura total al área en cuestión; dichas perforaciones se realizaron con equipo barreno manual por el método de rotación recuperando muestras inalteradas con los muestreadores tipo *Split Spoon*, según características de suelos encontrados; se efectuó muestreo cada metro o cada vez que cambió el estrato, para los ensayos de clasificación, resistencia y compresibilidad, como se aprecia en los esquemas de estratigrafías presentadas en el *Anexo 1- Registros de exploración sondeos realizados dentro del programa de exploración e investigación del subsuelo.* En campo los sondeos fueron definidos como *(S-1)* al *(S-4),* en la siguiente tabla se relacionan las profundidades y las coordenadas de ubicación en campo para cada uno de ellos:

Numeración Sondeos	Profundidad Máxima (ml)*1	Coordenadas Localización (N-W)
S-1	2.00	4.90155 º-74.31109 º
S-2	2.95	4.90149 º-74.31115 º
S-3	5.00	4.90157 º-74.31123 º
S-4	3.20	4.90160 º-74.31121 º

**1 Profundidad máxima de la perforación o donde se evidenció rechazo con el ensayo SPT.*

Tabla 6 Profundidad (ml) y Coordenadas de Localización (N-W) del Programa de Exploración del Subsuelo Ejecutado
Fuente: Registro Perforación Trabajo de Campo

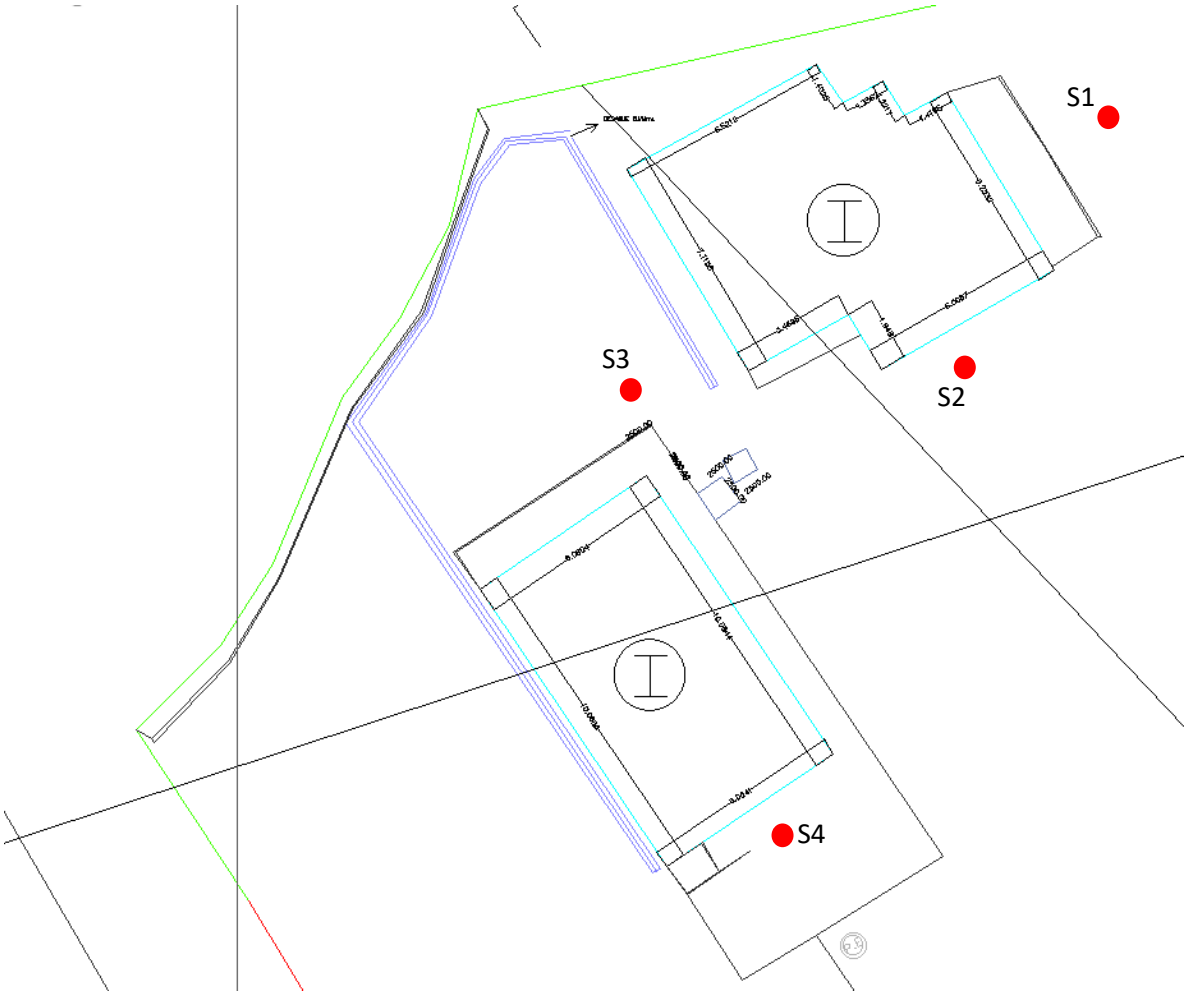


Figura 7 Localización de Sondeos – Estructuras objeto del Proyecto
Fuente: Registro Perforación Trabajo de Campo

Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

Fotografía 2 - 3 - 4 - 5 Toma de muestras *in-situ* Exploración del Subsuelo
Fuente: Trabajo de Campo









Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

5. ENSAYOS DE LABORATORIO – CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

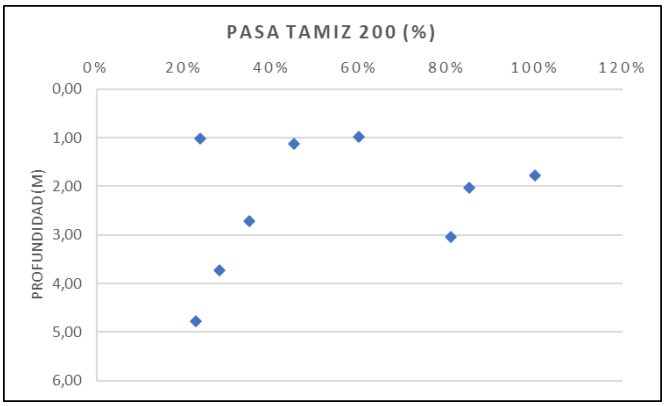
Dentro del terreno objeto de estudio se encuentran suelos que presentan una homogeneidad en comportamiento geotécnico, las muestras se obtuvieron mediante muestreadores tipo Shelby y/o Split Spoon, en las que posteriormente se realizaron ensayos de laboratorio, definidos por las Normas NTC por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, Invías y de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales ASTM, a las cuales se hace referencia en el Capítulo H.2 de la NSR – 10.

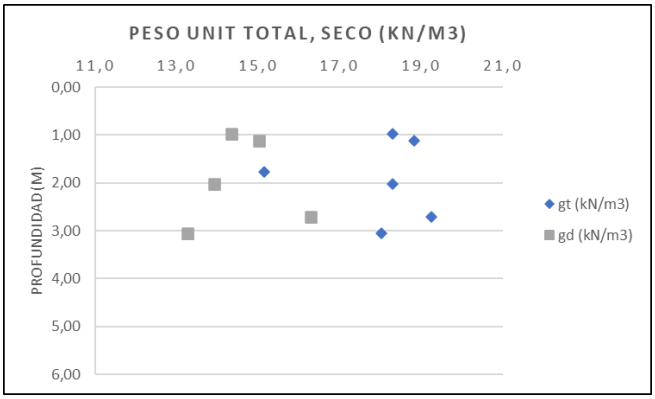
Para los edificios anexos, se realizaron ensayos de laboratorio sobre un total de ***nueve (9),*** los resultados de cada uno de ellos se encuentran en el *Anexo 2 - Resultados de ensayos de laboratorio.* Los suelos encontrados una vez analizados los resultados de laboratorio son ***arenas limo arcillosas*****,** a continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos:

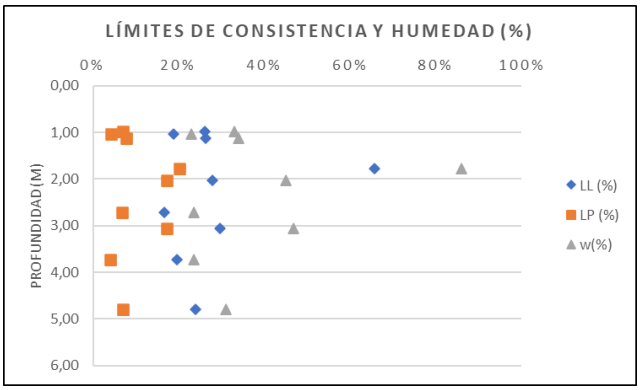
Sondeo	Muestra		Profundidad		Descripción	USCS	% Humedad	Límites			Pasa T200	Ym (gr/cm³)	Yd (gr/cm³)	Cu (Kg/cm²)
	#	Tipo	De	A				LL (%)	LP(%)	IP(%)				
1	3	SPT	1,60	1,95	Limo de alta plasticidad café claro, vetas grises con oxidaciones	MH	62,8	85,9	65,7	20,2	100,0	1,52	0,93	1,12
2	2	SPT	0,75	1,20	Limo de baja plasticidad arenosa con gravas, café claro, vetas oscuras con	ML	27,6	33,0	26,0	7,0	59,8	1,83	1,43	0,69
2	4	SPT	2,50	2,93	Arena arcillosa - arena limosa habana, vetas cafes con oxidaciones	SC-SM	18,2	23,5	16,7	6,9	34,8	1,92	1,63	0,58
3	2	SPT	0,80	1,25	Arena arcillosa - arena limosa con gravas, café claro raices	SC-SM	14,8	23,0	18,7	4,3	23,6			
3	3	SPT	1,80	2,25	Limo de baja plasticidad con arena, café claro vetas negras	ML	31,4	45,0	27,8	17,2	85,0	1,83	1,39	0,58
3	4	SPT	3,50	3,95	Arena arcillosa - arena limosa con gravas, habana oxidaciones	SC-SM	18,7	23,6	19,5	4,0	28,0			
3	5	SPT	4,60	4,97	Arena limosa con gravas, habana, vetas rojizas oxidaciones	SM	21,2	30,9	24,0	7,0	22,7			
4	2	SPT	0,90	1,35	Arena limosa con gravas, café claro oxidaciones	SM	25,4	33,9	26,2	7,7	44,9	1,88	1,50	0,77
4	4	SPT	2,90	3,20	Limo de baja plasticidad con arena y gravas café claro, vetas grises oxido raices	ML	35,8	46,8	29,7	17,1	80,9	1,80	1,33	0,48

Tabla 7 Cuadro resumen de Resultados de los Ensayos de Laboratorios Realizados
Fuente: Resultados Ensayos de Laboratorio

Con base en los resultados laboratorio se tienen las siguientes gráficas de resultados de laboratorios en profundidad:







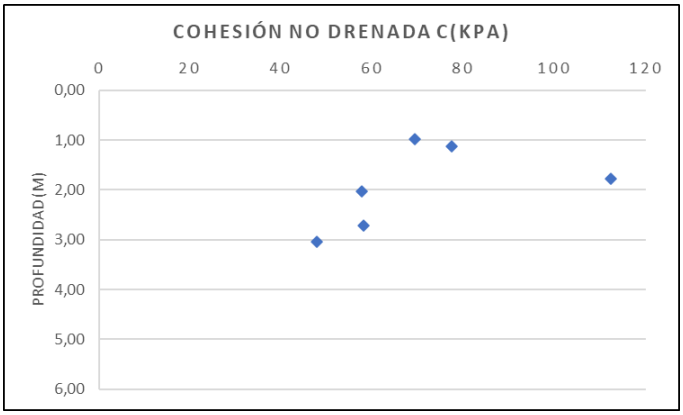


Figura 8 - 9 y 10 *Gráficas de Resultados de laboratorios en profundidad*
Fuente: Equipo Consultor

6. ESTRATIGRAFÍA PROMEDIO

Con base en los resultados derivados de la etapa de exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio, cuyos resultados se muestran en el *Anexo 2 - Resultados de ensayos de laboratorio,* se estableció como secuencia estratigráfica para el área del proyecto la referenciada en a continuación.

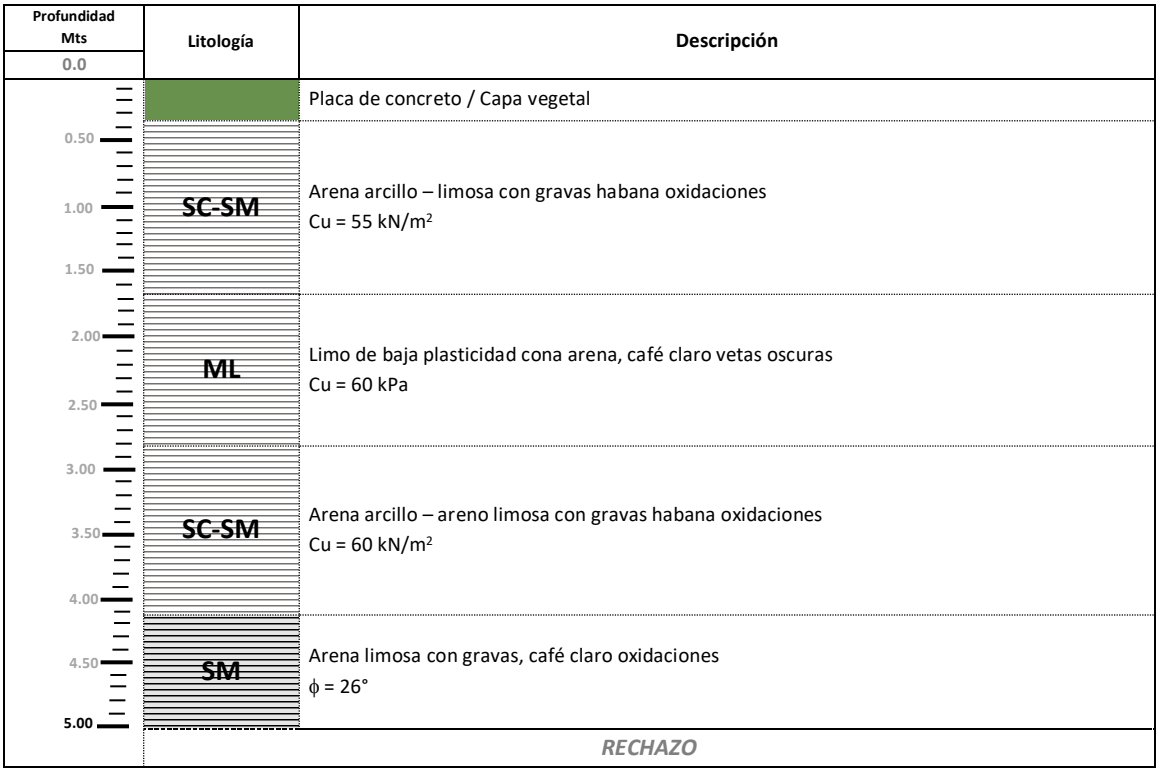


Tabla 8 Estratigrafía Promedio Zona del Proyecto
Fuente: Equipo Consultor

7. NIVEL FREÁTICO

El nivel freático no se registró durante la exploración, en el momento de las excavaciones puede aparecer niveles de agua en los estratos superiores provenientes de escorrentías de aguas lluvias. Es importante anotar que el nivel de agua está sujeto a cambios ocasionados por fluctuaciones de las condiciones climáticas.

8. SUELOS EXPANSIVOS

Los suelos encontrados son suelos arcillosos de baja plasticidad con índices de plasticidad promedio de 10% y con sobre consolidaciones altas, por tanto, los suelos van a tener potencial de expansión bajo. Por lo anterior, la estructura no va a tener problemas de expansión.

9. SUELOS COLAPSABLES

Los suelos colapsables son suelos aluviales, eólicos, cenizas volcánicas y suelos residuales, los suelos encontrados son suelos arcillo areno gravosos, por tanto, no es colapsable, adicionalmente se verificó y dio:

EVALUACIÓN COLAPSIBILIDAD		
γ_{dcrit} =	$\gamma_w/((1/Gs)+LL)$	
γ_w =	10	kN/m3
Gs =	2,73	
ω =	28%	
γ_d =	14,41	kN/m3
LL =	38,0%	
γ_{dcrit} =	13,40	kN/m3
γ_d/γ_{dcrit} =	**1,08**	**ok**

10. SUELOS DISPERSIVOS

Los suelos dispersivos son las arenas muy finas o limos no cohesivos, tienen vulnerabilidad con el agua, el suelo presente tiene plasticidades y cohesión, por tanto, el suelo no es dispersivo.

11. LICUEFACCIÓN DE SUELOS

La licuación corresponde a la condición en la que el suelo experimenta deformación permanente debido a las altas presiones de poros, lo que induce a unos esfuerzos efectivos cercanos a cero, situación que se presenta por esfuerzos cíclicos, en este caso, debido a un sismo. La licuación se presenta en suelos arenosos pobremente gradados o limos puros, sueltos y saturados.

Las condiciones para que no se presente el fenómeno de licuación en los suelos no cohesivos es:
a) Valor de Nspt corregido es mayor a 25 golpes por pie;
b) El valor de Nspt corregido es mayor a 20 golpes por pie y el contenido de finos es mayor al 10%;
c) El estrato saturado se encuentra a una profundidad mayor a 15 m del nivel del terreno;
d) El contenido de material fino arcilloso es mayor al 20%;
e) El índice plástico es mayor a 10%,
f) La aceleración máxima del suelo es menor a 0.15 g;
g) Los estratos arenosos no estén extendidos y densos. Según Seed et al 1983, Ishijara, K 1977.

El suelo es areno arcillo limoso so con índices de plasticidad promedio de 10%, pasa tamiz #200 de 58% y sin nivel freático, por tanto, el suelo no es susceptible a la licuación.

12. EFECTOS DE PRESENCIA DE VEGETACIÓN

Según las condiciones presentadas en el entorno del terreno, se recomienda mantener los individuos arbóreos no menos de 5 m de distancia de la estructura, estos no deben tener una altura mayor a 3.0 m. Lo anterior con el propósito de evitar afectaciones sobre la vivienda (levantamiento de pisos, asentamientos diferenciales, daño de tuberías, grietas, entre otros).

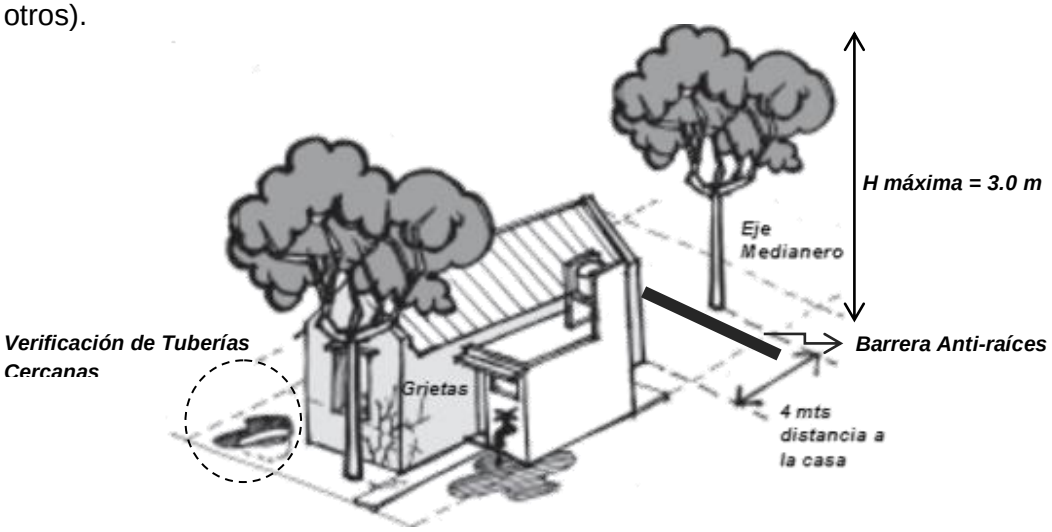


Figura 11 Distanciamiento Mínimo Recomendado para Siembra de Árboles en el Lote del Proyecto
Fuente: Equipo Consultor

Durante la construcción se debe verificar que no quede material vegetal u orgánico debajo de las áreas de cimentación.

Se recomienda considerarse la instalación de barreras anti - raíces con el fin de disminuir el posible efecto de estos sobre la estructura por asentamientos u otro fenómeno asociado.



Figura 12 Modelo de barreras anti - raíces para manejo de arbolado adjunto a estructuras livianas
Fuente: Manejo de Arbolado Urbano – Área Metropolitana Medellín

13. EFECTOS DE PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA

No hay cuerpos de agua a menos de 100 m de distancia del rio, por tanto, no hay problemas en la estructura.

14. DISEÑO GEOTÉCNICO

14.1. CIMENTACIÓN ACTUAL

La cimentación actual es una viga en concreto ciclópeo en una profundidad entre 0.30 m y 0.65 m.

14.1.1. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación está entre 0.3 m y 0.65 m, donde se encuentra el suelo *arena arcillo limosa habana con oxidaciones*.

Para la profundidad de cimentación se encontró unos parámetros de resistencia promedio del suelo para el modelo a utilizar son: el ángulo de fricción interna del material no drenado de 0º y una cohesión no drenada de 55 kPa, los cuales son tomados con el valor promedio del ensayo de compresión inconfinada. Los parámetros usados son:

DISEÑO DE CIMENTACIÓN			
Profundidad de desplante	Df	0,30	m
Condición no drenada			
Parámetros de resistencia	C	55	kPa
	ϕ	0,0	º
Esfuerzo admisible - Meyerhof	$\sigma_{admisible}$	102	kPa
Perfil sísmico del suelo		D	

14.1.2.*Capacidad portante*

El calculó la capacidad portante se realiza sobre un modelo de cimentación de zapata corrida en comportamiento no drenado, estos están consignados en el *Anexo 3- Cálculos.* La capacidad portante admisible resultante de los cálculos es de 102 kPa.

14.1.3. ASENTAMIENTOS

Se verificaron los asentamientos diferenciales con la dimensión de las zapatas asumidas encontradas en la auscultación, la verificación se presenta en el *Anexo 3, el asentamiento máximo encontrado es de 0.8 cm.*

14.2. CIMENTACIÓN DE REFUERZO O NUEVA

En el caso de necesitarse el reforzamiento estructural o construir la estructura nueva se recomienda trabajar con zapatas aisladas.

14.2.1. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación recomendada es de 1.00 m sobre el suelo *arena arcillo limosa habana con oxidaciones*.

Para la profundidad de cimentación se encontró unos parámetros de resistencia promedio del suelo para el modelo a utilizar son: el ángulo de fricción interna del material no drenado de 0º y una cohesión no drenada de 55 kPa, los cuales son tomados con el valor promedio del ensayo de compresión inconfinada. Los parámetros son:

DISEÑO DE CIMENTACIÓN			
Profundidad de desplante	Df	1,00	m
Condición no drenada			
Parámetros de resistencia	C	55	kPa
	ϕ	0,0	º
Esfuerzo admisible - Meyerhof	$\sigma_{admisible}$	119	kPa
Perfil sísmico del suelo		D	

14.3. CAPACIDAD PORTANTE

Para las cargas a soportar y el tipo de suelo se analizó la cimentación con zapatas aisladas que es la más apropiada desde el punto de vista técnico y económico para el sistema estructural usado.

14.3.1. Zapatas aisladas comportamiento no drenado

Se calculó la capacidad portante sobre un modelo de cimentación de zapata aisladas en comportamiento no drenado, estos están consignados en el *Anexo 3- Cálculos.* La capacidad portante admisible resultante de los cálculos es de 119 kPa.

14.4. ASENTAMIENTOS

El asentamiento máximo encontrado es de 1 cm, sin problemas de asentamientos diferenciales, el cálculo de los asentamientos se presenta en el Anexo 3.

15. ASPECTOS SÍSMICOS

Desde el punto de vista sísmico, el suelo clasifica en la Zona de Amenaza Sísmica Intermedia, según las Normas Colombianas de Diseño y Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, con los siguientes coeficientes espectrales:

Departamento de Cundinamarca

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Junín	25372	0.20	0.25	Alta	0.16	0.06
La Calera	25377	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.05
La Mesa	25386	0.15	0.20	Intermedia	0.14	0.06
La Palma	25394	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
La Peña	25398	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
La Vega	25402	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Lenguazaque	25407	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05

Tabla 9 Aspecto Sísmico – Extracto de Municipios del Departamento de Cundinamarca
Fuente: Normas Colombia de Diseño y Construcciones Sismo Resistente NSR-10

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s $\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s 50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	180 m/s > $\bar{v}_s$ IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Tabla 10 Tabla A.2.4-1 – Clasificación de los Perfiles del Suelo
Fuente: Normas Colombia de Diseño y Construcciones Sismo Resistente NSR-10 - Título A

Según la Tabla A.2.4-1 de la NSR-10. el perfil sísmico del suelo es D, ya que el Cu está entre 50 kPa y 100 kPa.

16. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

- En el momento de la ejecución de las obras es necesario programar las actividades de tal manera que las excavaciones abiertas de tal manera que las excavaciones permanezcan abiertas el menor tiempo posible con el fin de evitar la degradación de las propiedades del suelo de fundación por acumulación de agua lluvia y/o de escorrentía.

- Es necesario durante la construcción mantener un equipo de bombeo para evacuar el agua que pueda fluir hacia la excavación.

- Si durante el proceso de excavación se encuentran tramos puntuales en donde se presenten suelos orgánicos o materiales de rellenos de basuras y/o escombros o suelos muy blandos, es necesario retirarlos en su totalidad por material seleccionado tipo *sub-base granular* debidamente compactado, compactándolos al 90% del Proctor modificado.

- Las losas de contrapiso tendrán 10 cm de espesor con refuerzo por temperatura y con concreto de 210 kg/cm^2 (21 MPa). Se debe realizar un relleno con material seleccionado

tipo subbase granular de un mínimo de 15 cm, el cual debe ser compactado al 95% del Proctor modificado.

- Es aconsejable usar concreto pobre para lograr una cota de apoyo superficial.

- Se debe construir vigas de amarre y de enlace, deberán calcularse para no permitir una deformación mayor a L/300 de la luz libre entre ejes de columnas.

- Estas vigas también pueden ser calculadas para tomar una transferencia de carga del 10% de la diferencia de cargas entre columnas contiguas.

- Los muros interiores que no coincidan con vigas de amarre se pueden apoyar sobre la placa de piso, dejando un pequeño sobreancho y usando refuerzo nominal.

- Se debe construir juntas de dilatación en las zonas de diferentes cargas.

- Es muy importante dejar contra las edificaciones aledañas una junta o espacio vacío, para evitar su arrastre cuando se produzcan asentamientos de la nueva edificación.

- Se deben realizar pruebas hidráulicas para verificar que no se presenten fugas de aguas negras, blancas y lluvia y arreglar las tuberías, el agua libre reduce la resistencia del suelo.

17. LIMITACIONES

Las conclusiones del presente informe se basan en las observaciones realizadas en la exploración sobre los sondeos, además de las informaciones recibidas del proyecto.

Las dimensiones finales de la cimentación de la estructura y demás obras dependerán del resultado de los estudios estructurales definitivos, de igual manera, el presente informe sirve como herramienta fundamental para el diseño del ingeniero calculista, más no conlleva la geometría definitiva para la fundación de las estructuras propuestas.

Si hubiera modificación en el mismo o en el momento de la excavación se llegare a encontrar condiciones diferentes a las reportadas, debe comunicarse oportunamente a la empresa para verificación del Ingeniero Geotecnista encargado del Proyecto. El suelo de cimentación debe ser aprobado por un geotecnista.

Nota (1): Los planos de cimentación producto de las recomendaciones expuestas en el presente informe, serán revisados y aprobados por el Ingeniero Geotecnista, sin dicho visto bueno los planos no tendrán ninguna validez.

Nota (2): La información de exploración y laboratorio corresponde a sitios puntuales, por lo tanto, los perfiles geotécnicos obtenidos son aproximados y establecidos de acuerdo con los perfiles de cada sondeo.

FERNANDO ALBERTO NIETO CASTAÑEDA
MAT. PROFESIONAL NO 25202 3008 CND.
N&G - NIETO GUZMÁN
Ingenieros S.A.S
NIT – 900.762. 802-4

18. ANEXOS

18.1. ANEXO 1 - REGISTROS DE EXPLORACIÓN SONDEOS REALIZADOS DENTRO DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

18.2. ANEXO 2 - RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

18.3. ANEXO 3 - MEMORIAS DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE, ASENTAMIENTOS Y FACTORES DE SEGURIDAD

Memoria de cálculos según Meyerhof actual

Datos de entrada

C=	55	kPa	(Cohesión)	B=	0,40	m	(Ancho del cimiento)
ϕ=	0,00	°	(ángulo de fricción)	L=	10,00	m	(Largo del cimiento)
Df=	0,30	m	(Profundidad de desplante)	q=	0,3	kPa	(Sobre carga)
γ=	18,5	kN/m^3	(Peso unitario del suelo)	z=		m	(Tabla de agua)
N=	17		(Números de golpes)	β=	13,00	°	(Inclinación de la carga)
E=	45	%	(Energía martillo)	α=	0,00	°	(Inclinación del terreno)

Ensayo de penetración estándar corregido

$C_N = (1\ kg/cm^2/q)^{1/2}$ — n_1= E/70

C_N= 5,504818826 — n_1= 0,64286

Nc= $N*C_N*n_1*n2*n_3*n_4$ — n_2= 0,75 L entre 0 a 4m

Nc= 8 — n_3= 0,90 Arena suelta

n_4= 1,00 Tamaño del sondeo

Factores de capacidad portante

Factor de cohesión

Nc= (Nq-1) ctg ϕ

Nc= 5,14

Factor de sobrecarga

Nq= $e^{\pi tan\ \phi} tan^2 (45 + \phi/2)$

Nq= 1,00

Factor de fricción

Nγ= (Nq-1) tan 1,4 ϕ

Nγ= 0,00

Factores de corrección

Factores de forma

Fcs= $1+0,2\ B/L * tan^2(45 + \phi/2)$

Fcs= 1,000

Fqs= $1+0,1\ B/L * tan^2(45 + \phi/2)$

Fqs= 1,000

Fγs= $1+0,1\ B/L * tan^2(45 + \phi/2)$

Fγs= 1,000

Factores de profundidad

Fcd= $1+0,2\ Df/B* tan(45 + \phi/2)$

Fcd= 1,083

Fqd=Fγd 1 si Df/B ϕ = 0

Fqd=Fγd 1+0,1 Df/B* tan(45 + f/2) si Df/B ϕ > 0

Fqd=Fγd 1,000

Factores de inclinación de carga

Fci= $(1-\beta/90^o)^2$

Fci= 0,732

Fqi= $(1-\beta/90^o)^2$

Fqi= 0,732

Fγi= $(1-\beta/\phi)^2$

Fγi= 1,000

Capacidad portante última

σ_{ult}= CNcFcsFcd+qNqFqsFqd+1/2BγNγFγsFγd — Muerta y viva

σ_{ult}= CNcFcdFci+qNqFqdFqi+1/2BγNγFγdFγi — Con sismo

σ_{ult}=	**306,6**	**kPa**	**σ_{ult}=**	**224,4**	**kPa**
	SIN SISMO			**CON SISMO**	

Esfuerzo admisible

Carga muerta y viva

FS= 3,0

σ_{adm}= 102 kPa

Qadm= 408,3 kN

Carga muerta, viva y sismo

FS= 1,5

σ_{adm}= 149 kPa

Qadm= 597,6 kN

Carga muerta y viva mayorada

FS= 2,5

σ_{adm}= 123 kPa

Qadm= 490,0 kN

Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

CALCULO DE ASENTAMIENTOS		
INMEDIATOS		
μ		0,35
Es	(kPa)	54862,5
B	(m)	0,40
q_0	(kPa)	81,67
α		0,85
Si	**(cm)**	**0,01**

CONSOLIDACIÓN	
PESO (kN)	327
ANCHO (m)	0,40
LONGITUD (m)	10,00
Cr	0,03
Cc	0,25
qo' (kPa)	0,33
Δq (kPa)	15,00
eo	3,1
PESO UNIT (kN/m3)	18,50
q adm' (kPa)	102,09
q real' (kPa)	81,67
CHEQUEO	OK

Zm m	Δσ kPa	S cm
0,07	69,54	0,2
0,20	53,38	0,1
0,33	43,11	0,1
0,47	36,01	0,1
0,60	30,82	0,1
0,73	26,85	0,0
0,87	23,73	0,0
1,00	21,21	0,0
1,13	19,14	0,0
1,27	17,40	0,0
1,40	15,92	0,0
1,53	14,65	0,0
		0,7

ASENTAMIENTOS CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA		
C_α		0,0013
ep		2,5
H	(m)	0,8
S	**(cm)**	**0,0**
S TOTAL (cm)=		**0,8**

Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

Memoria de cálculos según Meyerhof

Datos de entrada

C=	55 kPa	(Cohesión)	B=	2,00 m	(Ancho del cimiento)
ϕ=	0,00 °	(ángulo de fricción)	L=	2,00 m	(Largo del cimiento)
Df=	1,00 m	(Profundidad de desplante)	q=	13,3 kPa	(Sobre carga)
γ=	18,5 kN/m^3	(Peso unitario del suelo)	z=	m	(Tabla de agua)
N=	17	(Números de golpes)	β=	13,00 °	(Inclinación de la carga)
E=	45 %	(Energía martillo)	α=	0,00 °	(Inclinación del terreno)

Ensayo de penetración estándar corregido

$C_N = (1\ kg/cm^2/q)^{1/2}$ — n_1= E/70

C_N= 0,867762668 — n_1= 0,64286

Nc= $N*C_N*n_1*n2*n_3*n_4$ — n_2= 0,75 L entre 0 a 4m

Nc= 8 — n_3= 0,90 Arena suelta

n_4= 1,00 Tamaño del sondeo

Factores de capacidad portante

Factor de cohesión

$Nc = (Nq-1)\ ctg\ \phi$

Nc= 5,14

Factor de sobrecarga

$Nq = e^{\pi tan\ \phi} tan^2\ (45 + \phi/2)$

Nq= 1,00

Factor de fricción

$N\gamma = (Nq-1)\ tan\ 1{,}4\ \phi$

Nγ= 0,00

Factores de corrección

Factores de forma

$Fcs = 1+0{,}2\ B/L * tan^2(45 + \phi/2)$

Fcs= 1,200

$Fqs = 1+0{,}1\ B/L * tan^2(45 + \phi/2)$

Fqs= 1,000

$F\gamma s = 1+0{,}1\ B/L * tan^2(45 + \phi/2)$

Fγs= 1,000

Factores de profundidad

$Fcd = 1+0{,}2\ Df/B * tan(45 + \phi/2)$

Fcd= 1,056

Fqd=Fγd 1 si Df/B ϕ = 0

Fqd=Fγd 1+0,1 Df/B* tan(45 + f/2) si Df/B ϕ > 0

Fqd=Fγd 1,000

Factores de inclinación de carga

$Fci = (1-\beta/90^o)^2$

Fci= 0,732

$Fqi = (1-\beta/90^o)^2$

Fqi= 0,732

$F\gamma i = (1-\beta/\phi)^2$

Fγi= 1,000

Capacidad portante última

$\sigma_{ult} = CNcFcsFcd+qNqFqsFqd+1/2B\gamma N\gamma F\gamma sF\gamma d$ — Muerta y viva

$\sigma_{ult} = CNcFcdFci+qNqFqdFqi+1/2B\gamma N\gamma F\gamma dF\gamma i$ — Con sismo

σ_{ult}=	**371,4**	**kPa**	**σ_{ult}=**	**228,1**	**kPa**
	SIN SISMO			**CON SISMO**	

Esfuerzo admisible

Carga muerta y viva			**Carga muerta, viva y sismo**		
FS=	3,0		FS=	1,5	
σ_{adm}=	**119**	**kPa**	**σ_{adm}=**	**143**	**kPa**
Qadm=	477,4	kN	Qadm=	573,0	kN

Carga muerta y viva mayorada

FS=	2,5	
σ_{adm}=	**143**	**kPa**
Qadm=	572,9	kN

Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

CALCULO DE ASENTAMIENTOS		
INMEDIATOS		
μ		0,35
Es	(kPa)	54862,5
B	(m)	2,00
q_0	(kPa)	95,49
α		0,85
Si	**(cm)**	**0,05**

CONSOLIDACIÓN	
PESO (kN)	382
ANCHO (m)	2,00
LONGITUD (m)	2,00
Cr	0,03
Cc	0,25
qo' (kPa)	13,28
Δq (kPa)	15,00
eo	3,1
PESO UNIT (kN/m3)	18,50
q adm' (kPa)	119,36
q real' (kPa)	95,49
CHEQUEO	OK

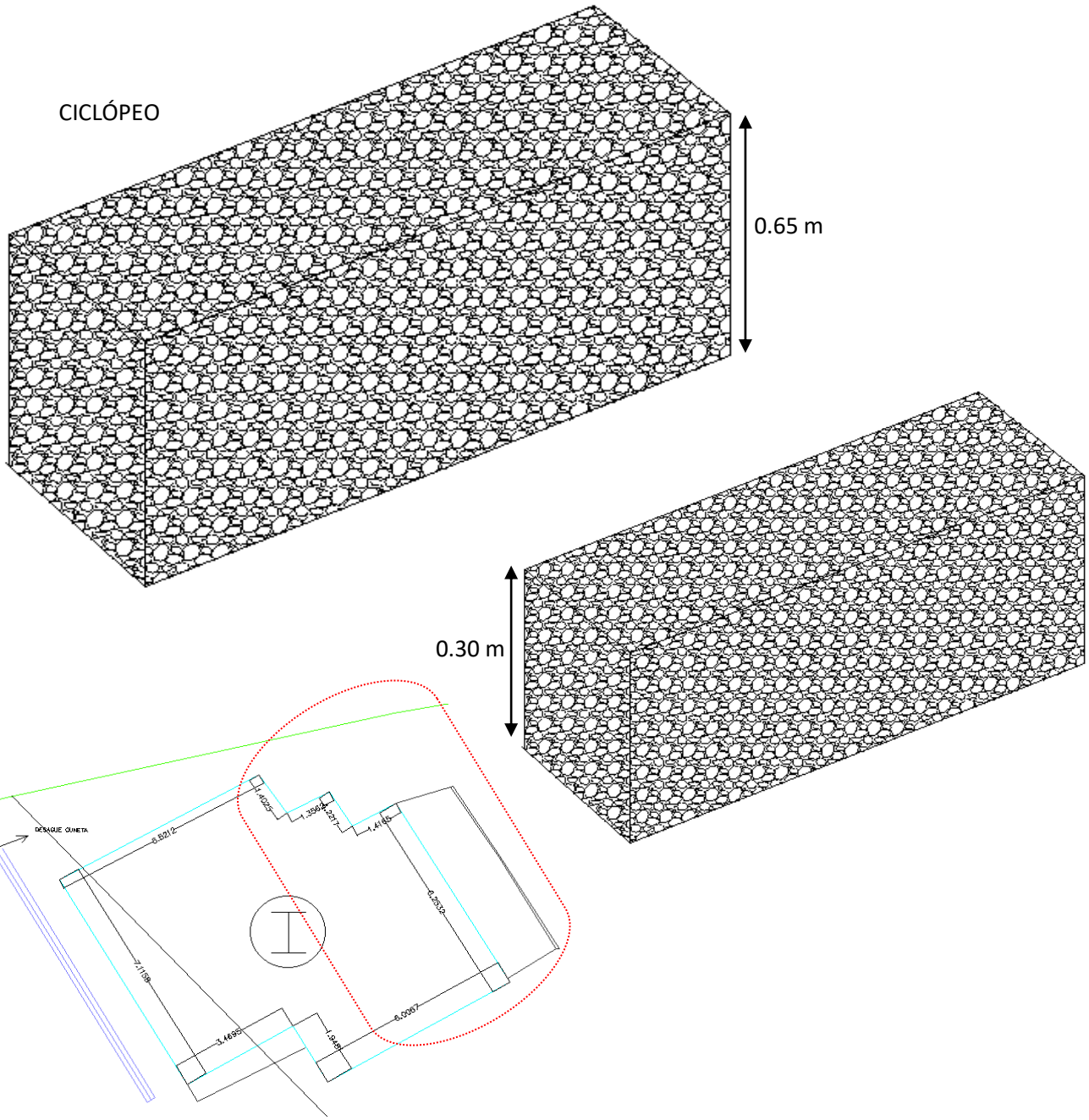
Zm m	Δσ kPa	S cm
0,33	70,16	0,3
1,00	42,44	0,2
1,67	28,41	0,1
2,33	20,34	0,1
3,00	15,28	0,0
3,67	11,89	0,0
4,33	9,52	0,0
5,00	7,80	0,0
5,67	6,50	0,0
6,33	5,50	0,0
7,00	4,72	0,0
7,67	4,09	0,0
		0,9

ASENTAMIENTOS CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA		
C_α		0,0013
ep		2,5
H	(m)	4,0
S	**(cm)**	**0,1**
S TOTAL (cm)=		**1,0**

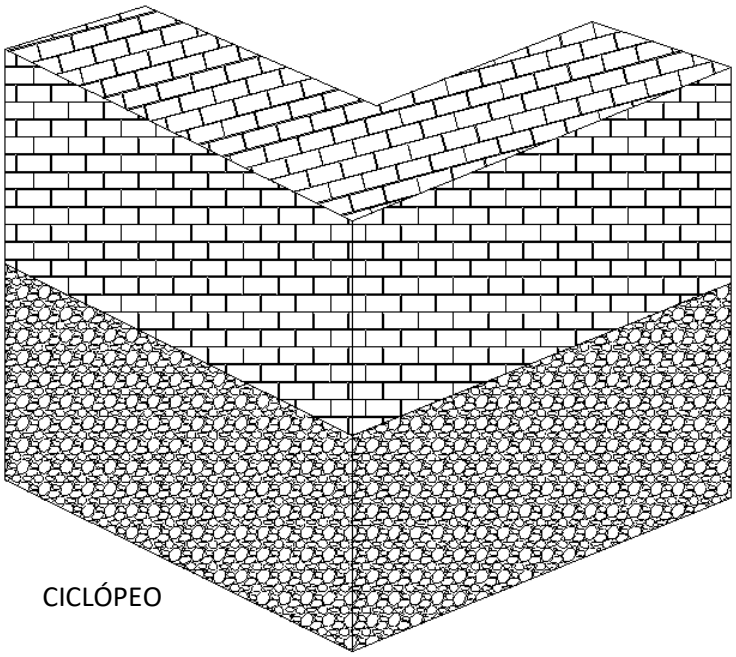
Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

18.4. ANEXO 4 – AUSCULTACIÓN CIMENTACIÓN EXISTENTE

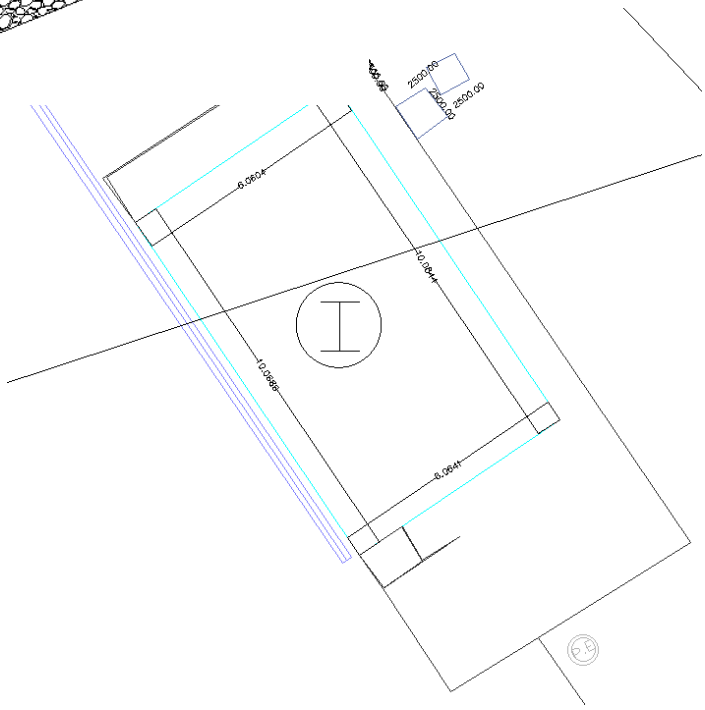
En los apiques encontrados se encontró concreto ciclópeo con diferentes profundidades, en el apique 1 de 37 cm, el apique 2 de 33 cm, el apique 3 de 65 cm y el apique 4 de 30 cm.



Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia



CICLÓPEO



Dirección: Calle 71 N° 14 - 68 Of. 302, Teléfono: Móvil: 320 6776301 – 320 6776303
e-mail: rahinestroza@gmail.com – gerencia@edificar.com.co
Bogotá, D.C. - Colombia

18.5. ANEXO 5 – REGISTRO FOTOGRÁFICO