



ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD
BOLÍVAR – PILONA 20

VERSIÓN I

JAM INGENIERÍA Y MEDIO
AMBIENTE
NIT 830084684-9
Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C.,
Colombia
+57 3118538700
+57 1 2440222
info@jam.com.co
www.jam.com.co

ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – EDIFICIO PILONA 20

INFORME GEOTÉCNICO ENERO, 2019



JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
NIT 830084684-9


📍 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C.,
🇨🇴 Colombia

☎ +57 3118538700

☎ +57 1 2440222

✉ info@jam.com.co

🌐 www.jam.com.co

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

HOJA DE CONTROL

ENTIDAD	RESPONSABLE	EJEMPLARES
JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE SAS		Original

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	SECCIÓN MODIFICADA	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0	Versión Original	Septiembre de 2018	Informe Preliminar
1	Versión 1	Noviembre 2018	Observaciones curaduría
2	Versión 2	Diciembre 2018	Observaciones interventoría
3	Versión 3	Enero 2019	Entrega Final

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Elaborado por (Especialista Geotecnia):	JAVIER ANTONIO MILLÁN
Firma:	
Fecha:	19 de Diciembre del 2018
Aprobado por (Director):	
Firma:	
Fecha:	19 de Diciembre del 2018
Aprobación de Interventoría por:	
Firma:	
Fecha:	

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	9
2	GENERALIDADES	10
2.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	10
2.2	OBJETIVO.....	10
2.3	DESCRIPCIÓN PROYECTO.....	11
2.3.1	PERFILES ARQUITECTÓNICOS.....	12
2.3.2	CUADRO DE ÁREAS	13
2.3.3	CARGAS DE SERVICIO	14
3	GEOLOGÍA.....	16
4	GEOMORFOLOGÍA	17
4.1	ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA	17
4.1.1	Año 1970	18
4.1.2	Año 1998	19
4.1.3	Año 2007	19
4.1.4	Año 2015	20
4.1.5	Evolución geomorfológica Pilon 20	21
4.2	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	23
4.2.1	Unidades de Origen Denudacional	23
4.2.2	Unidades de Origen estructural	23
4.2.3	Unidad de Origen Antrópico.....	24
5	HIDROGEOLOGÍA	26
6	CONDICIONES SÍSMICAS.....	29
7	RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	31
8	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.....	32
8.1	Registro Fotográfico	34
8.2	Ensayos de Laboratorio.....	34
9	MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO.....	44
9.1	Parámetros representativos de modelo geológico geotécnico.	46
9.2	Condición de Agua subsuperficial.....	48

10	ANÁLISIS GEOTÉCNICOS.....	49
10.1	CONDICIONES GEOTÉCNICAS PARTICULARES.....	49
10.2	ANÁLISIS DE SUELOS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	49
10.3	PRESENCIA DE VEGETACIÓN.....	49
10.4	ANÁLISIS DE ABLANDAMIENTO CÍCLICO	49
10.5	TIPO Y NIVEL DE CIMENTACIÓN.....	49
10.6	CAPACIDAD PORTANTE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.....	50
10.7	ASENTAMIENTOS	51
10.8	EXCAVACIONES Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	53
10.8.1	Condición de análisis de estabilidad	53
10.8.2	Sección de análisis.....	53
10.9	DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN A CONSTRUCCIONES ALEDAÑAS	57
10.9.1	Sistema temporal.....	57
10.9.2	Muro de contención	57
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
11.1	Proceso constructivo de excavación	59
11.2	Plan de contingencia para excavaciones	61
11.2.1	Objetivos	61
11.2.2	Localización y área de influencia del proyecto	61
11.2.3	Identificación de Amenazas	62
11.2.4	Identificación de elementos vulnerables	62
11.2.5	Riesgos Potenciales	62
11.2.6	Plan de contingencia	63
11.2.7	Plan estratégico.....	63
11.2.8	Plan informativo o de comunicación	65
11.2.9	Plan operativo.....	65
11.3	Recomendación de manejo de aguas.....	67
12	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	70

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Localización área de estudio	10
Ilustración 2-2: Render edificio de cultura Fuente, Transmicable Bogotá.....	11
Ilustración 2-3: vista en planta edificio Pilon 20.....	12
Ilustración 2-4: Perfil de edificio Pilon 20	13
Ilustración 2-5: Planta de localización Columnas	14
Ilustración 3-1: Unidades geológicas	16
Ilustración 4-1 Vuelo C-525, Aerofotografía 842. Tomado de Unión temporal Cable Bogotá, 2016	18
Ilustración 4-2 Vuelo C-2802, Aerofotografía 90. Toamdo de Unión Temporal Cable Bogotá, 2016	19
Ilustración 4-3 Imágen satelital Google Earth. Tomada de Unión Temporal Cable Bogotá, 2016	20
Ilustración 4-4. Sección de análisis, vista en planta	22
Ilustración 4-5. Comparación multitemporal	22
Ilustración 4-6 Unidad geomorfológica de origen Estructural, Sierra Sinclinal Sss, Pilon 20 ...	24
Ilustración 4-7 Ladera Antrópica, Cantera Las Tolvas. Imagen tomada de Google Earth, 2010	25
Ilustración 4-8 Unidades Geomorfológicas Pilon 20. Tomado y modificado de Unión Temporal Cable Bogotá, 2015.....	25
Ilustración 5-1 Sistema de modelamiento hidrogeológico del Dsitrito Capital y área de estudio. Tomado y modificado de Veloza, J. 2013	27
Ilustración 5-2 Sección H-H. Modelamiento hidrogeológico del Dsitrito Capital.. Tomado y modificado de Veloza, J. 2013.....	28
Ilustración 6-1: Microzonificación zona de Estudio.....	29
Ilustración 8-1: Exploración Edificio Pilon 20.....	33
Ilustración 8-2 Clasificación en la carta de plasticidad de Casagrande del material ensayado..	36
Ilustración 8-3 Variación de los límites de consistencia y la humedad natural en función de la profundidad.....	37
Ilustración 8-4- Granulometría en función de la profundidad	38
Ilustración 8-5- Clasificación de Relleno antrópico.....	39
Ilustración 8-6- Clasificación de material de matriz areno-limosa	39
Ilustración 8-7- Peso unitario en función de la profundidad	40
Ilustración 8-8- Variación de la resistencia a la compresión inconfiada	42
Ilustración 8-9. Gráfica SPT	43
Ilustración 9-1-Vista en Planta perfil 1 y perfil 2	44
Ilustración 9-2- Modelo Geotécnico sección 1	45
Ilustración 9-3. Modelo geotecnico sección 2.....	45
Ilustración 10-1. Capacidad portante zapatas	51
Ilustración 10-2. Asentamientos elásticos	52


	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--


Ilustración 10-3. Modelo general de estabilidad	54
Ilustración 10-4, Modelo de estabilidad.Falla planar	55
Ilustración 10-5. Modelo de estabilidad Falla rotacional	56
Ilustración 10-6. Diagrama de presión estático pseudoestático.....	58
Ilustración 11-1. Secuencia de excavación	60
Ilustración 11-2 Estructura del plan de contingencia	63
Ilustración 11-3 Sistema de filtracion Fuente: Eco Geosystems.....	68
Ilustración 11-4. Alveodren Colector	68
Ilustración 11-5 Instalación filtro Fuente: Eco Geosystems	69
Ilustración 11-6. Esquema localización de filtro perimetral.....	69
Ilustración 11-7. Localización de filtro	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1. Cuadro de áreas	13
Tabla 2-2. Cargas por columnas	14
Tabla 4-1 Relación de fotografías aéreas . IGAC.....	17
Tabla 6-1: Coeficientes de diseño.....	29
Tabla 6-2: Coeficientes de Umbral de daño	30
Tabla 6-3: Coeficientes de aceleración horizontal	30
Tabla 7-1: Información consultada	31
Tabla 7-2: Sondeos de estudios previos sobre el área proyectada	31
Tabla 8-1: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Tomado de la tabla H.3.2-1 de NSR10	32
Tabla 8-2: Exploración realizada.....	33
Tabla 8-4. Registro Fotográfico.....	34
Tabla 8-5-Cantidad de ensayos de laboratorio ejecutados.	35
Tabla 8-6. Ensayos de resistencia realizados	41
Tabla 9-1. Obtención parámetros resistencia SPT.....	47
Tabla 9-2. Resultados resistencia LRS	48
Tabla 9-3 Parámetros de perfil geotécnico promedio	48
Tabla 9-4. Condición de agua subsuperficial	49
Tabla 10-1: Capacidad portante zapatas	50
Tabla 10-2 Asentamientos elásticos	52
Tabla 10-3, Coeficientes de presión.....	57
Tabla 11-1 Directorio telefónico de entidades	65

ANEXOS

Anexo 1. Figura de unidades geológicas
Anexo 2. Figura de microzonificación
Anexo 3. Figura de localización de las perforaciones
Anexo 4. Ensayos de laboratorio
Anexo 5. Registros de perforación
Anexo 6. Tabla de caracterización.
Anexo 7. Memorias de cálculo
Anexo 8. Documentos geotecnista

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

I INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta el estudio geotécnico enfocado al diseño de la cimentación que sirve de soporte para el diseño de equipamientos culturales en la localidad de ciudad Bolívar, haciendo uso del espacio remanente del predio en el cual se realizó la Pilona 20, del metro cable de la ciudad de Bogotá D.C.

El estudio se enmarca en el objeto contractual “ESTUDIO GEOTÉCNICO DE CIMENTACIONES PARA EL EQUIPAMIENTO CULTURAL UBICADO EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ”

El presente estudio contiene la localización y generalidades del proyecto, la condición geológica y geomorfológica de la zona, la caracterización geotécnica del sitio con base a información secundaria de estudios geotécnicos realizados en la zona de estudio, la definición del perfil geotécnico promedio, la condición sísmica del área de estudio, modelo geológico geotécnico, análisis de capacidad portante, conclusiones y recomendaciones.

2 GENERALIDADES

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El edificio de equipamiento cultural pila 20 se encuentra localizado en la localidad de ciudad Bolívar, la carrera 18 N con Calle 70 Sur, en el K2+680 del trazado del metro cable de la ciudad de Bogotá, el edificio cuenta con un área de 100 m² aproximadamente, y su implantación general será en el área verde que se muestra en la Ilustración 2-1

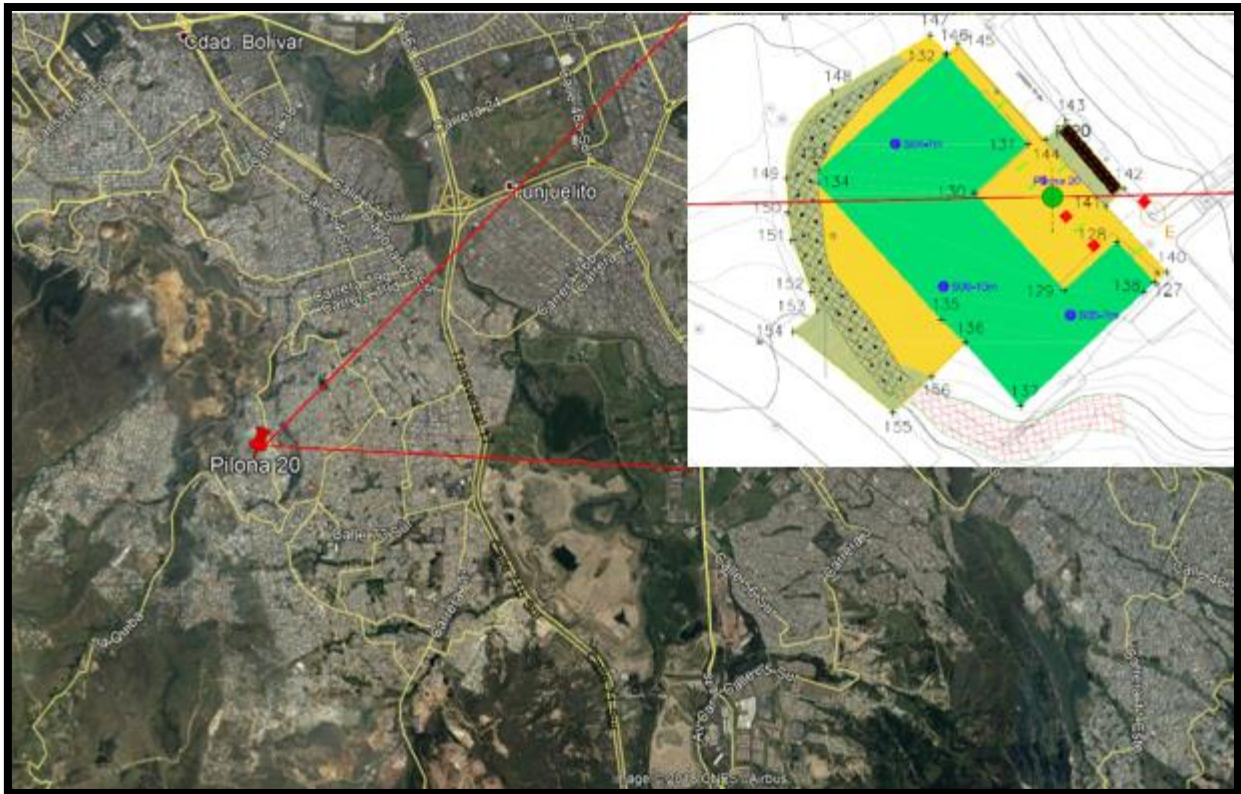


Ilustración 2-1: Localización área de estudio

2.2 OBJETIVO

Ejecución de estudios y diseños de ingeniería y complementarios, de los equipamientos culturales “Pilonas 10, 20 y Estación Paraíso Mirador”, ubicados en la localidad de ciudad bolívar, en la ciudad de Bogotá D.C. Este documento se centra en la edificación Pila 20.

2.3 DESCRIPCIÓN PROYECTO

El edificio de equipamientos culturales Pilona 20, consiste en una estructura de 4 niveles que incluye un sótano y una terraza, esta estructura brinda espacios idóneos para la prestación de servicios de formación mediante el arte plástica, dramática, creación literaria, así como danza música y auditorios para el uso de los habitantes de la localidad de ciudad Bolívar.

Considerando las condiciones y tipología de la estructura suministrada por el cliente, se contempla que la estructura equivale a 4 niveles que clasifica la edificación como categoría MEDIA, según el título H.3.1.1 de la Norma sismo resistente NSR10.

En la Ilustración 1-2, se presenta una vista general del diseño arquitectónico, de igual manera, en los siguientes capítulos, se presenta brevemente un resumen el diseño arquitectónico sobre el cual se realizaron los estudios geotécnicos.



Ilustración 2-2: Render edificio de cultura Fuente, Transmicable Bogotá.

2.3.1 PERFILES ARQUITECTÓNICOS

De acuerdo al diseño arquitectónico, en la Ilustración 2-3 e Ilustración 2-4, la planta al nivel de sótano 1 S1, cuenta con un área de 131.33 m², a continuación se presenta el esquema representativo en planta y perfil de la edificación.

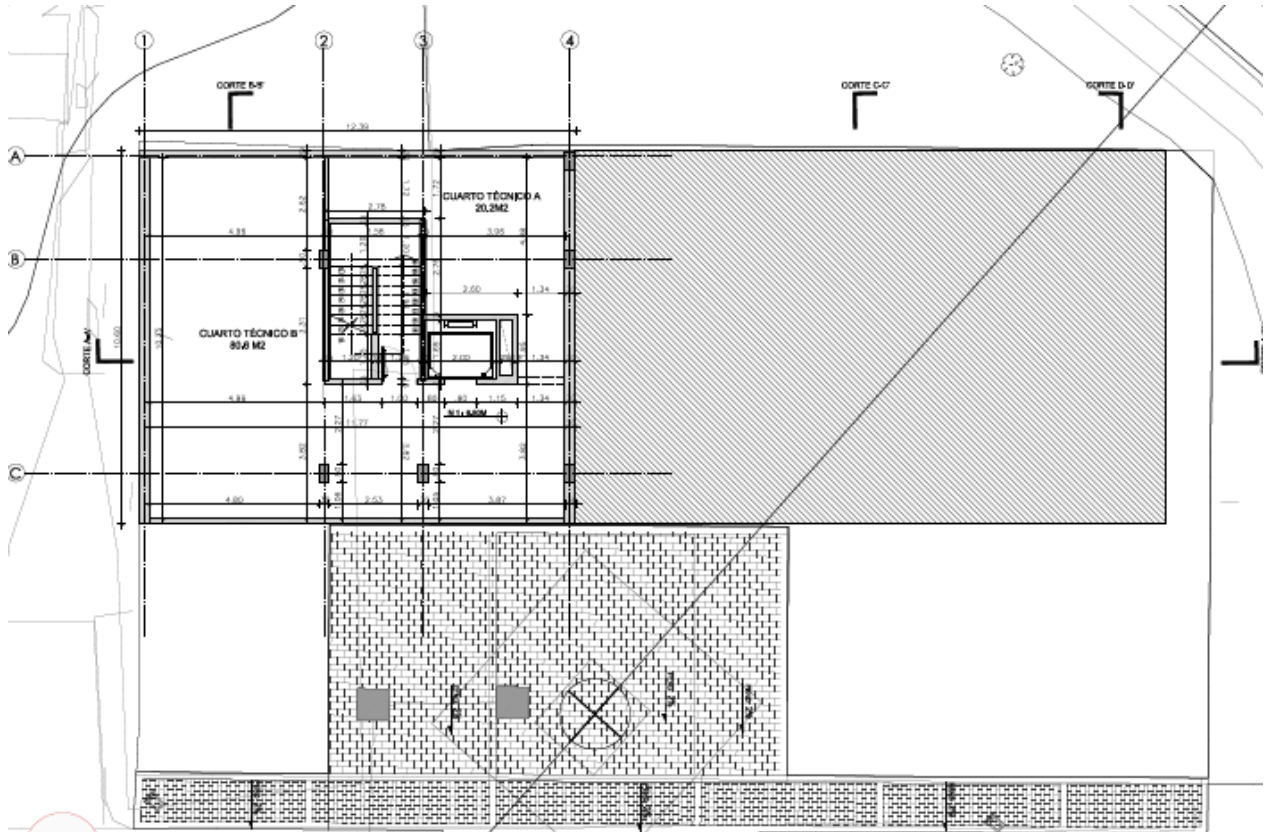


Ilustración 2-3: vista en planta edificio Pilon 20

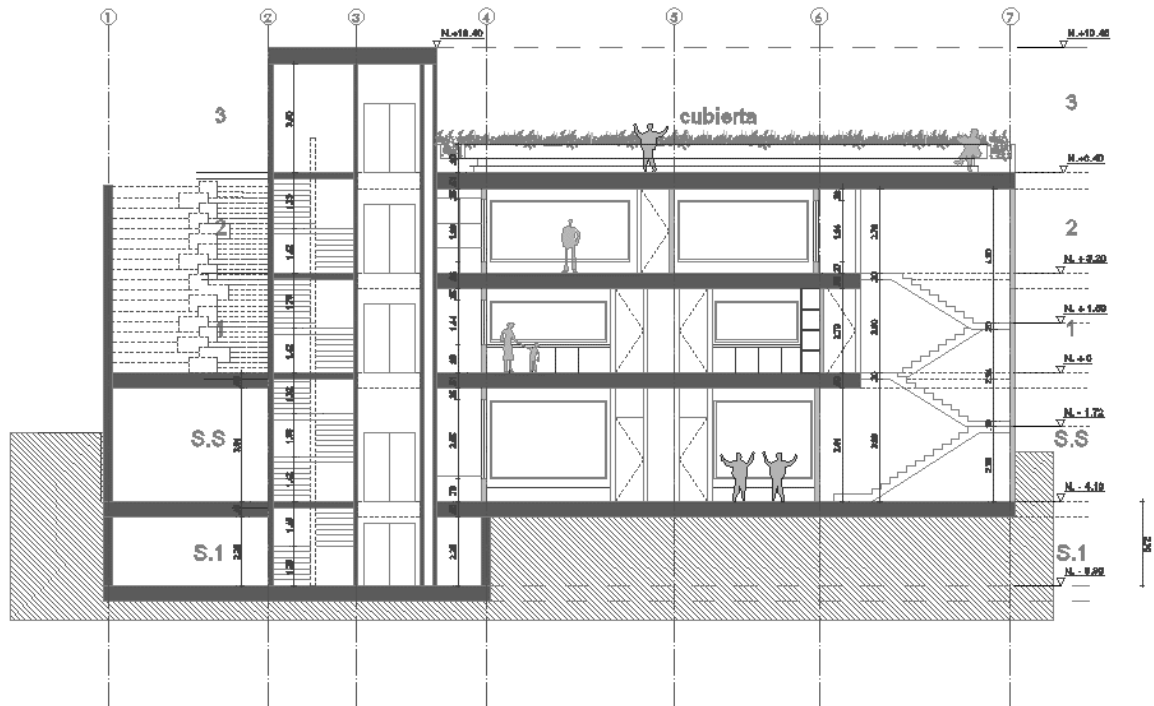


Ilustración 2-4: Perfil de edificio Pilon 20

2.3.2 CUADRO DE ÁREAS

Tabla 2-1. Cuadro de áreas

Nivel	Descripción del espacio	Área m ²
Nivel S.1	Cuartos Técnicos	131
Nivel S.S	Audio visuales, estudio foto, depósito, administración, baños, salón de danza.	308.8
Nivel 2	Musicoteca, baños, sala de música, biblioestación, artes literarias, sala de grabación, depósitos de instrumentos.	308.8
Nivel Cubierta	Terraza	308.8

Tomado del anexo técnico del contrato.

2.3.3 CARGAS DE SERVICIO

Las cargas de servicio a nivel de cimentación, según diseño estructural, oscilan entre 110 t y 150 t, a continuación se presenta la nomenclatura asignada por columna entre los ejes 1-4 A-B.

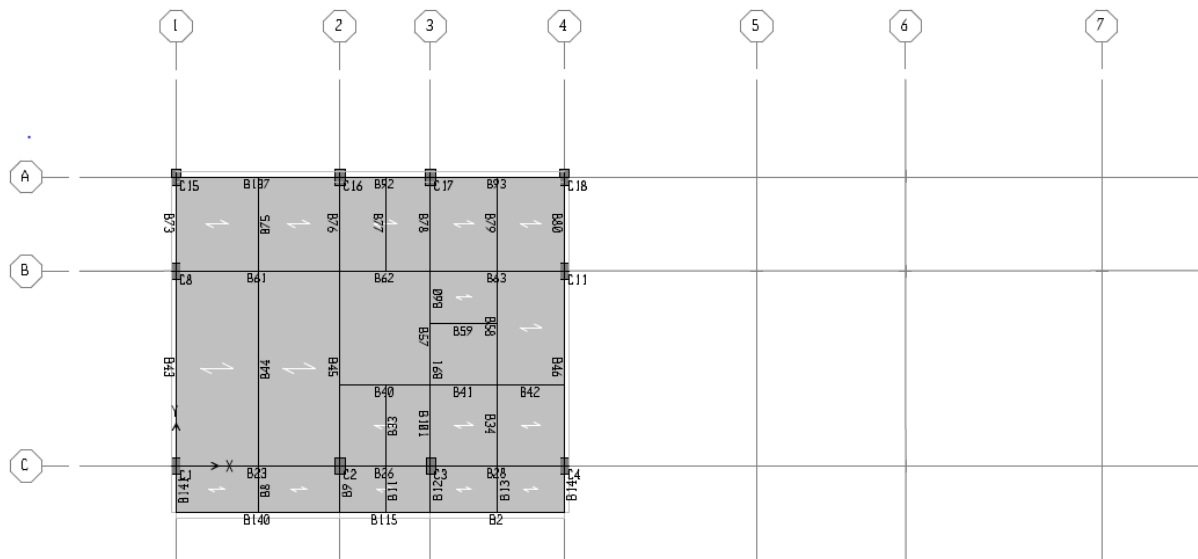



Ilustración 2-5: Planta de localización Columnas

Tabla 2-2. Cargas por columnas

Punto columna	Carga Total (t)	Punto columna	Carga Total (t)
27	118	17	41
29	125	19	96
32	80	22	118
54	123	24	122
56	125	45	49
61	88	47	113
77	60	49	113
79	68	S1	147
82	55	68	52
1	20	70	59
3	15	72	63
6	16	74	82
8	33	-	-

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
	<p>VERSIÓN I</p>	

Tipo de sistema estructural: Sistema aporticado compuesto por vigas y columnas en concreto.

Carga total: 1.504 t/m²

3 GEOLOGÍA

Las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas generales, se evaluaron de acuerdo con lo establecido en el estudio “zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones”, desarrollado por el FOPAE en 2010 y reglamentado mediante el decreto 523 del 16 de diciembre de 2010 por la alcaldía mayor de Bogotá. Además, este documento refiere el mapa geológico del estudio de MZSB escala 1:25.000, realizado por INGEOMINAS en el año 1995. Toda la información consultada fue verificada mediante visitas de campo y validada con los resultados de estudios realizados en el sitio de estudio así como de exploración geotécnica.

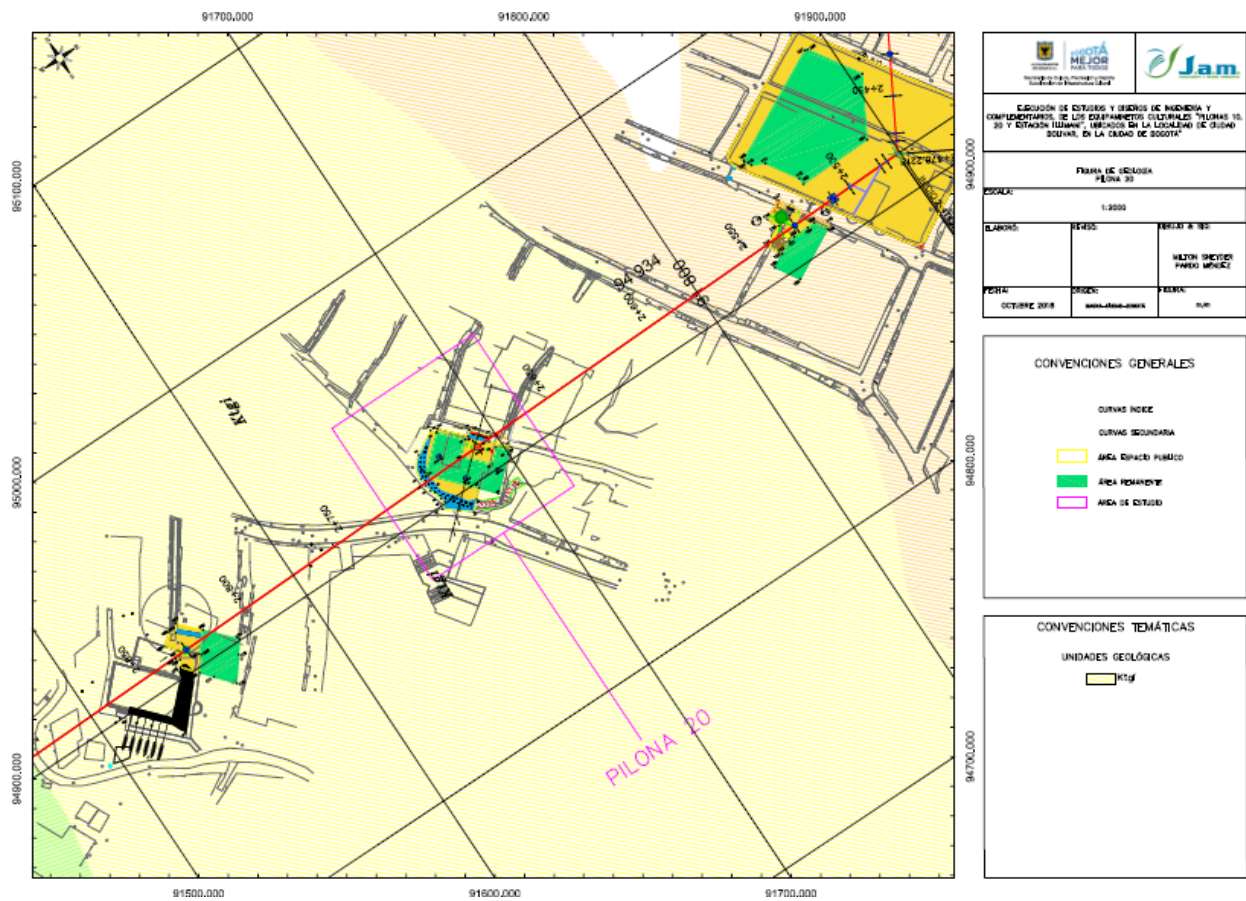


Ilustración 3-1: Unidades geológicas

El predio donde se desarrollará la edificación corresponde a la zonificación de “Ktg: Formación Guaduas”, donde se encuentra de meteorización de arenisca. En el **Anexo 1**, se presenta el mapa de unidades geológicas.

4 GEOMORFOLOGÍA

Para facilitar el análisis geomorfológico de la zona determinada se ha adoptado la jerarquización geomorfológica propuesta por el INGEOMINAS 2004, y el glosario de unidades y subunidades geomorfológicas del Servicio Geológico Colombiano.

4.1 ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

Con base en el análisis multitemporal del año 1970 hasta el 2015, realizado por el consorcio Unión Temporal Cable Bogotá¹ a partir de la interpretación de fotografía aéreas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, e imágenes tomadas de Google earth de diferentes años, se evidenció un cambio drástico en varios aspectos regionales de la zona que comprende uso y cobertura del suelo, infraestructura y procesos morfodinámicos.

Para dicho análisis se interpretaron las fotografías que se relacionan en la Tabla 4-1 y una imagen satelital del año 2015 tomada de Google earth. Este análisis fue complementado con apreciaciones hechas en campo, donde se observó la evolución del relieve con respecto a las épocas anteriores.

Sobre	Vuelo	N° Fotografías	Escala	Año
C-525		842-843		1970
S-8787	SAV-415	50-54	1:19500	1998
S-40791	C-2802	89-91	1:36800	2007

Tabla 4-1 Relación de fotografías aéreas . IGAC

Como resultado se observó el aumento progresivo de la actividad urbanisítica en el sector sobre las laderas en los últimos 45 años y los procesos erosivos a los que ha estado sometida la roca en la parte alta de las laderas, intensificando la ocurrencia de FRM.

¹ UNIÓN TEMPORAL CABLE BOGOTÁ, 2016. Estudios y diseños y construcción de obra civil, suministro, montaje, puesta en funcionamiento y mantenimiento del componente electromecánico, de un sistema de transporte de pasajeros por cable aéreo tipo monocable desenganchable, en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.

4.1.1 Año 1970

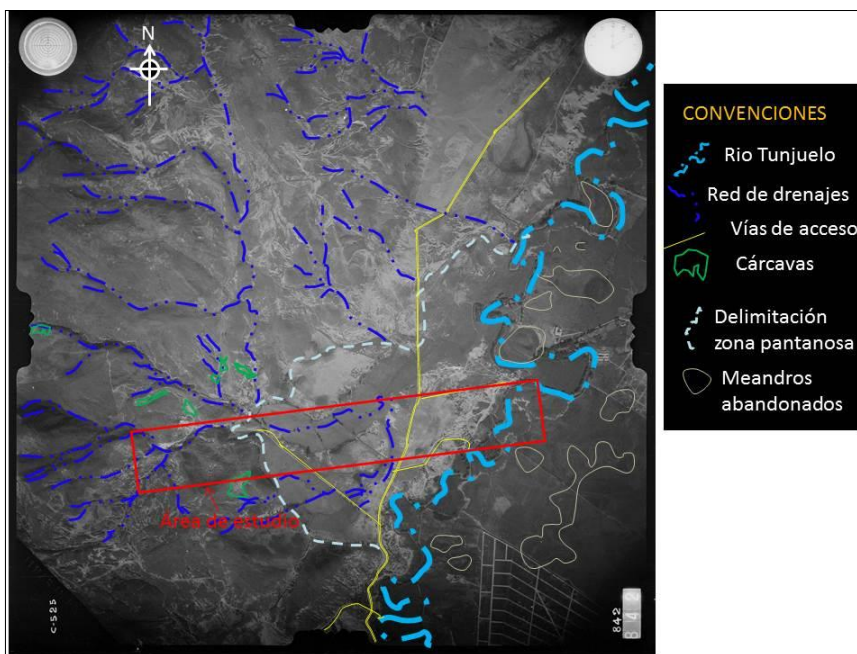


Ilustración 4-1 Vuelo C-525, Aerofotografía 842. Tomado de Unión temporal Cable Bogotá, 2016

La cobertura vegetal se restringe a coberturas de pastos, sin intervención humana, no se observan zonas de cultivos o uso de tierras para pastoreo, hacia las partes planas sobre la llanura del río Tunjuelo se observan zonas húmedas, algunos meandros abandonados dejados por la dinámica de este río. La cobertura vegetal en la parte alta de las laderas es escasa y la presencia de erosión se acentúa especialmente sobre las zonas circundantes a los drenajes principales.

Para esta época no se presentan asentamientos humanos, se indentifican algunas fincas y la red vial se restringe a la vía principal (Av Boyacá) y accesos privados a algunos predios.

Las zonas inestables se concentran en grandes focos de erosión asociados al patrón de drenaje sobre rocas friables y deleznales que afloran hacia la zona del Mirador. En las zonas bajas los problemas de inestabilidad están asociados a zonas de inundaciones periódicas.

4.1.2 Año 1998

En este periodo se observa un aumento en la cobertura de l suo del suelo a nivel urbano y en áreas destinadas a la explotación artesanal de materiales de contrucción (recebo, arena y arcillas) a cielo abierto, lo cual genera condiciones propicias para que se epresenten problemas de inestabilidad y se generen fenómenos de remoción en masa.

Se observa un incremeto en la actividad urbanística, lo cual se evidencia con el nacimiento de nuevos barrios en zonas aledañas a la quebrada Limas, e implementación de nuevas vías de acceso.

Para esta época se hace más evidente la presencia de cárcavas asociadas a procesos erosivos sobre drenajes estacionarios. Fenómeno asociado también a la perdida de cobertura vegetal en la zona.

4.1.3 Año 2007

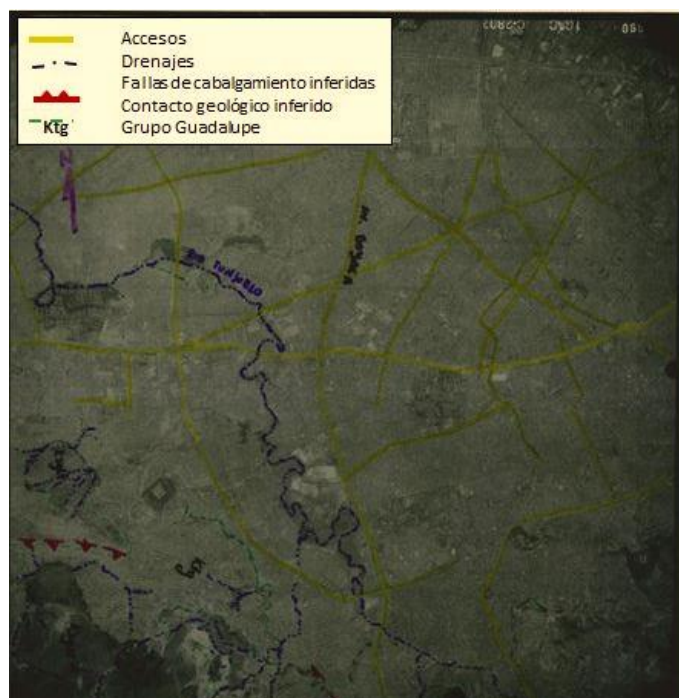


Ilustración 4-2 Vuelo C-2802, Aerofotografía 90. Toamdo de Unión Temporal Cable Bogotá, 2016

El uso del suelo es exclusivamente urbanisitico, salvo algunos sectores donde se observan zonas verdes las cuales corresponden a áreas protegidas (parques naturales y humedales). En zonas añedañas al río Tunjuelo, prolifera vegetación característica de zonas pantanosas o de inundación. Las áreas de explotación se encuentran claramente delimitadas por un marcado

contraste topográfico de las alderas que han sido sometidas a estas actividades extractivas. Dentro de los elementos a resaltar destaca la cantera Las Tolvas, la cuál se encuentra hacia el costa W de la quebrada Limas, al norte de la estación Ilimani y la Pilona 20.

Para el año 2004, se infiere que las actividades de explotación en la cantera Las Tolvas fueron reducidas de manera importante, esto con base a la similitud de las bases topográficas del IDECA y JAM Ingeniería².

Ya para esta época se ha presentado el mayor desarrollo urbanísticos de la zona y la red vial que comunica los barrio El Mirador, Compratir, Brisas del Volador y El Diamante.

Debido a la fuerte actividad tectónica de la zona y a la presencia de procesos erosivos sobre los drenajes se han desarrollado zonas inestables con alto riesgo por procesos de remoción en masa.

4.1.4 Año 2015

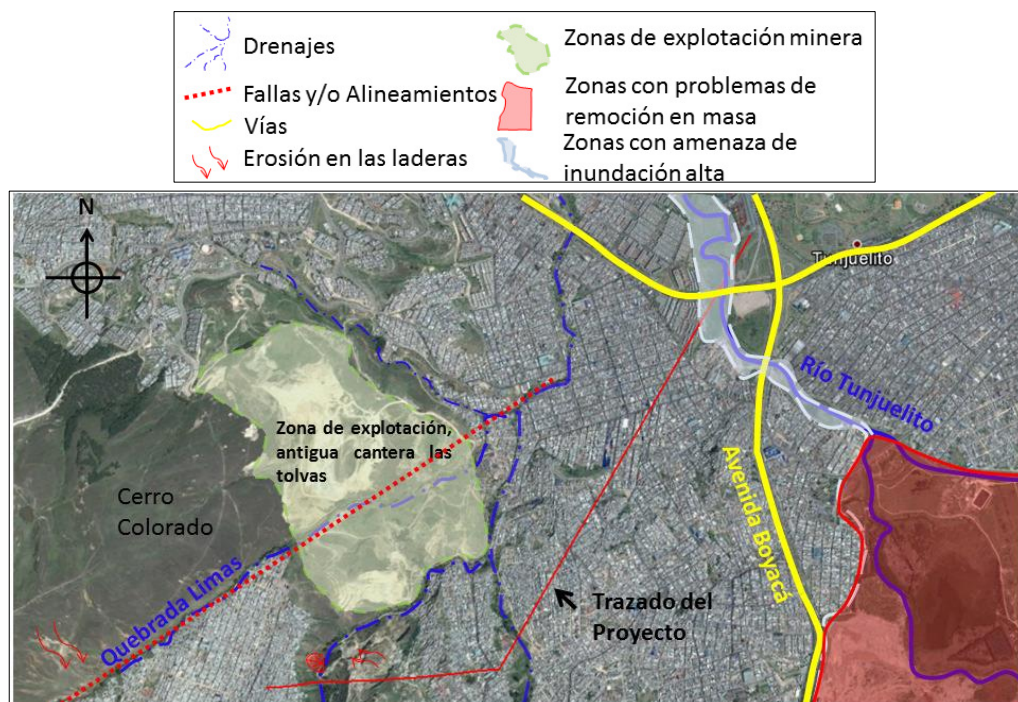



Ilustración 4-3 Imágen satelital Google Earth. Tomada de Unión Temporal Cable Bogotá, 2016

² HIDROJAM, 2015. Consultoría para realizar el plan de manejo, recuperación y restauración ambiental para el predio denominado cantera Las Tolvas, el análisis hidrogeológico mediante sondeo eléctrico de la zona de manejo y protección ambiental del Río Tunjuelo y que se encuentran en la zona de influencia de las pilonas del cable aéreo en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

Con base a la metodología de Corín Land Cover adoptada para Colombia, el uso del suelo de esta zona corresponde exclusivamente a una zona urbana, en la cuál más del 80% del área se encuentra construida. La vegetación y el suelo desnudo se encuentra en baja proporción con respecto a la totalidad del área.

El mayor desarrollo urbanístico de la zona en comparación a los años anteriores se da para esta época. El 80% de la zona corresponde a uso urbanístico. Como consecuencia de esto, la ronda hidráulica del río Tunjuelo y de las principales quebradas, se encuentra afectada por vertimientos ya que el sector no cuenta con un sistema de alcantarillado adecuado.

El área más afectada por procesos de inestabilidad corresponde a la antigua zona de explotación de la cantera Las Tolvas.

Con base al estudio realizado por HIDROJAM³, los alrededores de la cantera fueron catalogados como laderas con modelado mixto, ya que estas en general han mantenido sus formas a lo largo del tiempo, que evidencia la estabilidad de las mismas, sin embargo, presenta la implantación de viviendas y otras estructuras que modifican parcialmente el modelado, con cortes de menos de 4 metros en todo caso. De igual forma, se observa el dominio estructural del cauce de La Quebrada Limas, el cual se ha mantenido prácticamente invariable a lo largo la época que se ha analizando.

4.1.5 Evolución geomorfológica Pilona 20

Con el fin de estimar y diferenciar cambios morfológicos en la zona de estudio, se realizó una comparación topográfica con la base cartográfica actual y de planchas de épocas anteriores. Con base a la superposición de los perfiles topográficos del año 1979, 2004 (IDECA), 2015 (Transmicable) y actual (2018), se concluye que no se evidencian cambios significativos en la morfología de la ladera.

³ HIDROJAM, 2015. Consultoría para realizar el plan de manejo, recuperación y restauración ambiental para el predio denominado cantera Las Tolvas, el análisis hidrogeológico mediante sondeo eléctrico de la zona de manejo y protección ambiental del Río Tunjuelo y que se encuentran en la zona de influencia de las pilonas del cable aéreo en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.

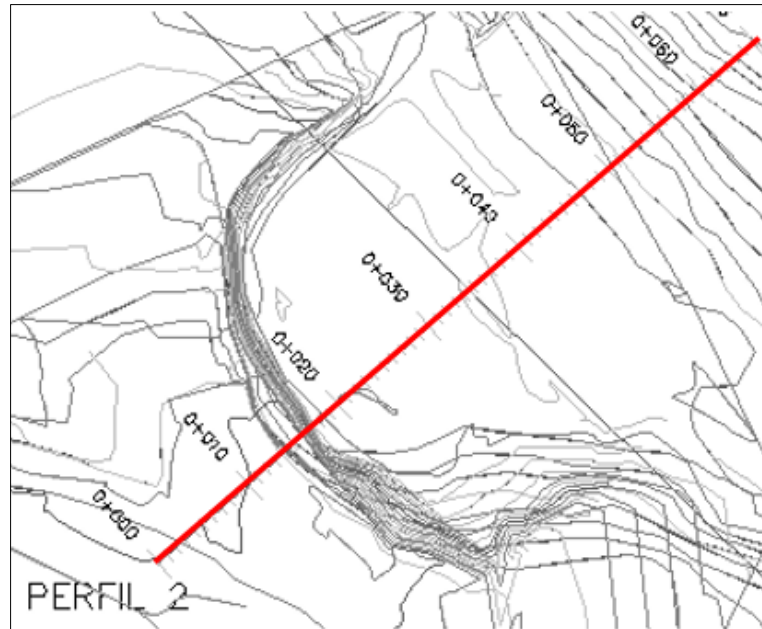


Ilustración 4-4. Sección de análisis, vista en planta

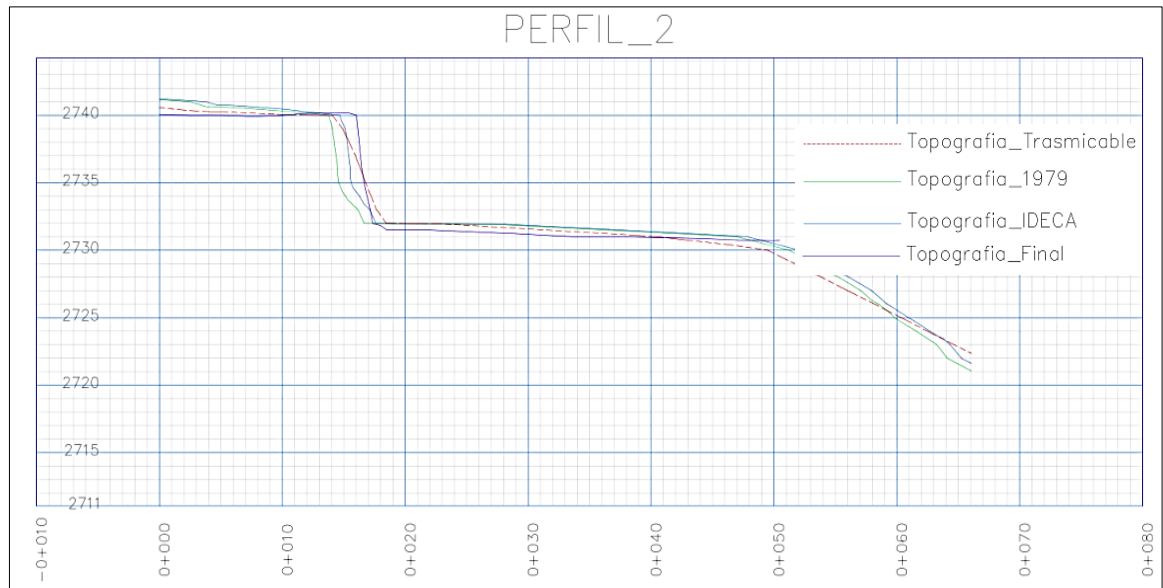


Ilustración 4-5. Comparación multitemporal

4.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Las unidades geomorfológicas descritas a continuación fueron propuestas en el estudio realizado por Unión Temporal Cable Bogotá, 2015⁴ y complementadas con el trabajo de campo realizado para el presente estudio.

A nivel regional se identificaron cuatro ambientes geomorfológicos según su origen: fluvial, denudacional, estructural y antropogénico. Sin embargo la zona dónde se encuentra La piona 20, se caracteriza por presentar unidades geomorfológicas de origen estructural (Pendiente estructural – Sps y Sierra Sinclinal – Sss), denudacional (Cima – Dc) y antrópico que corresponde a corresponde a un Ladera antrópica – Lac, donde se localiza la cantera Las Tolvas. Ver Ilustración 4-8.

4.2.1 Unidades de Origen Denudacional

Cima - Dc: Cresta de forma convexa plana y amplia. Presenta franjas alargadas que bordean algunas divisorias de aguas, de pendiente plana a inclinada, limitada por laderas cuya inclinación puede ser de moderada a escarpada. Esta unida se genera a partir de procesos de erosión intensa, sumado a proceso de origen antrópico.

4.2.2 Unidades de Origen estructural

Ladera de Pendiente estructural – Sps: Ladera con pendiente escarpada, de longitudes cortas a largas, dónde la estratificación buza en el mismo sentido de la pendiente del terreno. Las condiciones estructurales de esta unidad, favorecen la presencia de zonas de indentabilidad dónde se pueden presentar fallas de tipo planar.

Sierra Sinclinal – Sss: Sierra de morfología colinada, amplia en forma de artesa elevada formada en el eje de un siclninal. La disposición actual obedece a procesos denudaticos que han erosionado los flancos de la estructura. En el núcleo de esta estructura se encuentran sedimentos de la formación Guaduas, y hacia el oeste areniscas de la Formación Labor y Tierna.

⁴ UNIÓN TEMPORAL CABLE BOGOTÁ, 2016. Estudios y diseños y contrucción de obra civil, suministro, montaje, puesta en funcionamiento y mantenimiento del componente electromecánico, de un sistema de trasporte de psajeros por cable aéreo tipo monocable desenganchable, en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.



Ilustración 4-6 Unidad geomorfológica de origen Estructural, Sierra Sinclinal Sss, Pilon 20

4.2.3 Unidad de Origen Antrópico

Ladera antrópica – Lac: Corresponde a una ladera escarpada producto de la actividad extractiva de materiales de construcción (piedra, arena y grava) que se ha desarrollado durante los últimos 30 años. Esta unidad presenta formas irregulares y terraceos, en la Ilustración 4-7, se puede observar la vista general de la cantera las Tolvas, la cual se encuentra al NE de la estación Ilimani y N de la Quebrada Limas.



Ilustración 4-7 Ladera Antrópica, Cantera Las Tolvas. Imagen tomada de Google Earth, 2010

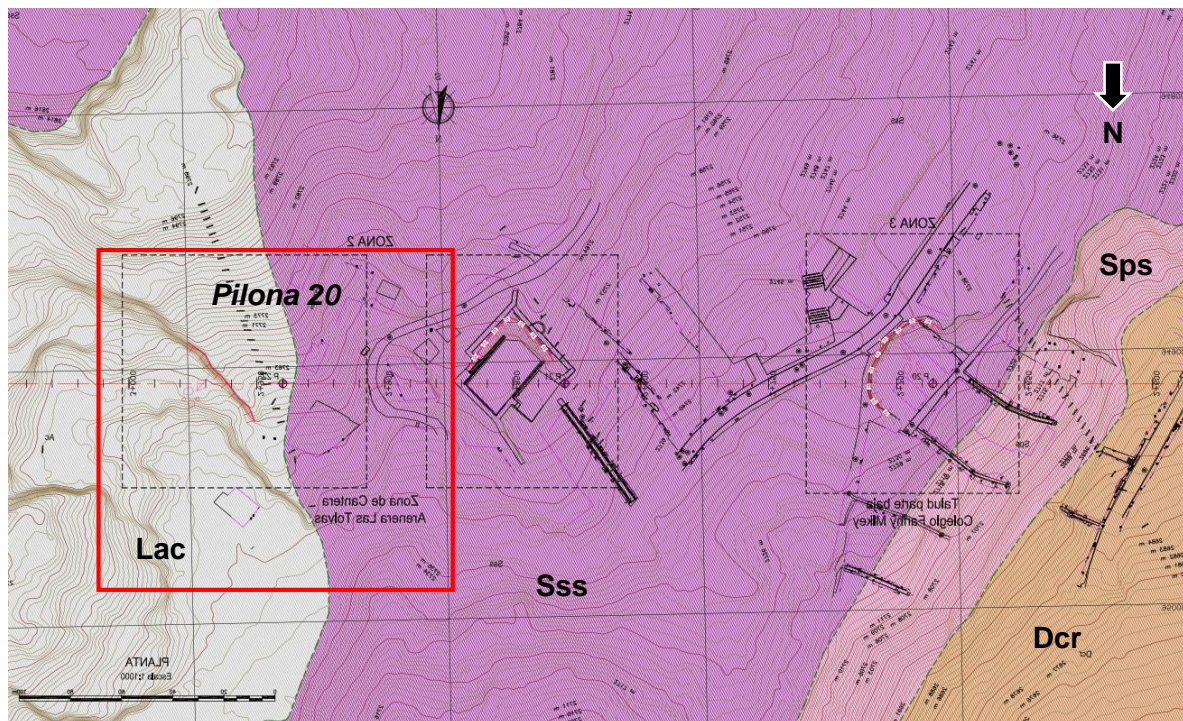


Ilustración 4-8 Unidades Geomorfológicas Pilonas 20. Tomado y modificado de Unión Temporal Cable Bogotá, 2015

5 HIDROGEOLOGÍA

Con base al estudio hecho por la Secretaría Distrital de Ambiente⁵, a partir de las características hidrológicas de las unidades geológicas que conforman la Sabana de Bogotá, e información hidroclimatológica e hidrogeoquímica. El sector donde se localiza la Pilon 20 corresponde al miembro medio de la formación Guaduas - KTgm, unidad constituida por rocas sedimentarias terciarias y cretácicas consolidadas que corresponden a areniscas cuarzosas de grano fino a medio bien cementadas y con muy poca matriz arcillosa en capas delgadas a medias intercaladas con lodolitas y limolitas de laminación plana paralela.

Dentro del grupo de sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular se encuentra el conjunto medio de la Formación Guaduas, sistema acuífero de extensión regional y local de productividad alta a baja con transmisividades del orden de 1 a 1400 m²/día. Dentro de este grupo también se encuentran los depósitos de ladera que corresponden a suelos transportados y a sedimentos no consolidados.

Dentro de las unidades hidrogeológicas de interés, se debe precisar que la Formación Guaduas⁶: en su conjunto Medio presenta un acuífero de porosidad primaria con extensión lateral limitada y con recarga mínima.

En la Ilustración 5-1 se observa el mapa de sistema de modelamiento propuesto por Veloza J. 2013, para el distrito Capital. La zona de estudio se encuentra enmarcada por el polígono rojo, y corresponde a la unidad hidrogeológica del grupo A (Ver Ilustración 5-2), sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular.

⁵ Veloza, J. 2013. Sistema de modelamiento hidrogeológico del Distrito Capital

⁶ Velandia, F 2013. Hidrogeología Regional de la Sabana de Bogotá

1

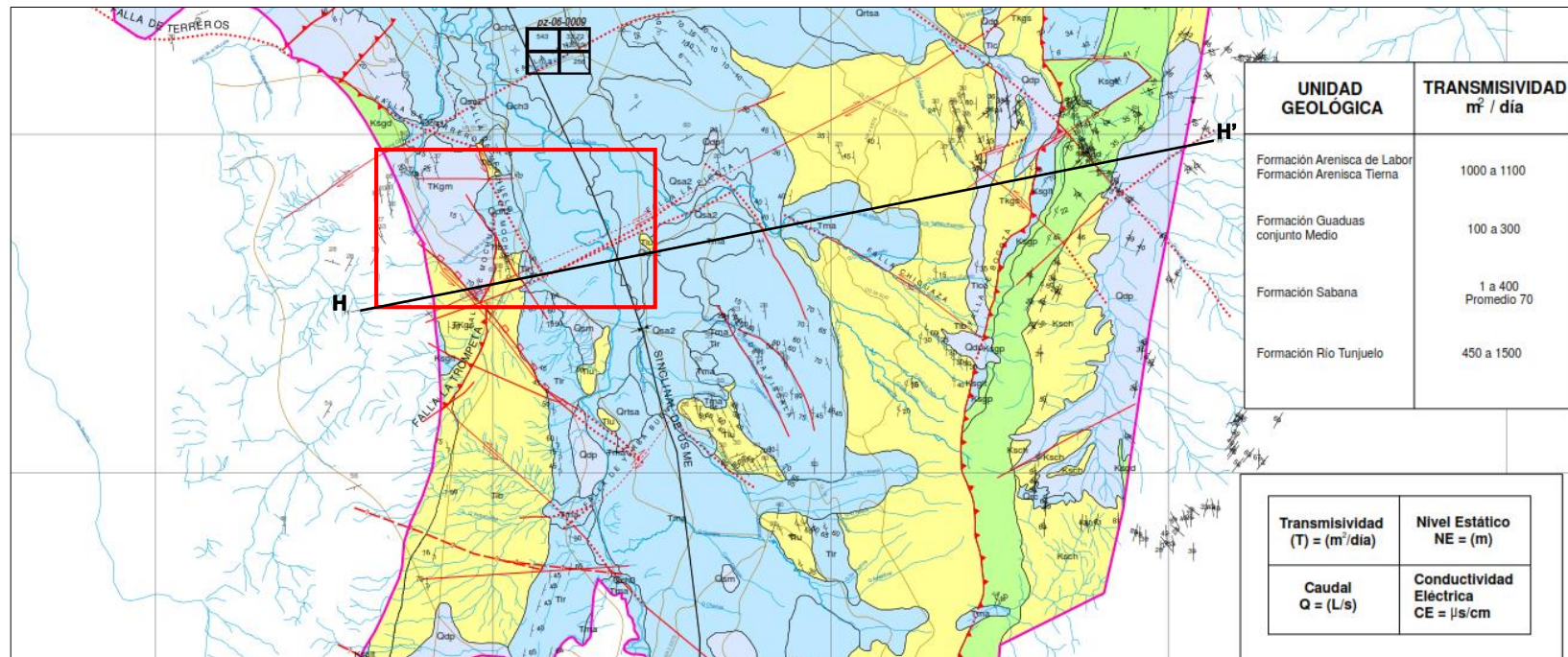
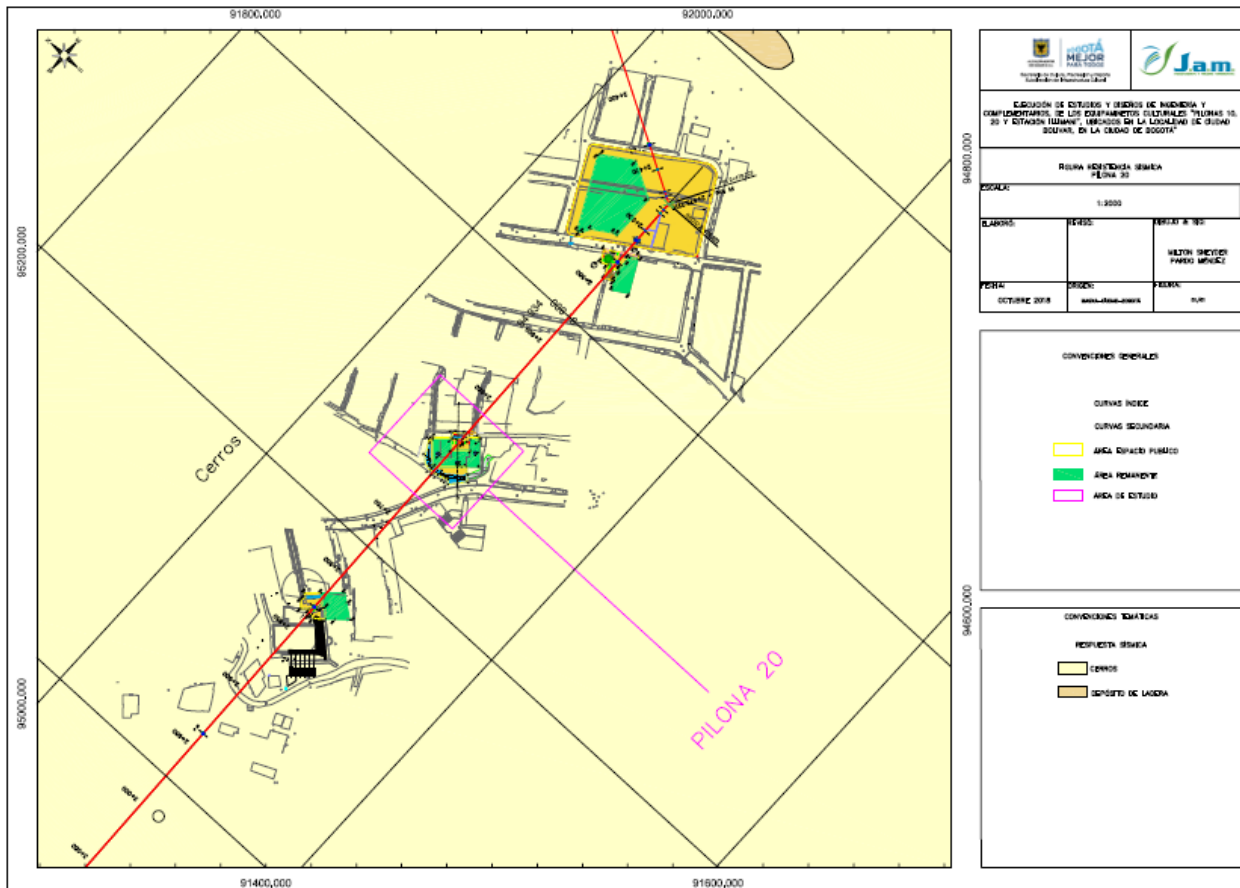


Ilustración 5-1 Sistema de modelamiento hidrogeológico del Distrito Capital y área de estudio. Tomado y modificado de Veloza, J. 2013

6 CONDICIONES SÍSMICAS

De acuerdo con el decreto 523 de 2010, por el cual se adopta la microzonificación sísmica de Bogotá, de conformidad con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, se identificó la zona de respuesta sísmica que corresponde a: **Cerros**. A continuación, en la Tabla 6-1 y la Tabla 6-2, se presentan los coeficientes de diseño y coeficientes de umbral de daño para cada zona; de igual manera, en Ilustración 6-1, se presenta la microzonificación sísmica de la zona de estudio. En el **Anexo 2**, se presenta el mapa de microzonificación.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 6-1: Microzonificación zona de Estudio

Tabla 6-1: Coeficientes de diseño

Zona	F_a	F_v	T_c (s)	T_L (s)	A_0 (475) (g)
Cerros	1.35	1.30	0.62	3.0	0.18

Dónde:

- F_a = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos.
- F_v = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios.
- T_c = Periodo corto.
- T_L = Periodo largo
- A_0 = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (g).

Tabla 6-2: Coeficientes de Umbral de daño

Zona	$F_a(31)$	$F_v(31)$	T_{0d} (s)	T_{cd} (s)	T_{Ld} (s)	A_{0d} (31) (g)
Cerros	1.50	1.70	0.11	0.57	3.0	0.08

Dónde:

- F_a = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos.
- F_v = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios.
- T_{0d} = Periodo inicial de Umbral de daño
- T_{cd} = Periodo corto de umbral de daño
- T_{Ld} = Periodo largo de umbral de daño
- A_{0d} = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno para umbral de daño en superficie (g).

Los coeficientes de umbral de daño se deben utilizar para verificar derivas cuando estén involucradas edificaciones de los grupos de uso IV y III definidas en el título A.2.5.1 de la NSR10. Los demás grupos de uso se deben trabajar a partir de los coeficientes de diseño. En la Tabla 6-3 se presenta el valor del coeficiente de aceleración horizontal, k_h , para cada una de las zonas identificadas, calculado como se indica en el título H.5.2.5 de la NSR-10.

Tabla 6-3: Coeficientes de aceleración horizontal

Zona	Material	K_{st}/a_{max}	Coeficientes	K_h
Cerros	Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.8	De diseño	0.144

7 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Con el objetivo de identificar las condiciones geotécnicas de las áreas de interés, se consultó la información de los estudios previos del proyecto transmicable así:

Tabla 7-1: Información consultada.

Proyecto	Consultor	Año	Información Consultada
Estudio de factibilidad de los corredores de transporte por cable en las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal de Bogotá	Metro de Medellín	2013	Estudio geotécnico del trazado de cable aéreo.
Estudios y diseños y construcción de obra civil, suministro, montaje, puesta en funcionamiento y mantenimiento del componente electromecánico, de un sistema de transporte de pasajeros por cable aéreo tipo monocable desenganchable, en la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D.C.	Unión temporal cable de Bogotá	2016	Estudio de fundaciones Pilon 24.

De esta información se extrajo los registros de perforación de los sondeos que se encuentra en la zona de afectación directa, es decir, en el predio donde se proyecta construir la edificación. Una vez analizada la información, se concluye que existe un perfil compuesto por un relleno antrópico, suelo residual de arenisca de espesor aproximado de 2 m, seguido por una arenisca muy fracturada con un perfil de meteorización IV (Conforme al perfil de meteorización de Dearman 1974), que suprayace una arenisca blanca moderadamente fracturada, la roca parental es arenisca cuarzosa de grano fino a medio.

Los sondeos realizados en la fase de factibilidad y diseño del transmicable cumplen con las características necesarias estipuladas en la NSR10, en consecuencia, serán incluidos como información base del plan de exploración según lo estipulado en el título H.3.2.4 numeral (d) de la NSR10. Los sondeos que se emplearan de estudios previos se enumeran en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2: Sondeos de estudios previos sobre el área proyectada

Etapas transmicable	Edificación	ID sondeo	Profundidad (m)
Diseño	Edificios estación Illimani	P-20	20

8 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

El plan de exploración fue establecido de tal manera que abarque toda el área construida haciendo énfasis las excavaciones de mayor corte. El número y la profundidad mínima de los sondeos, se estableció acorde a los numerales H.3.2.3, H.3.2.4, H.3.2.5 y H.3.2.6 de la NSR-10, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- La cantidad y profundidad mínima de sondeos para cada unidad de construcción, cumple los requerimientos exigidos por la NSR-10. En la Tabla 8-1 se presentan los requerimientos.
- Se cumple que “por lo menos el 50% de los sondeos deben estar ubicados en la proyección de las construcciones”, según el criterio (c) del numeral H.3.2.4 de la NSR-10.
- Se cumple que “por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1” numeral H.3.2.5 de la NSR-10. Con excepción de lo establecido en el título H.3.2.5 de la NSR10.
- La edificación del proyecto cataloga como categoría media.

Tabla 8-1: Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Tomado de la tabla H.3.2-1 de NSR10

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

La propuesta de exploración contempla las siguientes condiciones particulares:

- El análisis de información secundaria evidenció un perfil de relleno antrópico sobre un suelo residual producto de la meteorización de arenisca presente en la zona. Se encontraron valores de rechazo en el ensayo SPT a partir de los 5m.
- En la etapa de factibilidad, para el trazado del cable de ciudad bolívar, se realizó una trinchera en el talud adjunto a la zona donde se proyecta la obra. Allí se observó una intercalación de arenisca y arcillolita que afloraba.
- Durante el diseño de la pila 20 se realizó un sondeo de 20 m que cumple con los requerimientos de la NSR10, se adopta para el análisis de exploración geotécnica del presente estudio la información de Pila 20
- El edificio pila 20 cuenta con 3 pisos y uso de la cubierta. El mayor corte que requiere la estructura es de aproximadamente 5.4 m y corresponde al nivel de semisótano

El **Anexo 3** presenta la figura de localización de los sondeos

Tabla 8-2: Exploración realizada

NOMBRE	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS		UBICACIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
		ESTE	NORTE		
P20	20	91690.926	94911.944	PILONA 20	SECUNDARIA
S04	7	91675.589	94917.356	PILONA 20	PRIMARIA
S05	7	91692.770	94899.663	PILONA 20	PRIMARIA
S06	10	91679.892	94904.159	PILONA 20	PRIMARIA

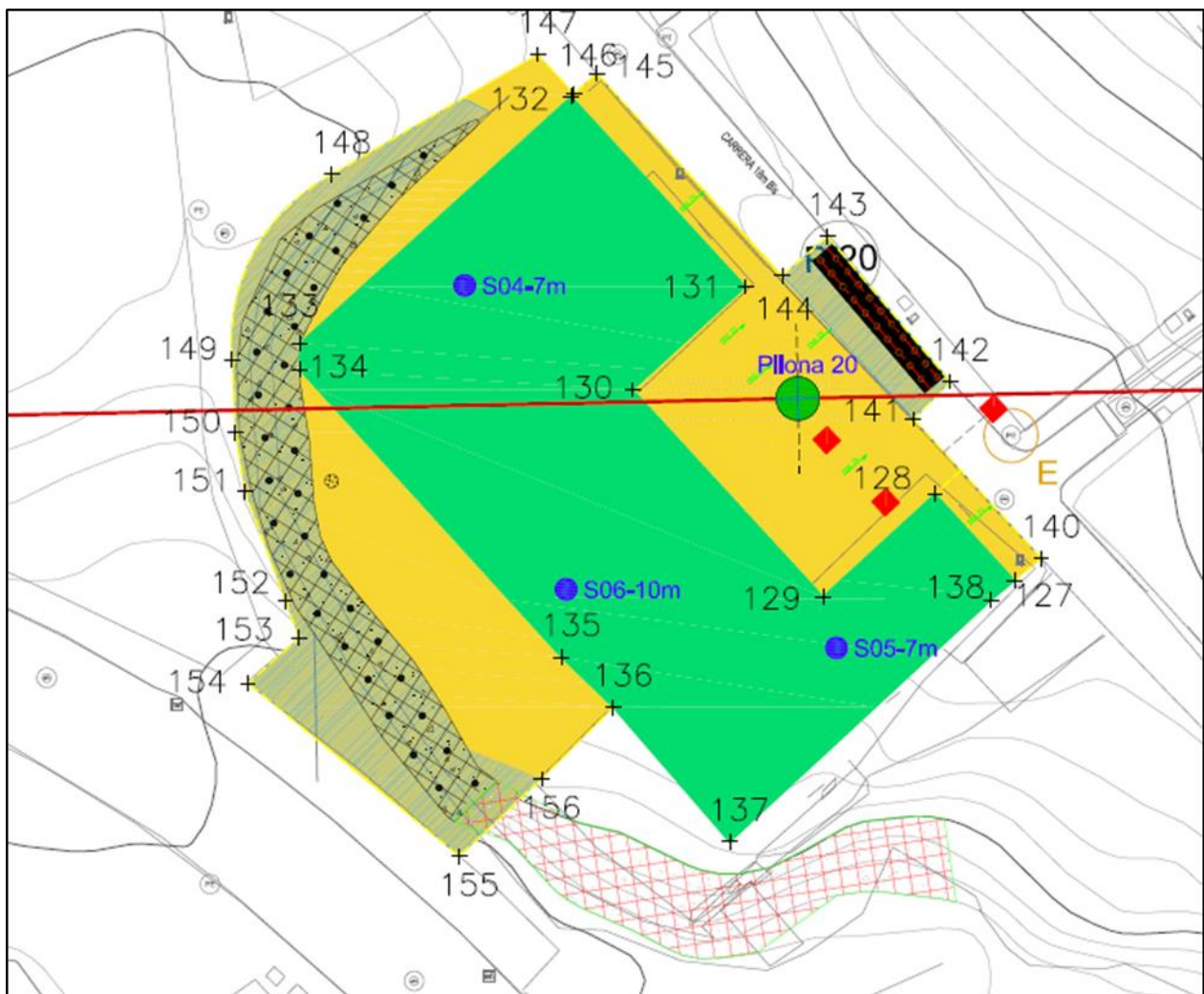


Ilustración 8-1: Exploración Edificio Pilon 20

8.1 Registro Fotográfico

A continuación se presenta un registro fotográfico de los trabajos realizados en campo

Tabla 8-3. Registro Fotográfico

Localización	Sondeo 4
	
Sondeo 5	Sondeo 6
	

8.2 Ensayos de Laboratorio

Para determinar las propiedades de los materiales encontrados, se realizaron ensayos de caracterización física como humedad natural, límites de Atterberg, lavado sobre tamiz No. 200, peso específico, y ensayos de resistencia como compresión inconfiada, no se realizaron

ensayos de consolidación debido a las características y propiedades geotécnicas de la zona de estudio en donde el perfil geotécnico se compone principalmente de roca fracturada de arenisca con diferentes grados de meteorización.

En la Tabla 8-4 se relaciona la cantidad de ensayos ejecutados sobre las muestras obtenidas de los sondeos 1, 2 y 3.

Para la caracterización de los materiales se tuvo en cuenta la información obtenida en los sondeos realizados así como el sondeo de información secundaria.

Tabla 8-4-Cantidad de ensayos de laboratorio ejecutados.

TIPO DE ENSAYO	TOTAL (S4 S5 S6)
Humedad Natural	18
Peso específico de sólidos	2
Límites De Atterberg	5
Lavado Tamiz 200	4
Peso Unitario	13
Compresión inconfiada	6

En el **Anexo 4** se presenta los ensayos de laboratorio, en el **Anexo 5** se presenta los registros de perforación y en el **Anexo 6** la tabla de caracterización con la información de los ensayos realizados en el sitio de estudio.

Humedad natural y límites de consistencia

De acuerdo a la exploración realizada se encontró que la humedad natural se encuentra entre el 0.4 % y el 17.8 % con un valor promedio del 8 %, los valores de los límites de consistencia promedio de son: Límite líquido del 27.2 % y límite plástico de 11 %.

En la Ilustración 8-2, se aprecia la Carta de Plasticidad de Casagrande con los resultados de límites donde se clasifica el suelo como arcilloso de baja plasticidad para material identificado como relleno antrópico.

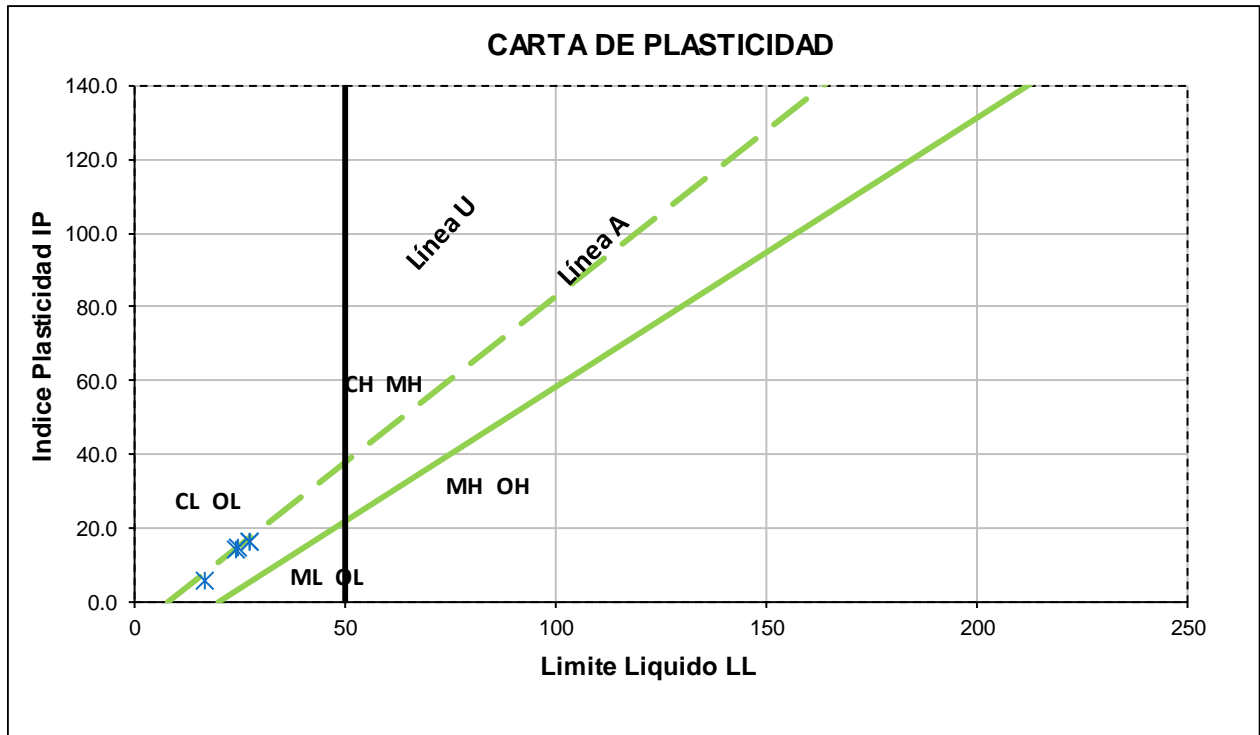


Ilustración 8-2 Clasificación en la carta de plasticidad de Casagrande del material ensayado

En la Ilustración 8-3, se muestra la variación de estos parámetros con la profundidad.

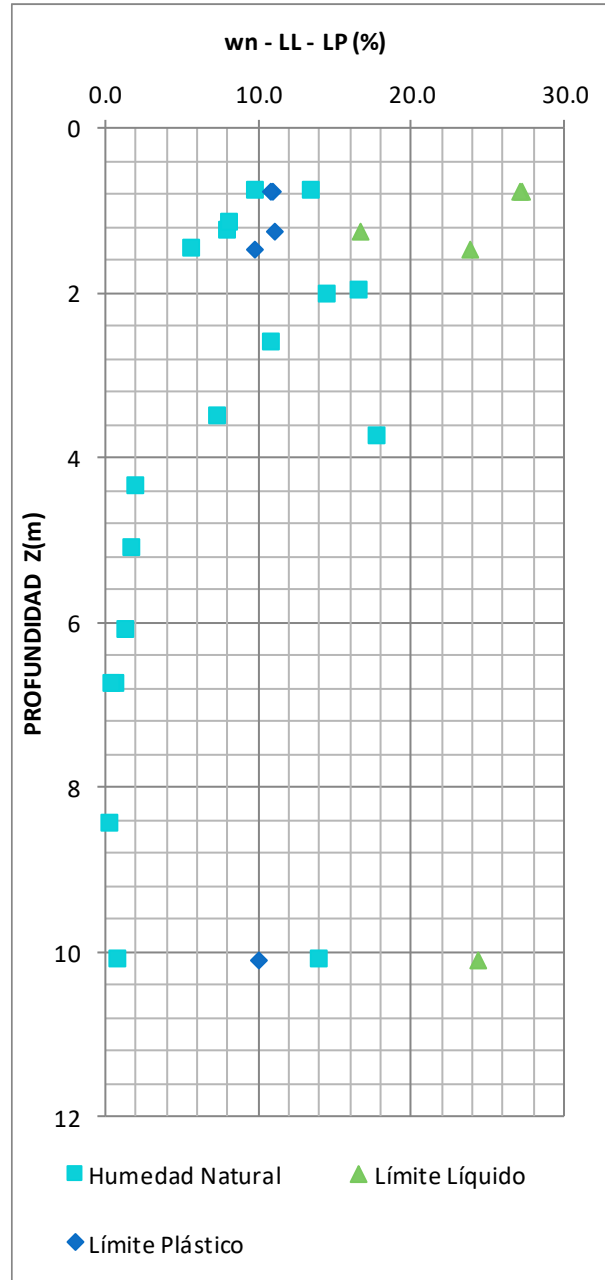


Ilustración 8-3 Variación de los límites de consistencia y la humedad natural en función de la profundidad.

Características Granulométricas:

Los resultados muestran que la fracción de suelo se compone aproximadamente en un 30 % de materiales finos, y un porcentaje de arena superior al 50 %. En la Ilustración 8-4 se aprecia la variación granulométrica con la profundidad.

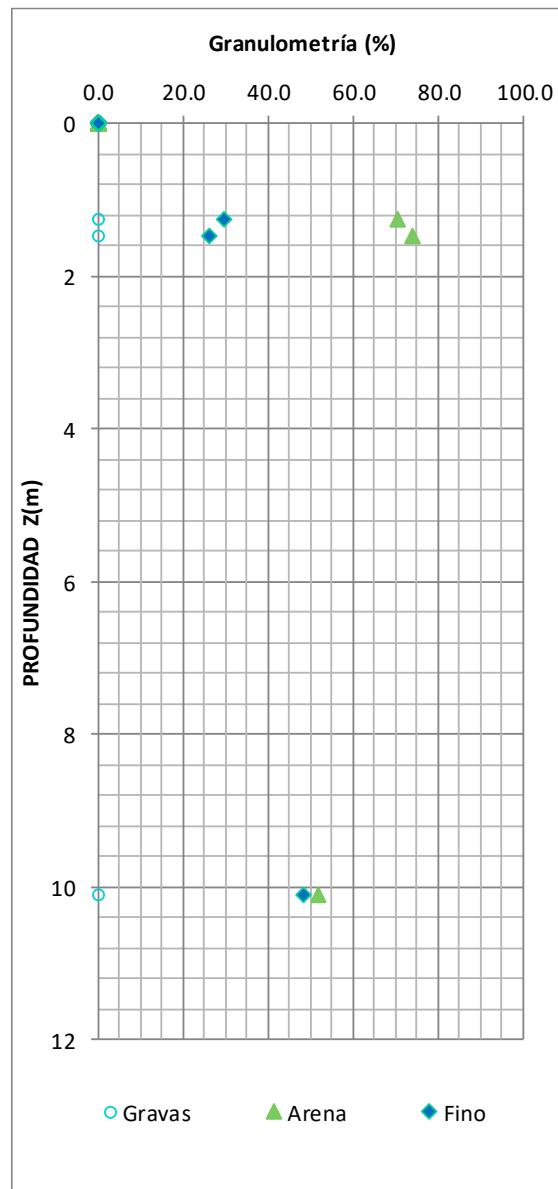


Ilustración 8-4- Granulometría en función de la profundidad

A continuación, se presenta la clasificación de la fracción de suelo encontrada en los sondeos realizados.

- **Suelo 1: Relleno antrópico:** El relleno se clasifica siguiendo el diagrama de la Ilustración 8-5, teniendo en cuenta los resultados de granulometría y de límites de consistencia como “Relleno antrópico compuesto por arena arcillosa”.

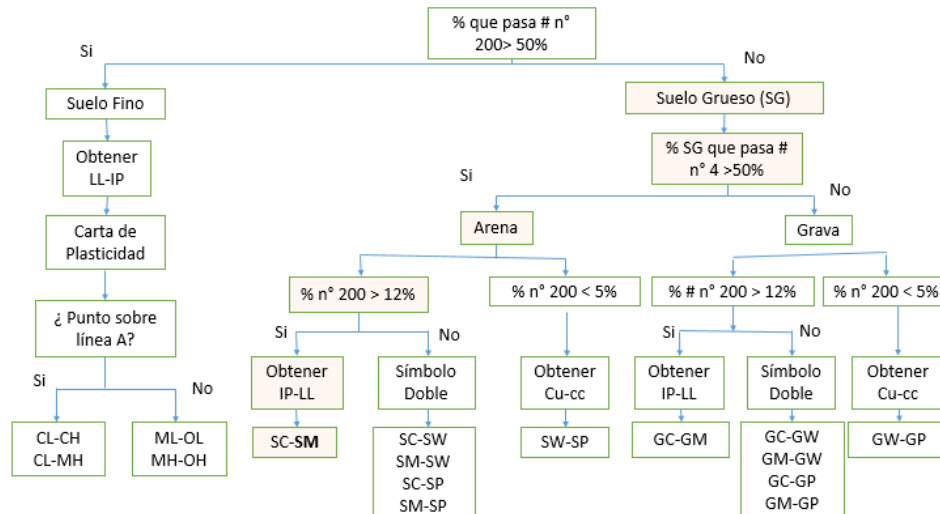


Ilustración 8-5- Clasificación de Relleno antrópico

- **Suelo residual:** Se clasifica siguiendo el diagrama de la Ilustración 8-5, teniendo en cuenta los resultados de granulometría y de límites de consistencia como *Arena arcillosa*.

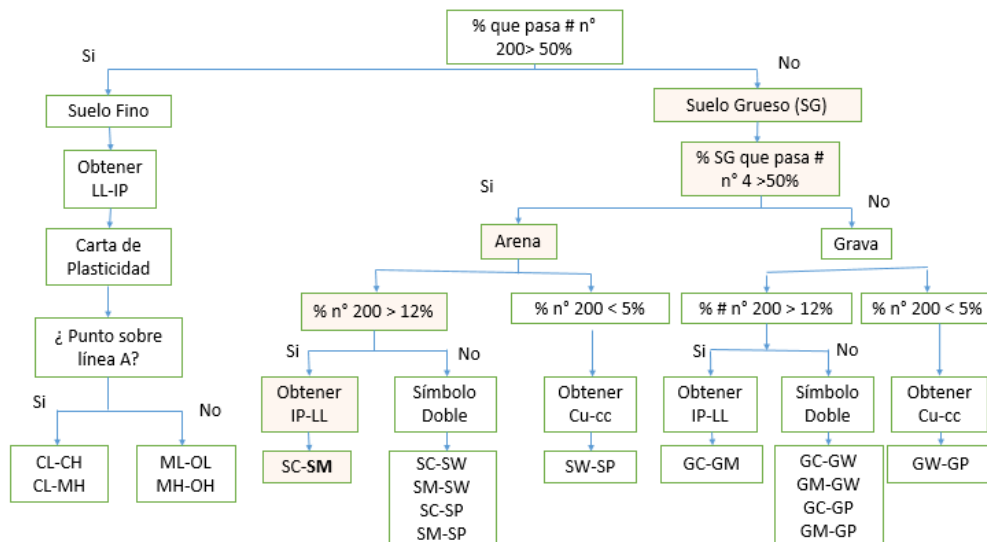


Ilustración 8-6- Clasificación de material de matriz areno-limosa.

Peso Unitario:

El peso unitario se evaluó con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados. En la Ilustración 8-7 se grafica la variación del peso unitario en función de la profundidad, se puede apreciar que tiene un valor medio de 2.2 t/m^3 y un valor máximo de 2.4 t/m^3 , el peso unitario seco varía entre 1.8 t/m^3 y 2.1 t/m^3 .

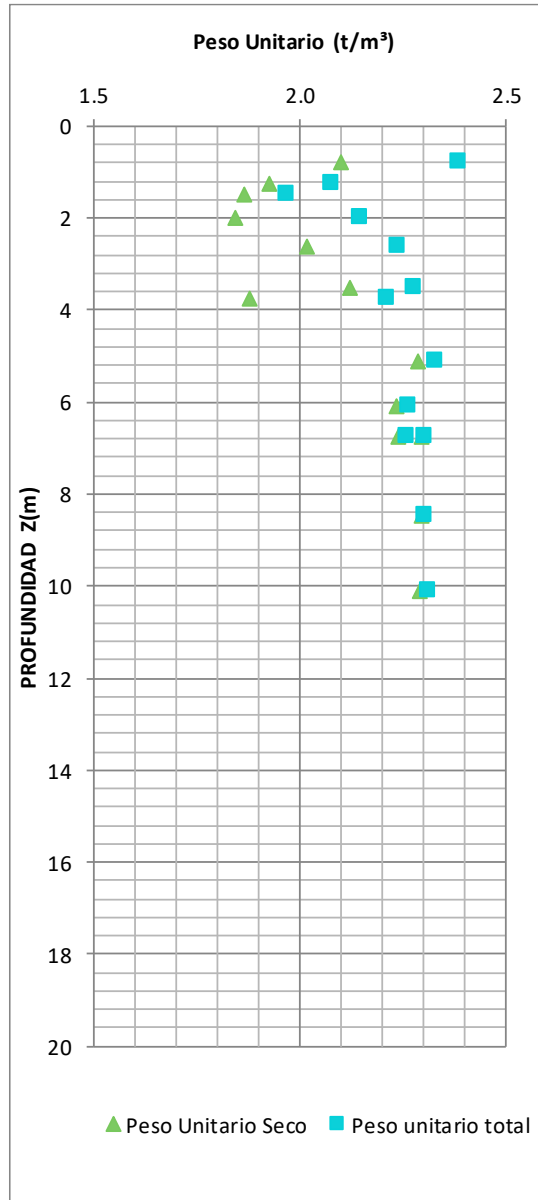


Ilustración 8-7- Peso unitario en función de la profundidad

Ensayos de resistencia

Para la estimación de los parámetros de resistencia, se realizaron ensayos de compresión inconfiada. A continuación se resumen los resultados encontrados.

Tabla 8-5. Ensayos de resistencia realizados

Ensayo	Material		Profundidad promedio (m)	qu (t/m ²)	σc (t/m ²)
Compresión inconfiada	S2	Suelo residual de arenisca.	1.98	43.76	
Compresión inconfiada	S3	Arenisca fracturada con esporádicos lentes de arcilla. (IV)	3.75	36.24	
Compresión inconfiada	S3	Arenisca fracturada con esporádicos lentes de arcilla.(IV)	5.10		2682.31
Compresión inconfiada	S4	Arenisca fracturada (III)	6.75		2822.39
Compresión inconfiada	S4	Arenisca fracturada (III)	6.1		2459.56
Compresión inconfiada	S5	Arenisca fina	10.10		2903.04

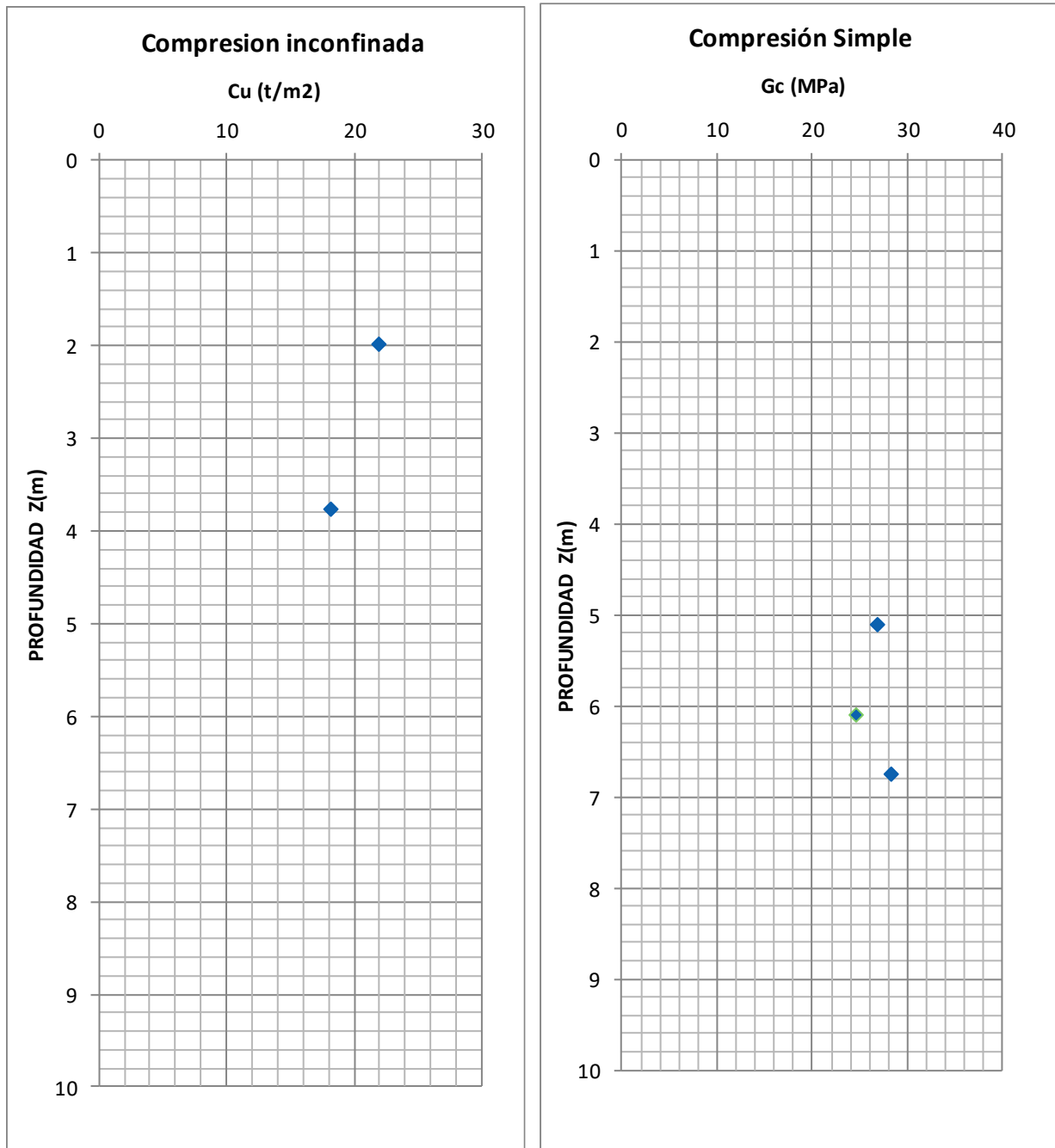


Ilustración 8-8- Variación de la resistencia a la compresión inconfiada

SPT

Los resultados del ensayo de campo SPT obtenidos de los sondeos realizados, son analizados para estimar la resistencia de los materiales presentes en el subsuelo.

En la Ilustración 8-9, se presenta el valor del número de golpes del ensayo SPT, se observa que para el relleno el N campo es menor a 20 golpes/pie, y para el *suelo residual* el número de golpes es superior a 30, lo que indica rechazo, este comportamiento obedece a la consistencia firme del material.

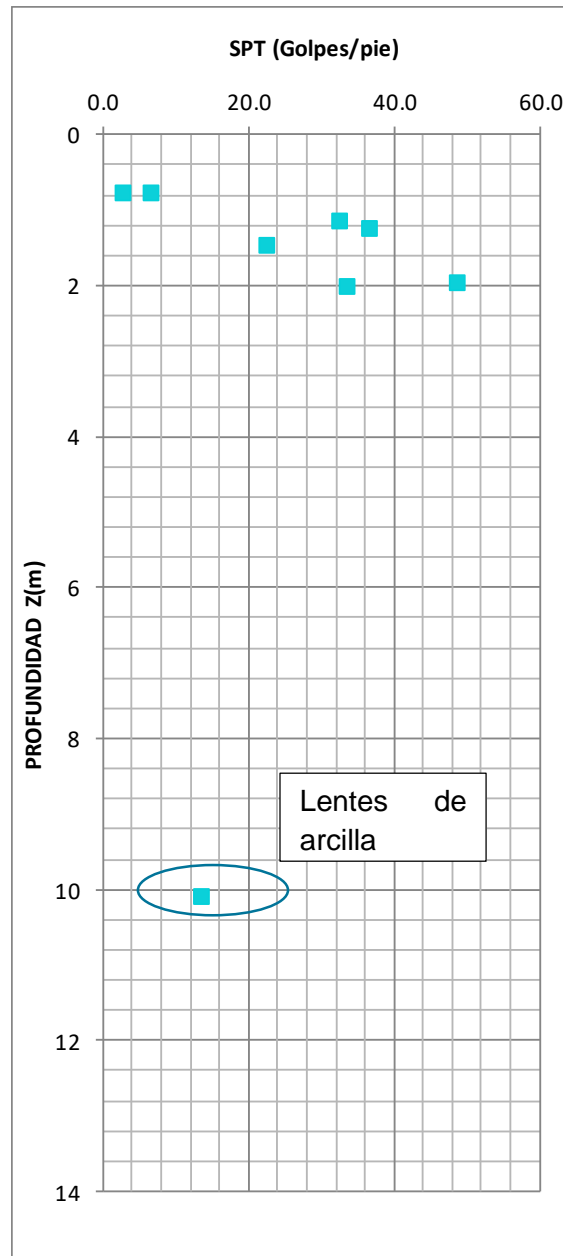


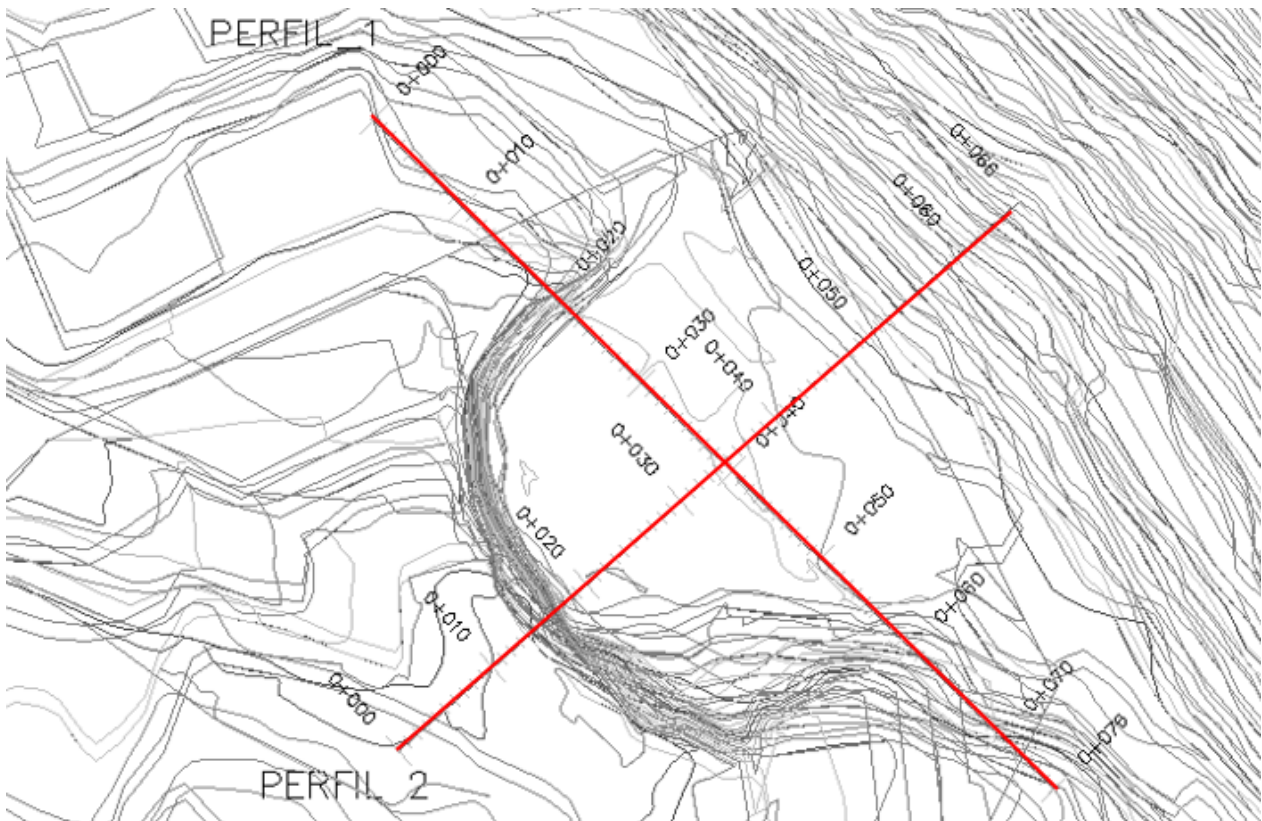
Ilustración 8-9. Gráfica SPT

9 MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

Recopilando la información geológica, ensayos in situ y resultados de laboratorio, se determinó el modelo geológico-geotécnico de la zona donde se ubicará la edificación. En general se encontró un perfil compuesto por un relleno antrópico sobre un suelo residual de arenisca de espesor aproximado de 2 m sobre un perfil de meteorización de arenisca fracturada, la roca parental es arenisca.

La Ilustración 9-1, presenta el modelo geológico geotécnico representativo en la zona de estudio. La información secundaria, de la perforación 20, permitió complementar la información obtenida en el presente estudio.

Ilustración 9-1-Vista en Planta perfil 1 y perfil 2



PERFIL 1

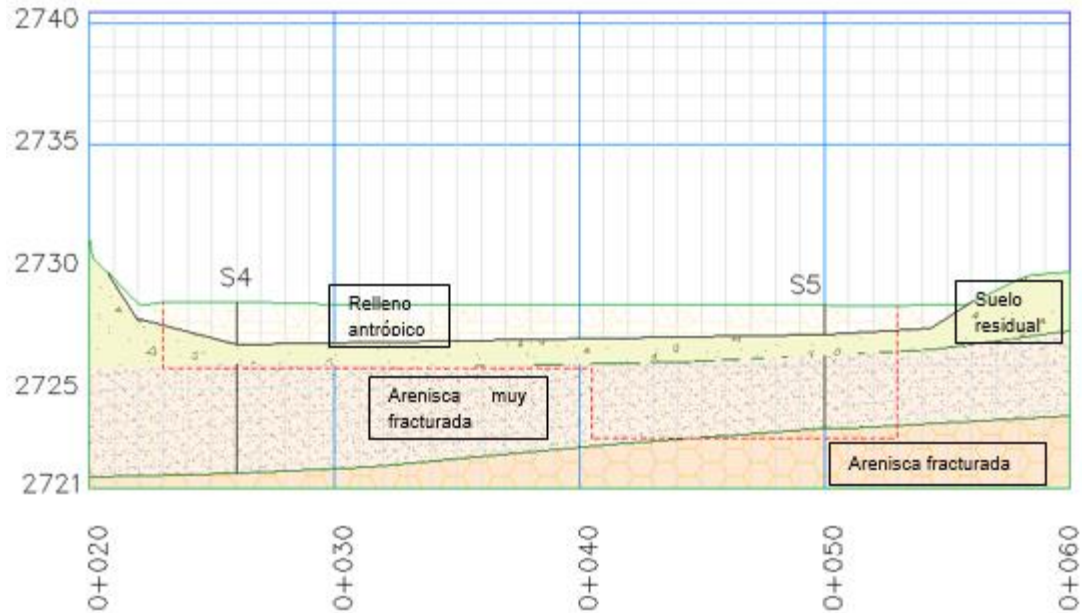


Ilustración 9-2- Modelo Geotécnico sección 1

PERFIL 2

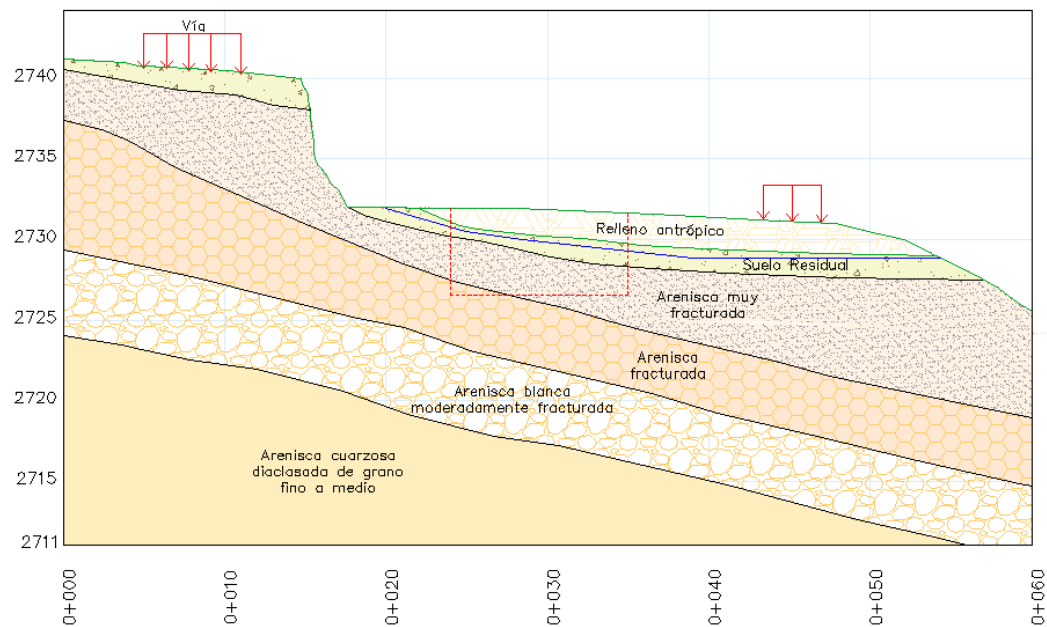


Ilustración 9-3. Modelo geotecnico sección 2

9.1 Parámetros representativos de modelo geológico geotécnico.

Los parámetros representativos del perfil del subsuelo que se obtienen obedecen principalmente a los resultados del ensayo de compresión inconfiada de cada una de las muestras ensayadas. Este valor es característico para los materiales y condiciones de sitio.

Para el material identificado como arenisca fracturada con lentes de arcilla con grado de meteorización 4, se realizó como ensayo de referencia la compresión inconfiada para una muestra de arcilla, como resultado se encontró una resistencia $q_u = 36.24 \text{ t/m}^2$.

Los parámetros de resistencia de la roca arenisca, se determinaron con el criterio de Hoek Brown, estimando la envolvente de rotura en el espacio de tensiones principales mediante los parámetros (SIGCI, m_i , GSI, y D) que se establecen a partir del tipo de roca y su grado de meteorización.

A continuación se presenta los parámetros asignados para cada estrato de arenisca identificado.

Arenisca muy fracturada (IV)
<p>Hoek-Brown Classification intact uniaxial compressive strength = 26.82 MPa GSI = 45 m_i = 17 Disturbance factor = 0.7</p> <p>Hoek-Brown Criterion m_b = 0.828 s = 0.0003 a = 0.508</p> <p>Mohr-Coulomb Fit cohesion = 1.008 MPa friction angle = 24.82 deg</p> <p>Rock Mass Parameters tensile strength = -0.011 MPa uniaxial compressive strength = 0.467 MPa global strength = 3.153 MPa modulus of deformation = 2524.31 MPa</p>
Arenisca fracturada III

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 26.41 MPa
GSI = 65 mi = 17 Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

mb = 2.485 s = 0.0063 a = 0.502

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 1.523 MPa friction angle = 33.83 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.067 MPa
uniaxial compressive strength = 2.070 MPa
global strength = 5.707 MPa
modulus of deformation = 7921.32 MPa

Arenisca Fina moderadamente fracturada

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 29.03 MPa
GSI = 80 mi = 17 Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

mb = 5.665 s = 0.0551 a = 0.501

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 2.396 MPa friction angle = 40.66 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.282 MPa
uniaxial compressive strength = 6.803 MPa
global strength = 10.431 MPa
modulus of deformation = 19694.13 MPa

Para el suelo relleno, se determinó sus parámetros de resistencia con el valor $N_{\text{corregido}}$ del SPT, y se validó con los parámetros provenientes de otras fuentes de información; por ejemplo, los determinados a partir de la línea de refracción sísmica en el estudio de amenaza vulnerabilidad y riesgo del metrocable de Bogotá.

La Tabla 9-1, presenta la gráfica de la obtención del ángulo de fricción ϕ , obtenido por kishida con el $N_{\text{corregido}}$, para el presente estudio, se toma un valor medio de ángulo de fricción de 26 °.

Tabla 9-1. Obtención parámetros resistencia SPT.

Sondeo	N_{campo}	NF	γ (t/m ³)	G_v' (t/m ²)	R_s	Cn Seed- Idriss	h_1		h_2	h_3	h_4	N_{corr}			F'_{equiv}
							USA	Japón				USA	Japón	Kishida	
S6_1	7	2.1	2.00	1.10	0.11	2.00	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	7.88	6.56	26.46	
S4_1	14	1.7	2.00	1.50	0.15	2.00	0.75	0.63	1.00	1.00	1.00	21.00	17.50	33.71	
S5_1	3	1.4	2.00	1.10	0.11	2.00	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	3.38	2.81	22.50	

Con la línea de refracción de información secundaria del estudio de amenaza vulnerabilidad y riesgo del metrocable de Bogotá 2015, se validó la información de los parámetros de resistencia los cuales se muestran en la Tabla 9-2.

Tabla 9-2. Resultados resistencia LRS

MATERIAL	EXPLORACIÓN GEOFÍSICA		CORRELACIÓN	
	Vs (m/s)	Vp (m/s)	c'(kNm ²)	φ°
Relleno Antrópico	203	380	0.02	28

Finalmente en la Tabla 9-3, se presentan las propiedades de los 5 materiales identificados en el perfil geotécnico.

Tabla 9-3 Parámetros de perfil geotécnico promedio

I D	Descripción	Peso unitario (t/m ³)	Cu (t/m ²)	σ c (t/m ²)	c (t/m ²)	Ø (°)	E(MPa)
1	Relleno antrópico	2			0	26	
2	Suelo residual areno arcilloso	2.1	21.88		4.4	6	
3	Arenisca muy fracturada con lentes de arcilla y con un grado de meteorización (IV)	2.3		2682	100	24.82	2524.31
	Nota: se ensaya núcleo de arenisca y muestra de arcilla						
4	Arenisca fracturada con lentes de arcilla y con un grado de meteorización de (III)	2.3		2641	152.3	33	7921
5	Arenisca fina clara, moderadamente fracturada	2.3		2903	239.6	40	19694

9.2 Condición de Agua subsuperficial.

El nivel de agua registrado, en los sondeos S4, S5 y S6, se encuentra entre 1.65 m y 2.1 m , tal como se muestra en la Tabla 9-4.

Tabla 9-4. Condición de agua subsuperficial

Perforación	S04	S05	S06
Profundidad (m)	1.65	1.37	2.1

10 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

Conforme a la norma sismoresistente NSR-10, se realizan análisis geotécnicos teniendo en cuenta suelos con características especiales, presencia de vegetación, ablandamiento cíclico o licuación, que permitan una adecuada elección del tipo y nivel de cimentación.

10.1 CONDICIONES GEOTÉCNICAS PARTICULARES

El predio se encuentra en zona de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa, por tanto con el fin de verificar que no existe algún condicionamiento para la licencia de construcción se anexa concepto de IDIGER.

10.2 ANÁLISIS DE SUELOS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Según las características físicas de los materiales que conforman la zona de estudio, obtenidas de los ensayos de caracterización (contenido de agua, peso unitario, límites de Atterberg, etc), se determinó que los suelos no presentan características de dispersión y colapsabilidad, de acuerdo a los criterios expuestos en H.9.2 y H.9.3 de la NSR-10.

10.3 PRESENCIA DE VEGETACIÓN

En la zona de implantación del proyecto, no se encuentran vegetación, por lo cual no se espera repercusiones de vegetación existente a las obras de cimentación y estabilización.

10.4 ANÁLISIS DE ABLANDAMIENTO CÍCLICO

Debido a las características geotécnicas del perfil del subsuelo el cual en su mayoría está compuesto por arenisca y suelo residual de arcillolita, en donde con el ensayo SPT (golpes /pie) se registraron valores de N_{campo} superiores a los 30 golpes, se establece que en la zona de estudio no se presenta ablandamiento cíclico.

10.5 TIPO Y NIVEL DE CIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta las características de los materiales encontrados, y del diseño arquitectónico propuesto en el cual se proyecta un sótano, se proyecta que la cimentación se realice en el material de arenisca muy fracturada (IV), estrato que se considera competente en términos de resistencia, por tal razón se propone el uso de cimentación superficial como losa de cimentación o zapatas.

10.6 CAPACIDAD PORTANTE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Se realizó una verificación de la capacidad de carga, aplicando la formulación para cimientos superficiales como zapatas o losa cuadrada para los cuales la relación $L/B = 1$, o en zapatas o cimientos rectangulares para los cuales la relación $L/B > 1$, incorporando las modificaciones correspondientes en cimientos en roca fracturada como se presentan en el texto Foundations on Rock de Duncan Wyllie.

En la Ilustración, se presenta, el ábaco de los resultados de capacidad portante admisible para losa, para zapatas cuadradas y rectangulares.

Tabla 10-1: Capacidad portante zapatas.

Edificio	Geometría					Factores de corrección cimentaciones superficiales	Capacidad portante roca fracturada	
Museo	L (m)	B (m)	L/B	B/L	Df (m)	Cf1	qadm (MPa)	qadm (t/m2)
Losa	29.14	10.6	2.75	0.36	2.75	1.12	1.6	156.6
Zapata	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.25	1.7	174.7
Zapata	1.50	1.50	1.00	1.00	5.00	1.25	1.7	174.7
Zapata	2.00	2.00	1.00	1.00	5.00	1.25	1.7	174.7
Zapata	0.80	1.00	0.80	1.25	5.00	1.12	1.6	156.6
Zapata	1.20	1.50	0.80	1.25	5.00	1.12	1.6	156.6
Zapata	1.60	2.00	0.80	1.25	5.00	1.12	1.6	156.6
Zapata	0.50	1.00	0.50	2.00	5.00	1.10	1.5	153.8
Zapata	0.75	1.50	0.50	2.00	5.00	1.10	1.5	153.8
Zapata	1.00	2.00	0.50	2.00	5.00	1.10	1.5	153.8

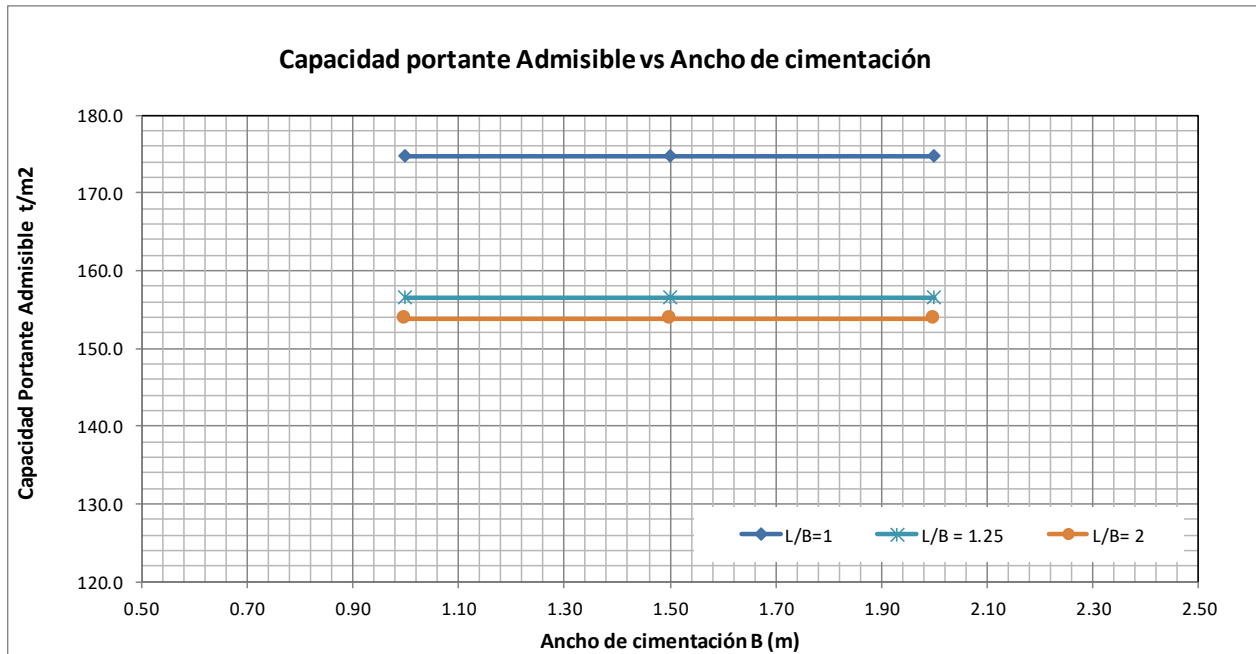


Ilustración 10-1. Capacidad portante zapatas

De la Ilustración 10-1, se observa que el valor de capacidad portante admisible en roca fracturada varía de 153 t/m^2 a 175 t/m^2 , siendo para zapatas cuadradas o con relación $L/B = 1$, de 175 t/m^2 , y para zapatas rectangulares con relación $L/B = 5$ de 153 t/m^2 , en todo caso con el fin de controlar asentamientos y evitar algún efecto de punzonamiento en las esquinas de las vigas de amarre de las zapatas, se recomienda que la relación L/B sea cercana a 1 y que el valor máximo de capacidad portante de diseño no exceda **$Q_{adm} = 50 \text{ t/m}^2$**

Adicionalmente se realizó un chequeo para un sistema de losa con las dimensiones en planta del nivel de cimentación de la edificación, $10.6 \text{ m} \times 29.14 \text{ m}$, dando un esfuerzo admisible de 153 t/m^2 , se recomienda que en todo caso el valor máximo de Q_{adm} sea de **50 t/m^2** .

Es importante que para cualquier combinación de zapata o en la losa, se garantice un empotramiento mínimo de 1 m en el estrato identificado como arenisca muy fracturada (IV).

El **Anexo 7**, presenta las memorias de cálculo correspondientes.

10.7 ASENTAMIENTOS

El cálculo de deformaciones se realizó con base en la teoría elástica, considerando los parámetros del suelo que se presentaron en el capítulo 8. En la Tabla 10-2 se presentan los asentamientos estimados, se observa que, para cualquier combinación, el asentamiento se encuentra dentro de los límites de servicio establecidos en la NSR - 10.

Se adoptó como valor de esfuerzo a nivel de cimentación de 50 t/m^2

Tabla 10-2 Asentamientos elásticos

Ed	Tipo cimentación	B (m)	B/L	L/B	Q _{neta} (t/m ²)	E _s (t/m ²)	μ _s	α	S _e (mm)	K _v (kN/m ³)	P _{adm} (t)
1.00	Zapatas	1.0	1.0	1.0	50	8740	0.35	0.988	5.0	10085.83	50.00
1.50	Zapatas	1.5	1.0	1.0	50	8740	0.35	0.988	7.4	6723.88	112.50
2.00	Zapatas	2.0	1.0	1.0	50	8740	0.35	0.988	9.9	5042.91	200.00
1.25	Zapatas	1.0	1.25	0.8	50	8740	0.35	0.880	4.4	11318.70	40.00
1.88	Zapatas	1.5	1.25	0.8	50	8740	0.35	0.880	6.6	7545.80	90.00
2.50	Zapatas	2.0	1.2	0.8	50	8740	0.35	0.880	8.8	5659.35	160.00
2.00	Zapatas	1.0	2.0	0.5	50	8740	0.35	0.674	3.4	14778.32	25.00
3.00	Zapatas	1.5	2.0	0.5	50	8740	0.35	0.674	5.1	9852.22	56.25
4.00	Zapatas	2.0	2.0	0.5	50	8740	0.35	0.674	6.8	7389.16	100.00

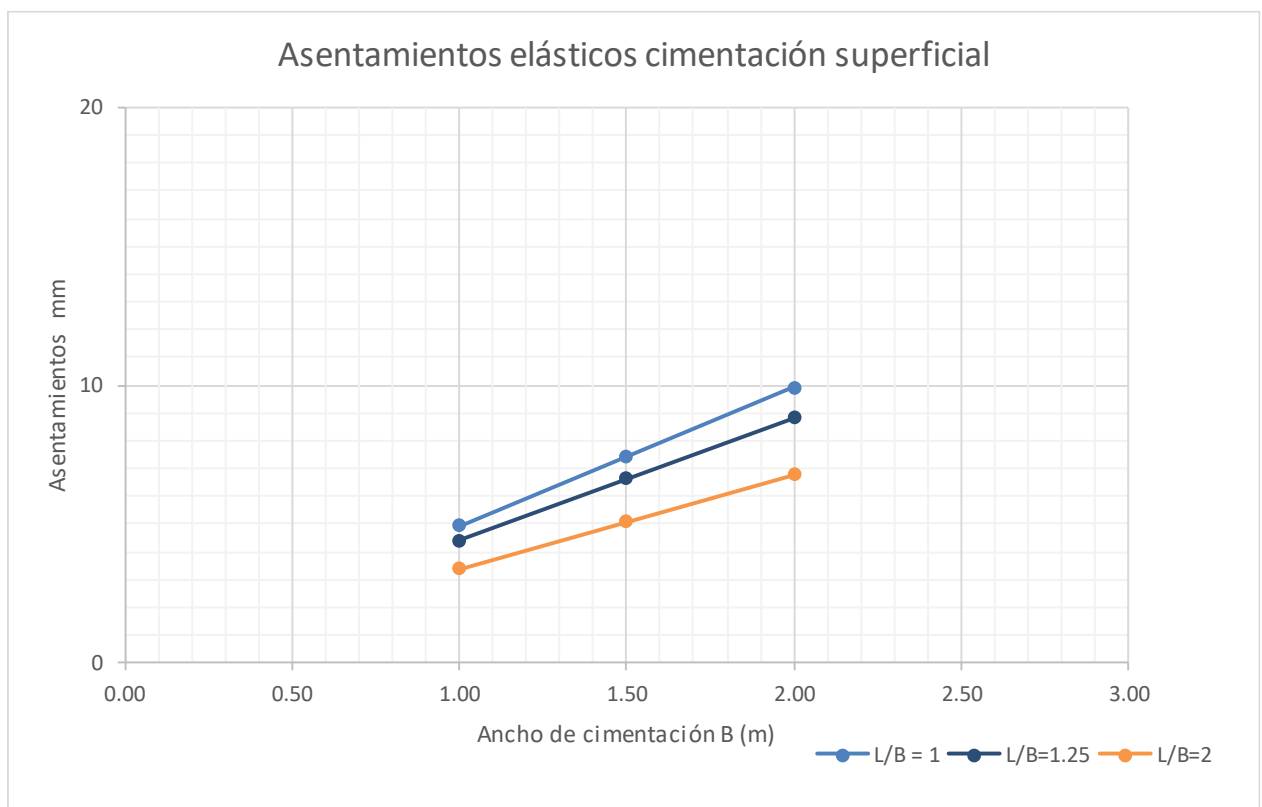


Ilustración 10-2. Asentamientos elásticos

Los asentamientos elásticos esperados son inferiores a 1 cm.

10.8 EXCAVACIONES Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Con base a la arquitectura suministrada, se requiere realizar un semiótano, el cual implica que se realicen cortes en su mayoría en relleno y en suelo residual, y en arenisca fracturada el máximo corte alcanza una profundidad de 5.4 m y el menor alcanza una profundidad de 2.7 m por debajo del nivel actual del terreno, por tanto posterior a generar taludes en corte se debe instalar estructuras de contención que garanticen la estabilidad en las paredes de la excavación y por ello se propone que la excavación se realice con el procedimiento berma talud.

10.8.1 Condición de análisis de estabilidad

La evaluación de la estabilidad se realizó con el método de equilibrio límite analizando la superficie de falla planar para el estrato de arenisca fracturada con el criterio de resistencia de Hoek y Brown y superficie de falla rotacional en el suelo residual con el criterio de resistencia de Mohr Coulomb por los métodos de Bishop simplificado y Spencer y con la escogencia de diversas superficies de falla.

En el modelo bidimensional se representó la topografía de la zona, la geometría de la excavación, y los elementos principales de la pilon 20 tales como: longitud de pilotes, dimensiones de dado en concreto, y la sobrecarga de 216 kN/m, también se representó algunas sobrecargas externas como la sobrecarga de la vía.

Como resultado de la modelación, en la condición crítica con sismo y saturación, se evalúa el factor de seguridad con el método de Bishop y Spencer, encontrando que para el corte crítico de 5.4 m, se obtienen factores de seguridad superiores a 1 (NSR 10), y se garantiza la estabilidad general del sistema.

10.8.2 Sección de análisis

Se realizó el análisis de estabilidad para la sección 2, mostrada en la Ilustración 9-3. A continuación se presenta el modelo general en el cual los estratos de arenisca fracturada se simularon con el criterio de resistencia de Hoek y Brown, mientras que el suelo residual y el relleno con el de Mohr Coulomb.

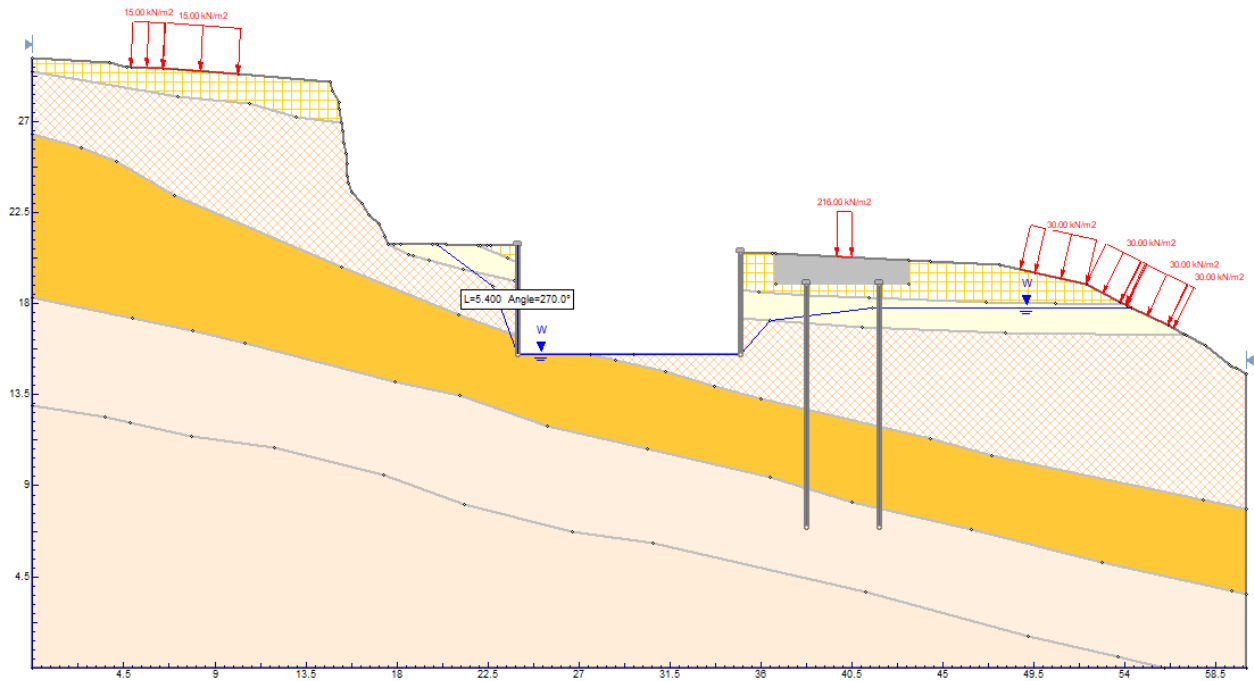


Ilustración 10-3. Modelo general de estabilidad

A continuación, se presenta los resultados de los modelos realizados con falla planar, se observa que el factor de seguridad para la condición crítica con obras es superior a 10, con un cortante de diseño en los muros de contención corresponde a 100 kN. con esta característica se determina que el factor cumple con el mínimo requerido por la NSR-10.

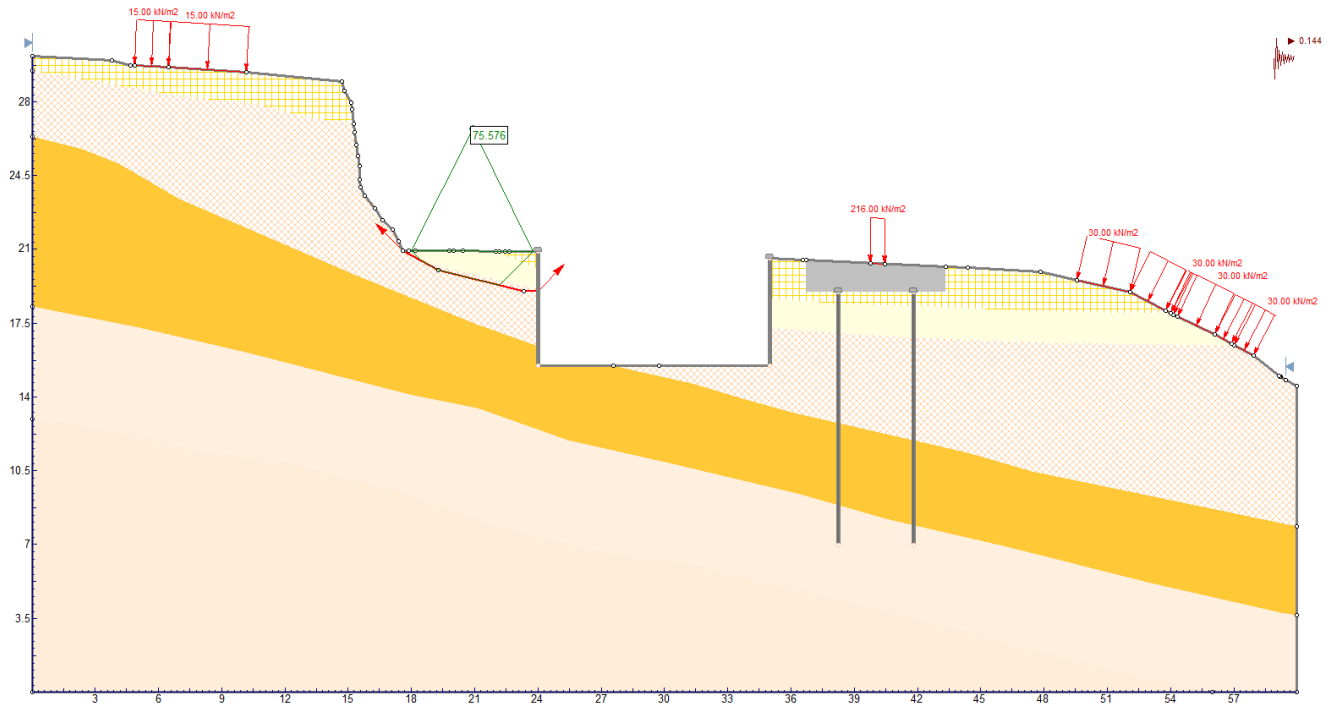


Ilustración 10-4, Modelo de estabilidad.Falla planar

Para el caso de falla rotacional se observa que el factor de seguridad es mayor a 6, por tanto, se determina que el factor cumple con el mínimo requerido por la NSR-10.

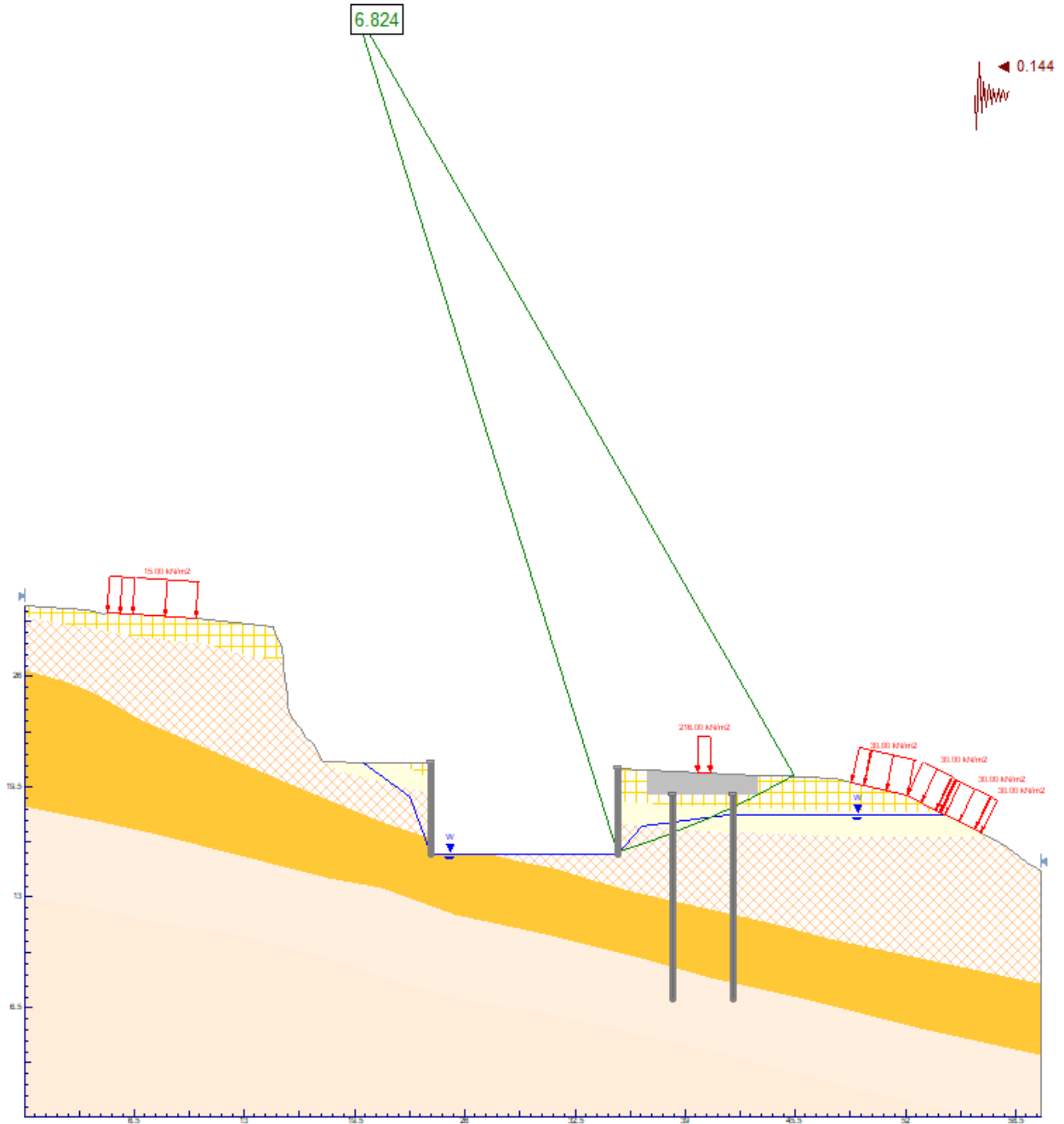


Ilustración 10-5. Modelo de estabilidad Falla rotacional

10.9 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN Y PROTECCIÓN A CONSTRUCCIONES ALEDAÑAS

10.9.1 Sistema temporal

Teniendo en cuenta que la excavación se proyecta en relleno, suelo residual y arenisca muy fracturada, se recomienda seguir un procedimiento de excavación berma talud por secciones controladas y la instalación de un concreto lanzado con malla electrosoldada conforme se vaya excavando, especialmente para garantizar la estabilidad del relleno antrópico que se encuentra sobre el suelo residual.

10.9.2 Muro de contención

Los muros de contención se recomiendan adosado a la losa de cimentación, se fundirán con formaleta, se realizará la excavación en tramos intercalados de 2.50 metros, verificando que no se presente desestabilizaciones en éstas.

Se realizará una excavación con taludes de 1H:2V, se realizarán cortes principalmente sobre el material de relleno y suelo residual.

Los empujes laterales que actúan sobre los muros propuestos, se determinaron con base a la propuesta de Coulomb, asumiendo una condición crítica de cohesión de 0, a continuación se presenta los valores y ábacos correspondientes.

Tabla 10-3, Coeficientes de presión

COEFICIENTES DE EMPUJES DE TIERRAS		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Material
ϕ	Angulo de fricción del material de corte*	6.00
α	Angulo de inclinación de la superficie	0.00
β	Angulo de inclinación del muro	90.00
δ	Angulo de ficción entre el relleno y el muro	4.00
Kh	Coeficiente de aceleración horizontal (g)	0.14
Kv	Coeficiente de aceleración vertical (g)	0.00
θ^*	$\tan^{-1}(Kh/(1-Kv))$	7.97
Ka	Coeficiente de presión activa	0.770
Kae:	Coeficiente de presión activa con sismo	1.015

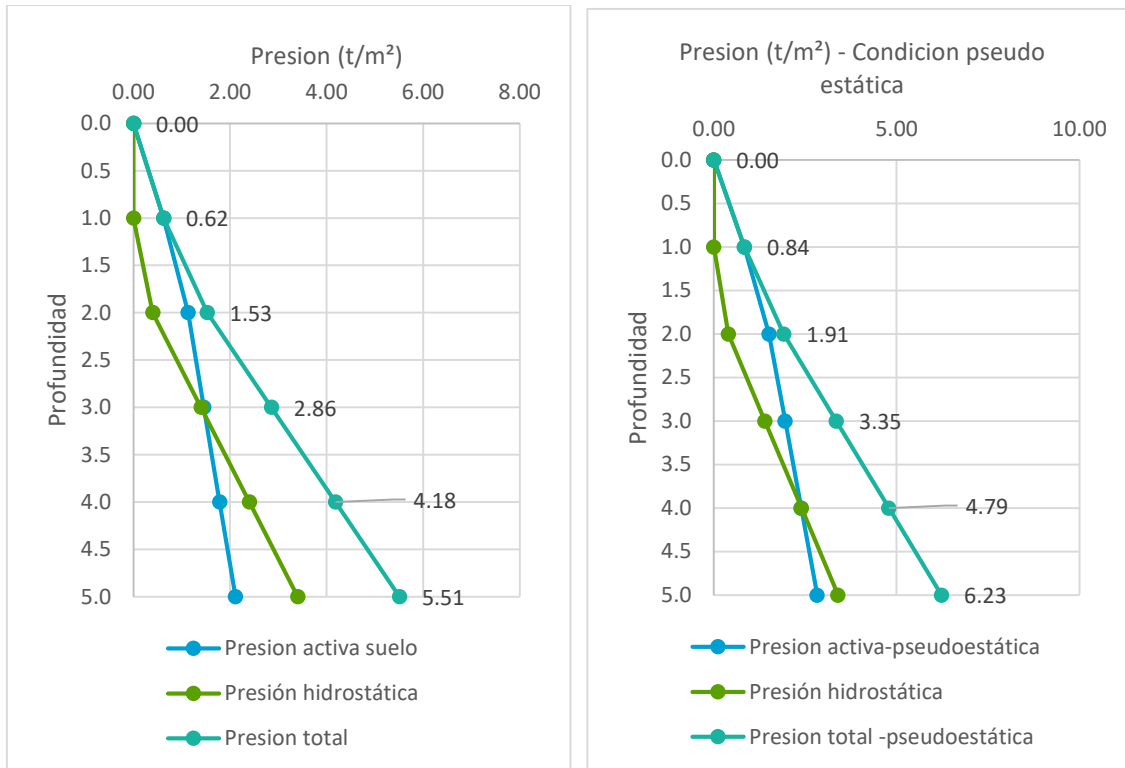


Ilustración 10-6. Diagrama de presión estático pseudoestático

Para que el sistema de contención funcione idóneamente se deberá garantizar que detrás del sistema de contención se realicen filtros que capten el agua lluvia o el agua proveniente de posibles fugas y las lleve al sistema de alcantarillado por gravedad o el caso de requerirse por un sistema de bombeo.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el predio donde se construirá el edificio de equipamientos culturales de la Pilona 20, se encontró un perfil geotécnico conformado por un relleno antrópico de aproximadamente 1 m de espesor sobre un suelo residual de arenisca que suprayace una arenisca fracturada, la roca parental es arenisca.

La cimentación se realizará en el estrato identificado como “*arenisca muy fracturada (IV)*”, y se debe garantizar una profundidad de empotramiento mínima de 1 m a partir del nivel inferior de la excavación que se proyecta a 2.7 m y 5.4 m desde el nivel actual del terreno; la cimentación recomendada es superficial tipo losa de cimentación,.

En los resultados de capacidad portante y asentamientos, se estimó un valor máximo de capacidad portante de 50 t/m², y asentamientos inferiores a 5 cm, por tanto, se determina que se cumplen los criterios de límite de servicio y límites resistencia establecidos en la norma sismo resistente.

Se excavará con maquinaria y en ningún caso se utilizará explosivos para fracturar la roca, ya que esta acción puede generar vibraciones indeseables en la pilona 20.

Los cortes que se realicen deben estar expuestos el menor tiempo posible para evitar desprendimiento de material e infiltraciones de agua que afecten la estabilidad del terreno durante el proceso constructivo de la cimentación.

11.1 Proceso constructivo de excavación

Para garantizar la estabilidad de la excavación y de las estructuras vecinas, se propone el proceso de excavación mediante la conformación de bermas y talud de corte, con las siguientes recomendaciones.

La profundidad de la excavación, en su mayoría es de 2.75 m, y alcanza un valor máximo de 5.40 m en la zona donde se proyecta el semisótano que se encuentra entre ejes 1, 2, 3 y 4.

La excavación se realizará en dos niveles como se muestra en la Ilustración 11-1 y realizando bermas y taludes por secciones controladas, vista en planta, desde la sección central y ampliando la excavación en secciones del centro a las paredes de la excavación, estas secciones no tendrán más de 2.50 m y se excavarán intercaladas entre sí, una vez excavada se debe ir fundiendo el muro, dejando como últimas secciones de excavación las esquinas del sótano.

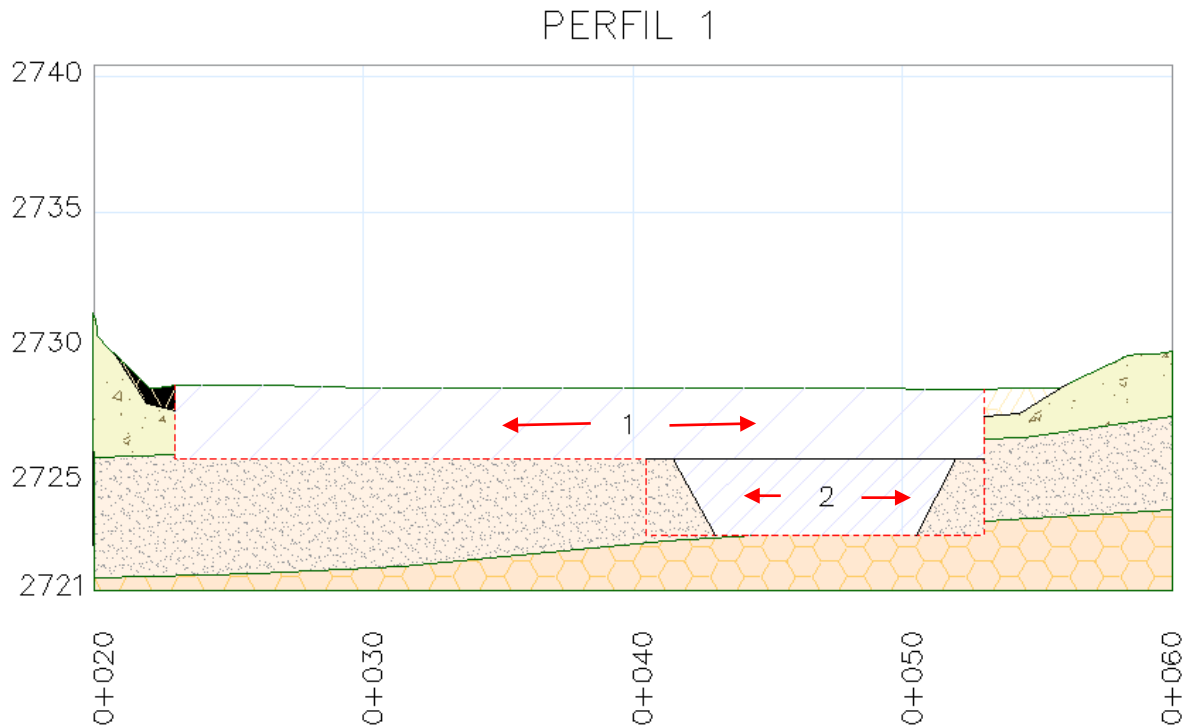


Ilustración I I-I. Secuencia de excavación


Una vez acabada la excavación central se procede a la excavación de las secciones intercaladas del centro de la excavación hacia los muros usando el mismo procedimiento, al finalizar cada sección se debe iniciar el fundido del muro lo más pronto posible. No se debe excavar la sección continua hasta que esta esté fundida.

Nota: Durante todo el proceso de la excavación se debe tener monitoreo constante por parte de un equipo de topografía el cual debe llevar un seguimiento de las estructuras vecinas, fondo de excavación y vías aledañas con al menos una periodicidad de dos veces en cada semana.

Se recomienda la instalación de los filtros propuestos en el numeral siguiente en los muros de la excavación continuos al edificio.

La estructura del edificio deberá irse construyendo a medida que se excava, de tal forma que, por efecto del peso de la estructura, se aumente el factor de seguridad en la excavación.

El proceso constructivo deberá ser analizado detalladamente por el Ingeniero Estructural, cuyo diseño estructural deberá ser consecuente con el proceso constructivo. De esta forma dará el aval de acuerdo con las características de resistencia y rigidez de los elementos empleados

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

11.2 Plan de contingencia para excavaciones

En este numeral se presenta una estructura estratégica y operativa de carácter preventivo, predictivo y reactivo que busca ayudar a controlar las situaciones de emergencia que se puedan manifestar por la actividad de excavaciones en el proyecto.

En el plan se determina el área de influencia del proyecto, los elementos vulnerables, los riesgos potenciales, las personas que deben ser involucradas, los mecanismos de aviso a las autoridades, los mecanismos de capacitación al personal, el listado de elementos necesarios para atender una emergencia, los sitios más cercanos al proyecto donde se pueden adquirir estos elementos y el diseño de sistemas de control de contingencia.

Este plan abarca todo lo influyente en las actividades de excavación.

11.2.1 Objetivos

11.2.1.1 Objetivo General


El objetivo general del plan de contingencia es guiar el diseño y realización de actividades dirigidas a prevenir, mitigar y corregir los daños que puedan darse por las actividades de excavación, así como brindar al ejecutor de las obras una herramienta estratégica, operativa e informática que permita coordinar la prevención, el control y la anulación por parte de todos los sectores involucrados, de los efectos nocivos de estos daños, buscando que las consecuentes emergencias se atiendan bajo criterios unificados y coordinados.

11.2.1.2 Específicos

- ✓ Identificar los riesgos potenciales del proyecto causados por la excavación junto con los elementos vulnerables que se ven expuestos a estos.
- ✓ Establecer las medidas de prevención, estrategias de respuesta ante sucesos y programas de apoyo.
- ✓ Definir los niveles de activación, prioridades de protección y propiedades de acción, en función de los escenarios de riesgo asociados a las actividades de construcción del proyecto.

11.2.2 Localización y área de influencia del proyecto

El área de influencia para este tipo de proyectos puede variar según las actividades que se realicen en la etapa de construcción y en las condiciones y características de la zona. Para este proyecto se estableció un área de influencia determinada por un buffer de 20 metros a partir del límite perimetral del área de intervención.

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

A partir de esta área se empieza a estructurar las actividades del plan de contingencia para el proyecto.

11.2.3 Identificación de Amenazas

Teniendo en cuenta las características del proyecto y que las excavaciones se realizaran a cielo abierto, se contemplan dos tipos de amenaza, asociadas a procesos de remoción en masa locales, estos son:

- Colapso superficial de una masa de suelo (falla superficial)
- Falla de estructuras de contención temporal

Vale la pena recalcar que el plan de manejo ambiental del proyecto debe considerar las amenazas tanto exógenas como endógenas a que dé lugar el desarrollo y la construcción del proyecto, fuera de las ya expuestas en este plan.

11.2.4 Identificación de elementos vulnerables

Los elementos expuestos se definen como *“la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza”* (Ley 1523 de 2012).

En este sentido, los elementos expuestos serán las vías y viviendas adyacentes a la edificación, así como el personal vinculado de alguna manera a las actividades de excavación, quienes se encuentran expuestos de manera directa a las diferentes situaciones de emergencia que pudieran presentarse.

11.2.5 Riesgos Potenciales

Los escenarios de riesgo surgen de la interacción de los factores de riesgo (amenaza y vulnerabilidad) en un espacio y momento dado. Para este caso en específico se valora un riesgo por procesos de remoción en masa, asociado a fallas superficiales y a fallas en los sistemas de contención temporal que pueden afectar las vías y viviendas adyacentes.

Para mitigar este riesgo el informe geotécnico planteo, diseño y recomendó una serie de medidas de contención, que incluyen la conformación de un escenario de excavación por etapas, taludes de corte temporales y sistema de drenaje que garantizan la estabilidad de las obras y su afectación a los elementos expuestos.

No obstante, modificaciones en el proceso constructivo o variaciones significativas en las condiciones del suelo pueden generar riesgos potenciales para el desarrollo del proyecto por lo cual la firma constructora debe contemplar una supervisión técnica realizada de acuerdo con lo establecido en el Título I de la NSR-10, junto con el acompañamiento de la presente consultoría.

11.2.6 Plan de contingencia


Ilustración 11-2 Estructura del plan de contingencia



En este se define como se organiza y coordina el Plan de Contingencias y se establecen claramente las correspondientes líneas de mando y los grupos o brigadas responsables.

El éxito del plan de contingencias radica en el trabajo conjunto, organizado y coordinado entre las personas que hacen parte del proyecto, por lo cual es indispensable la conformación de brigadas con funciones, áreas y situaciones de acción definidas, garantizando una respuesta oportuna a las situaciones de emergencia que se puedan manifestar durante las actividades de excavación en el proyecto.

Página 63

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

conocer el plan y responder en forma inmediata cuando se dé aviso de una emergencia en el frente de trabajo.

Capacitaciones y simulacros

De acuerdo con las características del auditorio y las temáticas a tratar, el responsable de las capacitaciones preparará material didáctico, ayudas audiovisuales, sesiones con expertos externos (corporaciones, defensa civil, bomberos, etc.), folletos, entre otros elementos que generen memoria sobre las temáticas tratadas, para lo cual se deberá dejar registro de las capacitaciones realizadas y evidencia de las mismas. En las charlas de entrenamiento para brigadistas es necesario evaluar a los participantes al final de la jornada para determinar si el conocimiento fue adquirido y los aspectos que requieren refuerzos.

Recursos físicos para la atención de emergencias

Se contará con equipos contra derrames en todas las unidades móviles y en las diferentes áreas del proyecto y equipos de movimientos de tierra y remoción de escombros, que serán asignados en el momento de la emergencia para que integren oportunamente el grupo de atención de emergencias. Además, se contará, como mínimo, con los siguientes equipos para la atención, los cuales permanecerán en las instalaciones de campamentos o en un lugar debidamente identificado:

- Botiquín
- Camilla
- Inmovilizador ortopédico
- Kit antiderrame: guantes de nitrilo, cepillo o escoba, barrera absorbente, material absorbente, cinta de seguridad, bolsas rojas, recogedor o pala plástica, rótulos o marcador.

Durante la fase constructiva, el Contratista atenderá a los usuarios durante las 24 horas del día, para lo cual contará con los siguientes elementos ubicados en la zona adquirida como campamento

- Un (1) carro taller
- Una (1) grúa para movilización de vehículos grandes
- Una (1) grúa para movilización de vehículos pequeños
- Una (1) ambulancia TAM, para permitir la atención médica durante el traslado del paciente.
- Una (1) cama baja

11.2.8 Plan informativo o de comunicación

El plan informativo tiene como finalidad definir los mecanismos de comunicación del riesgo, tanto en acciones preventivas, como durante el suceso de una emergencia originada por alguna de las amenazas identificadas, además de relacionar las autoridades regionales y las entidades para la atención de emergencias, siendo este plan transversal al plan de contingencia.

Según el tipo, magnitud y efecto de las contingencias presentadas, para su atención será necesario el apoyo de las entidades de atención a emergencias y desastres y las autoridades locales que logren controlar la emergencia presentada. Por lo tanto, es necesario facilitar al personal los contactos de estas entidades por medio de un directorio de organismos de socorro, el cual se relaciona en la Tabla 11-1.

Tabla 11-1 Directorio telefónico de entidades

COBERTURA	ENTIDAD DE EMERGENCIA	NUMERO DE CONTACTO
Nacional	Línea de Emergencias Nacional	123
	Defensa civil	144
	Cruz Roja	132
	Bomberos	119

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente SAS, 2018

Todo el personal del proyecto será capacitado periódicamente en torno al Plan de contingencias con énfasis en los siguientes temas: tipos de emergencias que podrían presentarse en las áreas de trabajo, plan de evacuación, rutas de evacuación y puntos de encuentro.


11.2.9 Plan operativo

El plan operativo contiene los procedimientos necesarios para afrontar las situaciones de emergencia que puedan presentarse por las actividades de excavación, que se identificaron como fallas superficiales y fallas de los elementos de contención temporal.

Estrategias de prevención

Las acciones de prevención reducen la probabilidad de ocurrencia de una emergencia y durante el desarrollo de ésta, evitan que se extienda hacia otras áreas.

- Cercado del predio donde se realizaran las excavaciones.
- Se deben detectar la ubicación de tuberías de agua, colectores, gas, electricidad etc.
- El personal debe contar con los elementos de protección personal para la ejecución de las actividades.
- Se debe planificar el personal en función del volumen de tierra a remover
- Se debe evitar trabajar en días de lluvia.

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

- Monitoreo continuo por medio de inspección visual, durante obra.
- Llevar a cabo las recomendaciones planteadas en los numerales anteriores y el capítulo 8 del proceso constructivo, así como llevar a cabo las obras complementarias.

Estrategias de atención de la emergencia:

Las estrategias para atender la emergencia tienen un componente de prevención de desastres, ya que se plantean mediante un conjunto de medidas y acciones diseñadas a partir de la evaluación de riesgos, de las condiciones generales de la población y de las características particulares para cada uno de los factores detonantes.


Las estrategias para atender emergencias buscan cumplir los siguientes objetivos:

- Determinar los niveles de alerta de la emergencia, de acuerdo con la magnitud de la misma.
- Evitar o disminuir el nivel de afectación sobre los habitantes y sus actividades, proteger el medio ambiente y atender eficientemente las quejas y reclamos que ocasione la emergencia.
- Minimizar los costos ambientales, urbanísticos y financieros producidos por la emergencia.
- Optimizar el uso de los recursos disponibles de las entidades.

Para la definición del tipo de acciones a seguir durante la atención de la emergencia es importante evaluar las distintas limitaciones que pueden afectar esta labor

- Las condiciones meteorológicas y climáticas prevalecientes durante el desarrollo de la emergencia.
- Las condiciones físicas, económicas y sociales de la población afectada.
- El funcionamiento de las entidades de apoyo y de las instituciones de salud.
- La disponibilidad del personal de las brigadas y demás grupos de apoyo.
- El entrenamiento del grupo de respuesta.

Reporte de la emergencia

	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO EQUIPAMIENTOS CULTURALES CIUDAD BOLÍVAR – PILONA 20</p> <p>VERSIÓN I</p>	<p>JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE NIT 830084684-9 Cra 42 No. 22A-03 Bogotá D.C., Colombia +57 3118538700 +57 1 2440222 info@jam.com.co www.jam.com.co</p>
---	--	--

La notificación o aviso es el primer reporte de presunción o evidencia de una emergencia y puede ser generado por cualquier persona empleado u operario que se encuentre en el área y detecte la situación, el cual deberá dar aviso inmediato a su superior, quien inmediatamente avisará al coordinador de atención a emergencias, quien informara oportunamente a los jefes de brigada de ser necesario.

Una vez conocida la emergencia, se dará la señal previamente definida por el coordinador de atención de a emergencias acordada en las capacitaciones previas, por lo tanto, todo el personal debe conocer la señal y saber reaccionar ante esta.

Los operarios y personal del frente de obra deben conocer y tener conocimiento del grado de responsabilidad propio y la importancia que tiene minimizar los riesgos de pérdidas humanas y naturales en el momento de presentarse una emergencia, para lo cual se deben seguir las instrucciones en el siguiente orden:

1. Suspender las actividades
2. Comunicar la señal de alarma a sus compañeros
3. Desconectar máquinas y equipos eléctricos
4. Guardar la calma
5. Salvaguardar elementos de carácter técnico y operativo
6. Dirigirse al sitio de evacuación previsto (a medida que el frente de obra se desplace, se debe fijar el punto de encuentro)
7. Atender las recomendaciones de los jefes de brigada
8. Circulación estrictamente por la derecha
9. No devolverse por ningún motivo
10. Dar prioridad a las personas mayores, mujeres y menores.

En caso que la falla sepulte o entierre alguna persona la brigada de rescate, organizara las actividades para:

- 1) Hacer del área de rescate un lugar seguro
- 2) Excavar el suelo colapsado para rescatar a la(s) personas enterradas
- 3) Simultáneamente llamar a los organismos de socorro.

En caso de una contingencia, ante todo debe considerarse el tipo de emergencia, su causa y sus posibles consecuencias.

1.3 Recomendación de manejo de aguas

Se recomienda la instalación de filtros tipo Alveodren o similar ubicados en el trasdós del sistema de contención definitivo.

En la Ilustración 11-7, se presenta el esquema en planta donde irán ubicados los filtros, estos filtros deberán descolar al sistema de alcantarillas según diseños hidráulicos.

El filtro Alveodren consiste en una estructural alveolar isotrópica geosintética compuesta por un centro en polietileno de alta densidad, tiene como función del drenaje con alta capacidad de conducción y evacuación del agua.

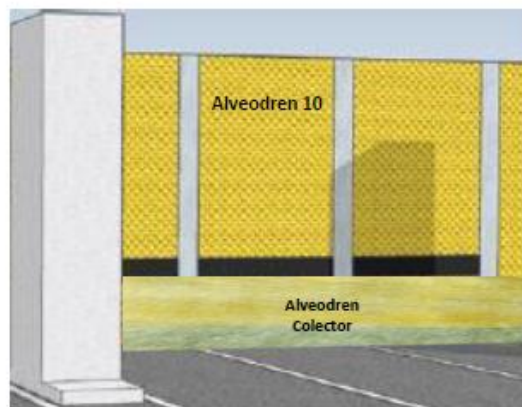
El sistema ALVEODREN 10 recubre todo el muro y por su lámina impermeable no permite el paso de aguas que puedan llegar y las direcciona como drenaje vertical hacia la parte inferior del muro en donde se conectara con el ALVEODREN COLECTOR, el cual direcciona las aguas al sitio de evacuación.

Ilustración I I-3 Sistema de filtración Fuente: Eco Geosystems

**EQUEMATICO CORTE
TRANSVERSAL**



EQUEMATICO VISTA FRONTAL



APLICACIÓN EN TERRENO



El Alveodren colector es compuesto por un Geoespaciador Alveolar impermeable Bicuspid, un geotextil Dupont no tejido, pre comprimido y pretensado de fibras continuas, de alta resistencia a la tensión y no punzonado que garantiza no colmatación. Adicionalmente un recubrimiento de Resina Impermeable en la parte inferior del geotextil (no se requiere tubería).

Ilustración I I-4. Alveodren Colector

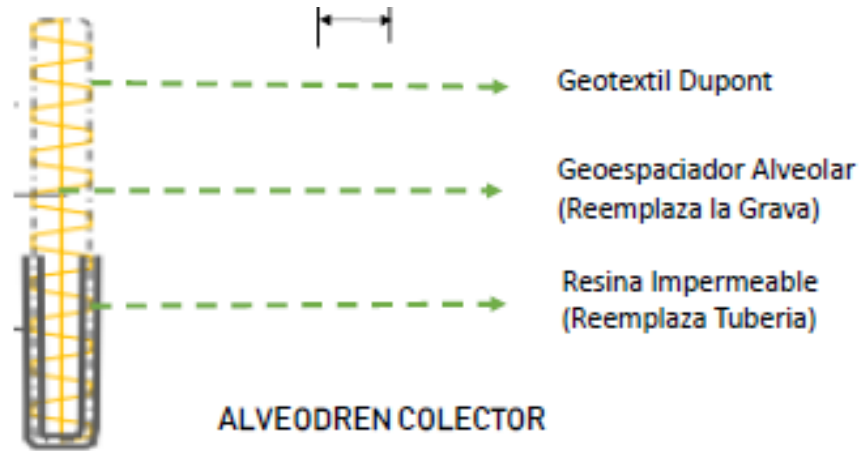


Ilustración 11-5 Instalación filtro Fuente: Eco Geosystems



Ilustración 11-6. Esquema localización de filtro perimetral



Ilustración I I-7. Localización de filtro

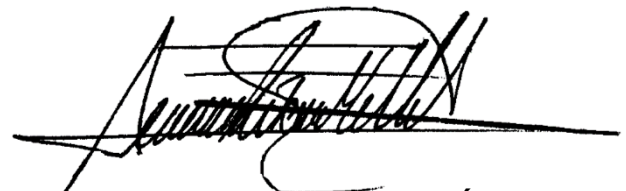
12 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados obtenidos a partir de la información recopilada de investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio ejecutados.

La información de exploración y laboratorio corresponde a sitios puntuales, por lo tanto, los perfiles geotécnicos obtenidos se establecieron de acuerdo con los perfiles de cada sondeo.

Si durante la etapa de construcción de las obras de contención se presentan condiciones diferentes a las consideradas en el presente estudio, se deberá informar al ingeniero Geotecnista para el estudio de las modificaciones o adiciones que sean necesarias. En el **Anexo 8** se presentan los documentos de acreditación del Geotecnista.

El plano final de las estructuras de cimentación proyectadas debe enviarse a la empresa consultora que emite el presente documento para su respectiva aprobación.



JAVIER ANTONIO MILLÁN L.
ING. CIVIL Msc. GEOTECNIA UN
Mat. 25202 – 32873 Cund.