Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

SEPTIEMBRE 2024

INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO MEJORAMIENTO DEL ESCENARIO RECREATIVO Y DE ACTIVIDADES LÚDICAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INTEGRADO SEDE ANTIGUA EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

LOCALIZACIÓN: **INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

PROPIETARIO: **ALCALDÍA MUNICIPAL**

DIRIGIDO A: **ALCALDÍA MUNICIPAL**

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1 GENERALIDADES 6
1.1 DEL PROYECTO 6
1.2 LOCALIZACIÓN GENERAL 7
1.2.1 Localización zona de estudio 8
1.3 GEOLOGÍA GENERAL 9
1.3.1 GEOLOGÍA 9
1.4 GEOLOGIA REGIONAL 11
1.4.1 Formación Guaduas (KTg) 11
1.4.2 Formación Bogotá (Tb) 11
2 COMPLEJIDAD DEL PROYECTO 14
3 . EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 15
3.1 OBJETIVO Y ALCANCES DEL ESTUDIO 20
3.2 ENSAYOS REALIZADOS 20
3.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 22
3.4 PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA, VEGETACION Y PRECIPITACION 25
3.4.1 Presencia de Cuerpos de agua 25
3.4.2 Distribución Temporal de la Precipitación 26
4 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 27
4.1 PERFIL DEL SUBSUELO 27
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS 27
5.1 HUMEDAD DEL MATERIAL 27
5.2 PLASTICIDAD DEL MATERIAL 29
5.3 RESISTENCIA DEL MATERIAL DEL SUELO DE FUNDACIÓN 30
5.4 ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS 31
5.5 ANÁLISIS DE SUELOS COLAPSABLES 32
5.6 ABLANDAMIENTO CICLICO DE SUELOS FINOS 33
6 RECOMENDACIONES 35
6.1 Tipo de cimentación 35
6.2 Nivel de cimentación 35
6.3 TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO 38
7 EVALUACION DE CARGAS A CIMENTACION 41
7.1 PRESIÓN DE TRABAJO (CAPACIDAD PORTANTE) 41
7.2 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS 43
7.3 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION 43

7.4 MÓDULO DE BALASTO EN SUELOS COHESIVOS 44
7.5 FACTOR DE SEGURIDAD ADOPTADO 44
7.5.1 REVISION FACTORES DE SEGURIDAD 45
7.5.2 ASENTAMIENTOS DEBIDO A LAS CARGAS Y CALCULO DELMODULO DE BALASTO 45
7.6 MEJORAMIENTO PARA ZONAS DE CIRCULACIÓN 46
8 SISTEMA GEOTECNICO CONSTRUCTIVO 49
8.1 ANTES DE LA CONSTRUCCION 49
8.2 DURANTE LA CONSTRUCCION 49
Características del material de relleno y compactación 50
Control de flujo de agua 52
8.3 DESPUES DE LA CONSTRUCCION 52
9 RECOMENDACIONES GENERALES 53
10 ANEXOS – PERFILES DE CAMPO 56
11 ANEXOS ENSAYOS DE LABORATORIO 59

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización general de la zona de estudio. Modificado Google Earth. 6
Figura 2 Localización general del municipio de Cómbita dentro de la geografía nacional. 7
Figura 3. Definición de cada uno de los bloques estructurales de acuerdo con el Ingeominas. 10
Figura 4. Vista general de la zona de estudio. 13
Figura 5. Ubicación geológica del sitio de estudio. 13
Figura 6. Localización general de los sondeos dentro de la zona de estudio. 16
Figura 7. Actividades de exploración, ensayos de campo de pruebas de penetración estándar SPT. 19
Figura 8. Ejemplo cálculo de N corregido por energía 23
Figura 9. Resistencia al corte no drenado estimado con el ensayo de SPT. 25
Figura 10. Climograma municipio de Cómbita. 26
Figura 11 Variación de la humedad con la profundidad para los sondeo. 28
Figura 12. Variación del límite líquido con la profundidad de exploración 29
Figura 13 Variación de la resistencia con la profundidad para los sondeos 1 al 3 con base en los ensayos de resistencia realizados tanto en el campo como en el laboratorio 31
Figura 14. Criterio propuesto para la evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos. Fuente Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004) 33
Figura 15. Evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos, por medio del criterio propuesto por Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004). 34
Figura 16. Esquema de cimentación. 35
Figura 17. Espectro elástico de aceleraciones. (A.2.6.1 de la NSR-10). 39
Figura 18. Espectro elástico de velocidades. (A.2.6.2 de la NSR-10). 40
Figura 19.Espectro elástico de desplazamientos. (A.2.6.2 de la NSR-10). 40
Figura 20 Modelo utilizado para determinar el cálculo de la capacidad portante del suelo para material granular sobre arcilla. 43
Figura 21. Detalle mejoramiento para zonas de circulación. 47

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Cantidad y tipo de ensayos programados.....20
Tabla 2. Tabla resumen resultados de laboratorio.....21
Tabla 3. Descripción estratos. 21
Tabla 4. Tabla resumen resultados de laboratorio (SPT).....24
Tabla 5. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10 32
Tabla 6. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10 32
Tabla 7. Parámetros geotécnicos 38
Tabla 8. Coeficientes de diseño sísmico. 38
Tabla 9. Valores de aceleración, velocidad y desplazamiento espectral. 39
Tabla 10. Cálculo de capacidad portante 45
Tabla 11. Asentamientos inmediatos. 45
Tabla 12. Asentamientos totales.....46

1 GENERALIDADES

1.1 DEL PROYECTO

La alcaldía municipal de Combita está adelantando el proyecto para la Construcción de la cancha multifuncional en el Instituto Educativo Integrado Sede Antigua de Combita en su sede urbana en el municipio de Combita departamento de Boyacá, ver figura 1. El área total del lote es de aproximadamente 1500 m^2.



Figura 1. Localización general de la zona de estudio. Modificado Google Earth.

Revisada la información arquitectónica proporcionada por el cliente se tiene que el proyecto presenta construcción de un nivel.

El lote se encuentra al momento de ejecutar las perforaciones como un lote con la placa de pisos de la cancha. El lote se caracteriza por presentar pendiente del 2%.

Para conocer propiedades mecánicas e índices, parámetros de resistencia y de asentamientos del subsuelo bajo el área de la obra, El propietario ordenó el estudio de suelos y recomendaciones necesarias para el diseño de la cimentación de la obra a construir.

1.2 LOCALIZACIÓN GENERAL[1]

En la figura 2 se puede apreciar la localización general del municipio de Cómbita dentro de la geografía nacional.

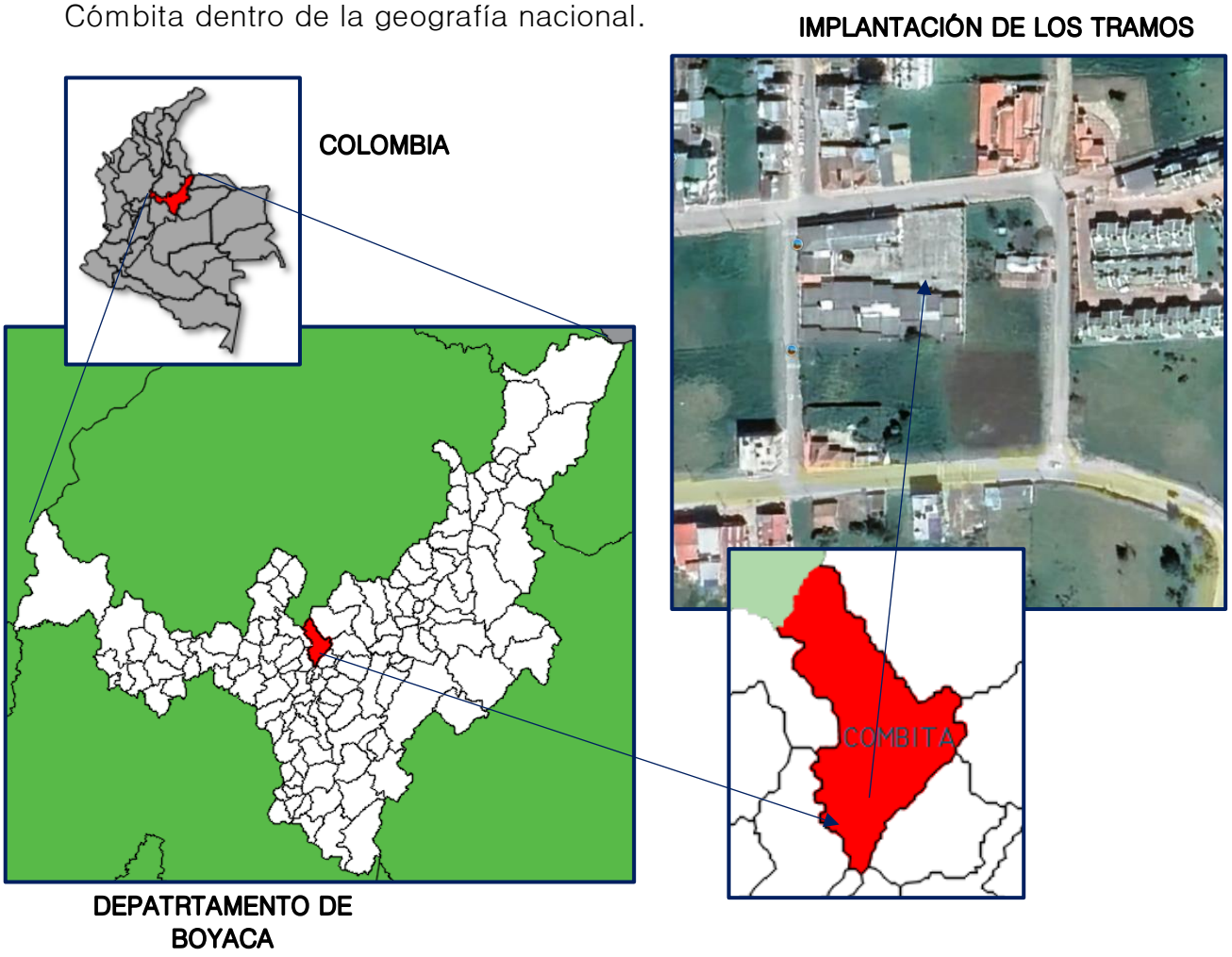


Figura 2 Localización general del municipio de Cómbita dentro de la geografía nacional.

[1] Diccionario Geográfico de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996

CÓMBITA: El Municipio de Cómbita hace parte de la Provincia Centro junto con los municipios de Cucaita, Chíquiza, Chivatá, Motavita, Oicatá, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Toca, Tuta, Ventaquemada y Tunja. Provincialmente Cómbita ocupa el 8,3% del territorio, y es el quinto en número de habitantes del departamento, la distancia entre la cabecera municipal de Cómbita y el Municipio de Tunja capital de la Provincia y del Departamento es de 8.5Km por carretera pavimentada y en buen estado; su cercanía le facilita el desarrollo económico y social, influenciado por el crecimiento urbano de Tunja. Cómbita se ubica a 2825 m.s.n.m, y se localiza a 5°39'25rí de latitud Norte y a 73°20' al Oeste de Grenwich, con una temperatura promedio de 13°C. Limita por el norte con el municipio de Arcabuco y departamento de Santander; por el nororiente con el municipio de Sotaquirá; al oriente con los municipios de Tuta y Oicatá; por el sur con los municipios de Tunja y Motavita; por el occidente con los municipios de Arcabuco y Motavita. El Municipio a nivel regional se comunica con la capital de la provincia del Centro y de allí con el resto del país a través de la llamada Transversal de Boyacá o carretera del progreso. [2]

1.2.1 Localización zona de estudio

El proyecto se localiza en el Municipio de Cómbita sobre las coordenadas referidas al datum Magna–Sirgas:

Coordenadas Magna Sirgas	Norte	Oeste
Elipsoidal	5°38'00.7''	73°19'18.5''
Gauss-Krueger	1114765,111	1083723,189

Estas coordenadas corresponden a la carta geológica de Tunja que en nomenclatura propia del IGAC corresponde a la plancha número 191–I–B–5.

[2] FUENTE: Pagina web municipio de Combita. http://www.combita-boyaca.gov.co/

1.3 GEOLOGÍA GENERAL

1.3.1 GEOLOGÍA [3]

Para describir la estratigrafía del Departamento de Boyacá Ingeominas (2000) ha dividido el área departamental en cuatro cuencas sedimentarias que de occidente a oriente se designan así:

- Cuenca Valle Medio del Magdalena:
  - Bloque Valle del Río Magdalena: Puerto Boyacá
  - Bloque Vertiente Occidental de la Cordillera Oriental: Otanche
- Cuenca Cordillera Oriental
  - Bloque Chiquinquirá – Arcabuco
  - Bloque Tunja – Duitama
  - Bloque Tota – Paz de Río
  - Bloque Macizo de Floresta
- Cuenca Sierra Nevada del Cocuy
  - Bloque Cocuy – Cubará – Margua
- Cuenca Piedemonte Llanero
  - Bloque San Luís de Gaceno

La zona de estudio se encuentra en la Cuenca de la Cordillera Oriental, que corresponde a una serie de bloques diferencialmente levantados constituidos por rocas sedimentarias Mesozoicas. En esta Cuenca se distinguen cuatro bloques estratigráfica y tectónicamente diferentes, los cuales se mencionaban anteriormente: Bloque Chiquinquirá – Arcabuco, Bloque Tunja – Duitama, Bloque Tota – Paz de Río y Bloque Macizo de Floresta.

El sitio de estudio se encuentra localizado en el Bloque Tota – Paz de Río el cual se encuentra limitado por la Falla de Soapaga al occidente y las fallas de Santa María, Lengupá y Guaicáramo al oriente. Representa lo que se ha denominado como el cordón magistral de la cordillera oriental y es la zona más ampliamente tectonizada del departamento. La cobertura sedimentaria la constituyen rocas del Cretácico, del Paleogeno y del Neogeno y se encuentran fuertemente plegadas y fracturadas, por fallas normales e inversas de bajo ángulo y poco salto, las cuales no siguen un patrón o direccionamiento

[3] Mapa Geológico del Departamento de Boyacá, Memoria Explicativa. INGEOMINAS, 2000

específico sino que se encuentran conformando un entramado en varias direcciones.

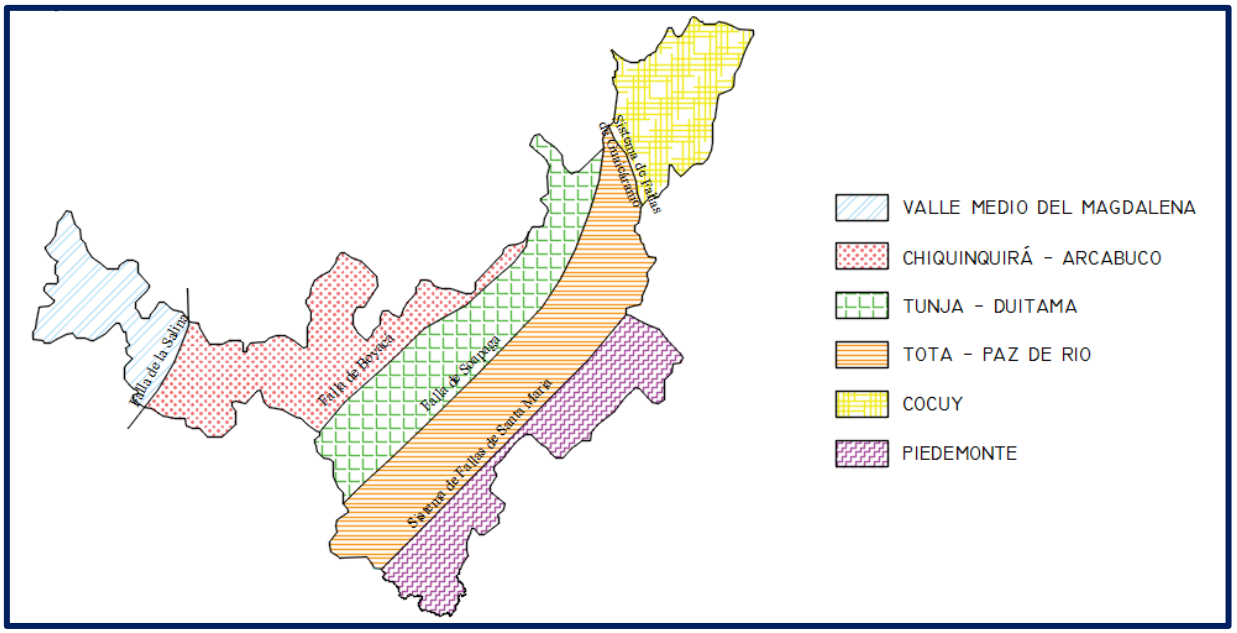


Figura 3. Definición de cada uno de los bloques estructurales de acuerdo con el Ingeominas.

La zona de estudio se encuentra en la Región de la cordillera oriental la cual se describe como, región montañosa de la Cordillera Oriental ocupa la mayor parte (65%) del área del departamento en dirección general sur occidente nororiente, caracterizada por una variedad de climas que abarca desde los templados suaves hasta los fríos intensos y el típico clima de páramo. En función de los diferentes relieves y las características climáticas que tiene la región, pueden distinguirse tres zonas importantes: el Macizo de Santander, la zona de la Serranía de Los Cobardes o y Ariguíes, que forma una barrera con elevaciones de hasta 3.000 m para separar el Valle del Magdalena al occidente del Valle del Suárez al oriente y zona de relieves glaciares y periglaciares que representen las partes más altas de los páramos con los más pintorescos y exóticos paisajes santandereanos.

A continuación se realiza la descripción de las formaciones geológicas de la zona en estudio.

1.4 GEOLOGIA REGIONAL [4]

Para esta zona de encuentran diferenciados los siguientes tipos de formas:

1.4.1 Formación Guaduas (KTg)

Edad: Van der Hammen (1957), citado en Martínez J.I., (1990), con base en una fauna de foraminíferos le asigna una edad del Maastrichtiano – Paleoceno. *Autor:* Quien da el nombre a la unidad geológica es Hettner en 1892, pero Hubach en (1957), restringe el término para referirlo a la unidad de lodolitas y arenitas comprendidas entre el Grupo Guadalupe y la Formación Cacho. *Descripción litológica:* arcillolitas laminadas a no laminadas, de color gris claro a abigarradas, con intercalación de cuarzoarenitas grises, de grano fino a medio y algunas capas de carbón. Restos de hojas y fragmentos pequeños de material vegetal carbonizados, son comunes a lo largo de la secuencia. *Espesor:* 700 m estimado para la unidad en cortes geológicos.
Límites estratigráficos: el límite inferior de la unidad se ubica en el techo de la capa más alta de areniscas cuarzosas de la Formación Arenisca Tierna, que infrayace una secuencia monótona de lodolitas; el contacto superior se traza en el techo de la capa más alta de lodolitas que infrayace una secuencia de areniscas subfeldespáticas a sublitoarenitas de la Formación Cacho. *Ambiente de sedimentación:* su depósito ocurrió posiblemente en un ambiente de costa clástica, con subambientes de llanura deltáica fluvial, llanura de marea, albufera y barra paralela, según Sarmiento G. (1992).

1.4.2 Formación Bogotá (Tb)

Edad: Paleoceno tardío a Eoceno temprano según Hoorn (1984) citado por De Porta 1968.Autor: Hettner (1892). Localidad tipo: ubicada en el flanco oeste del Sinclinal de Usme, en la Quebrada Zanjón Grande, Julivert (1963).Descripción litológica: Según Julivert, esta unidad puede ser dividida en dos partes: Una inferior constituida por una sucesión alternante de arenitas

FUENTE: Servicio Geológico de Colombia. Estado de la Cartografía Geológica de Colombia 2015 Plancha 172. Escala 1:100.000. Recuperado de https://www.sgc.gov.co

subfeldespáticas a sublitoarenitas de grano medio a fino, color gris verdoso a gris azuloso y hacía la base gris marrón. Ocurren lodolitas y arcillolitas interestratificadas, color gris verdoso, con moteado gris claro y en menor proporción gris rojizo. La geometría de las capas es paralela a no paralela, con bases irregulares erosivas y estratificación planar y cruzada en artesa.
La parte superior la conforma una sucesión alternante de arcillolitas y limolitas abigarradas, intercaladas con esporádicas capas de cuarzoarenitas de grano medio a grueso, en capas muy gruesas. El contacto inferior se trazó en la base de la capa más baja de arenita subfeldespática, la cual suprayace una secuencia de lodolitas; el contacto superior no aflora, debido a que los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá la suprayacen discordantemente. Límites estratigráficos: el contacto inferior de la unidad es un contacto erosivo con la Formación Cacho e infrayace también en forma discordante a la Formación Regadera. Espesor: 750 m; de los cuales se midieron 250 m en la parte inferior, mientras que para la parte superior se estimaron 500 m, con base en cortes o perfiles geológicos. Ambiente de depositación: la parte inferior de la unidad presenta condiciones de depósito de ambientes fluviales meandriformes, con áreas de aporte desde el oeste; la parte superior podría haberse depositado en una llanura de inundación, con depósitos de barras de meandro relativamente delgadas.

En el contexto regional la zona de estudio se ubica sobre la formación Guaduas (KTg), ver Figura 5. Desde una perspectiva local se presentan Lodolitas prevalecientes, niveles de areniscas cuarzosas, capas de carbón. La geomorfología de la zona se caracteriza por presentar una pendiente del 2%.



Figura 4. Vista general de la zona de estudio.

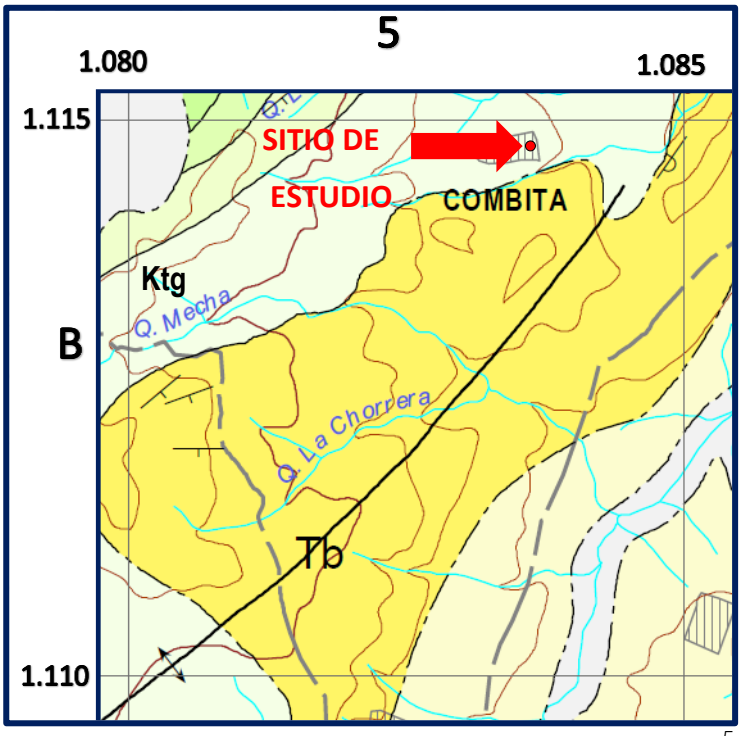


Figura 5. Ubicación geológica del sitio de estudio. [5]

[5] FUENTE: Servicio Geológico de Colombia. Estado de la Cartografía Geológica de Colombia 2015 Plancha 191. Escala 1:100.000. Recuperado de https://www.sgc.gov.co

2 COMPLEJIDAD DEL PROYECTO

Considerando los siguientes parámetros:

- Edificación de 1 nivel, y cargas máximas de servicio en columnas menores a 800 KN.
- No. De Unidades de construcción: 1
- Grupo de uso I. Coeficiente de importancia III=1,25.

El reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 clasifica el proyecto así:

- Categoría de la unidad de construcción Baja

3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Para determinar las condiciones geotécnicas del subsuelo en el sitio del proyecto, se realizaron tres (03) sondeos manuales de reconocimiento y muestreo a 5.50 metros de profundidad aproximadamente, a los cuales se le tomaron muestras alteradas con cuchara partida (Ensayo SPT) y muestras inalteradas en tubo shelby, con el fin de determinar propiedades físicas y mecánicas del subsuelo, las condiciones de agua subterránea y las características geotécnicas para cada nivel de suelo explorado. De la misma manera se realizaron ensayos de resistencia en campo correspondientes a ensayos de penetración estándar SPT en donde por medio de correlaciones derivadas de la geotecnia se determinó la resistencia del material.

De acuerdo a la geología del sector la zona de estudio reposa sobre la formación Guaduas (KTg) compuesta por arcillolitas laminadas a no laminadas, de color gris claro a abigarradas, con intercalación de cuarzoarenitas grises, de grano fino a medio y algunas capas de carbón.

Para llevar a cabo la realización de los ensayos de penetración estándar se utilizó un peso estándar del martillo de 63,5 ± 1,00 Kg y en cada golpe el martillo tiene una altura de caída de 762mm. Es de recordar que el número de golpes requeridos para los dos últimos intervalos se suman para dar el número de penetración estándar a la profundidad indicada de acuerdo con la norma ASTM D–1586 (INV E–111). En los formatos anexos al presente informe se presentan los parámetros de resistencia encontrados mediante la realización de los ensayos, en donde por medio de correlaciones derivadas de la geotecnia y con diversos autores se evaluaron dichos parámetros. Debido al peso de martillo que se utilizó para la realización de los ensayos de campo se realizaron las correspondientes correcciones.

En las siguientes fotografías se puede apreciar las actividades de exploración manual con la realización de los ensayos de campo correspondientes a pruebas de penetración estándar SPT con la utilización de la cuchara y la recuperación de muestras inalteradas con tubo shleby.



Figura 6. Localización general de los sondeos dentro de la zona de estudio.

















Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7260640
e-mail: globalcivilsas@gmail.com













Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7260640
e-mail: globalcivilsas@gmail.com



Figura 7. Actividades de exploración, ensayos de campo de pruebas de penetración estándar SPT.

3.1 OBJETIVO Y ALCANCES DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como propósito el reconocimiento de las condiciones geotécnicas, estratigráficas e hidrogeológicas presentes en la zona con las cuales servirán de base para la determinación de las características de capacidad portante y análisis de asentamientos para la obra proyectada. El alcance del estudio no prevé análisis de estabilidad de taludes, la zona de estudio presenta pendientes del 2°. No se prevé ensayos de colapso y tipo REMI.

3.2 ENSAYOS REALIZADOS

La determinación de las características de cada uno de los estratos, incluye los siguientes ensayos:

- Contenido de agua (Humedad) INV – E 122.
- Análisis Granulométrico por lavado Tamiz No. 200
- Determinación del Límite Líquido INV – E 125.
- Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad INV – E 126.
- Compresión Inconfinada en muestras de suelos INV – E 152.
- Ensayos de penetración estándar SPT INV E–111

La totalidad de las muestras obtenidas fueron identificadas en campo y laboratorio y sobre un número representativo de ellas se efectuaron los diferentes ensayos.
En la siguiente tabla se presenta el número y tipo de ensayos efectuados para cada sondeo realizado, y en los anexos se registran los resultados de los ensayos de laboratorio.

Ensayo	S1	S2	S3
Profundidad del sondeo (m)	5,50	3,00	4,00
Humedad natural	11	6	8
Límites de Atterberg	2	2	2
Lavado sobre el tamiz Nº200	2	2	2
Ensayos de penetración estándar	8	3	6
Ensayos Compresión Inconfinada	1	1	–

Tabla 1. Cantidad y tipo de ensayos programados

A continuación se presenta la tabla resumen con los resultados de los ensayos realizados en campo y laboratorio.

Barreno N° Prof. (m)	*Propiedades físicas y clasificación*										
	Profundidad promedio del Estrato	Humedad natural (%)	Límite Líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Índice de liquidez	Humedad de equilibrio	Pasa 200 (<0.075mm)	% Arenas	% Gravas	Clasificación USC
S-1 (0,30-1,40)	0,85	30,26	47,57	29,88	17,7	0,02	18	75,60	20,7	3,7	M L
S-1 (1,40-5,50)	3,45	30,60	57,26	33,24	24,0	-0,11	18	96,17	3,8		M H
S-2 (0,00-0,80)	0,40	27,74	44,86	26,61	18,2	0,06	17	70,70	29,3	0,0	C L
S-2 (0,80-3,00)	1,90	30,43	61,35	36,08	25,3	-0,22	18	98,30	1,7	0,0	M H
S-3 (0,00-1,00)	0,50	24,65	50,15	33,23	16,9	-0,51	15	95,73	4,3		M H
S-3 (1,00-4,00)	2,50	24,34	59,46	33,23	26,2	-0,34	15	95,09	4,9		M H

Tabla 2. Tabla resumen resultados de laboratorio

Barreno N° Prof. (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
S-1 (0,30-1,40)	Material compuesto por limo con arena de color café.
S-1 (1,40-5,50)	Material compuesto por limo plástico de color amarillo
S-2 (0,00-0,80)	Material compuesto por arcilla delgada con grava de color negro
S-2 (0,80-3,00)	Material compuesto por limo plástico de color amarillo
S-3 (0,00-1,00)	Material compuesto por limo plástico de color café.
S-3 (1,00-4,00)	Material compuesto por limo plástico de color amarillo

Tabla 3. Descripción estratos.

3.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR

En el ensayo de penetración estandar se entierra un tubo partido, aplicando golpes con un martillo de 63 Kg. que cae de una altura de 750 mm. El número de golpes requerido para enterrar el tubo 300 mm se denomina N de penetración estándar.

Con el número de golpes se puede estimar el valor del ángulo de fricción interna ϕ´ para arenas (Peck, 1974). También se puede obtener la densidad relativa y con esa densidad relativa obtener el valor de ϕ´ (Schmertmann, 1975).

El ensayo de penetración estándar se desarrolló inicialmente para determinar la resistencia de suelos no cohesivos y la mayoría de las correlaciones que existen en la literatura son útiles solamente para gravas y arenas.

Correcciones ensayo SPT

Para casi todas estas variantes hay factores de corrección a la energía teórica de referencia Er y el valor de N de campo debe corregirse de la siguiente forma (Bowles,1988):

$N_{corregido} = N \times Cn \times e1 \times e2 \times e3 \times e4 = N_{50}$

En la cual:

$N_{corregido}$ = valor de N corregido

N = valor de N de campo

Cn = factor de corrección por confinamiento efectivo 2/ (1+ σ)

e1 = factor por energía del martillo (0.45 ≤ h1 ≤ 1)

e2 = factor por longitud de la varilla (0.75 ≤ h2 ≤ 1)

e3 = factor por revestimiento interno de toma muestras (0.8 ≤ h3 ≤ 1)

e4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para D> 5'", = 1.15 para D=8")

Corrección por Energía (h1)

Se considera que el valor de N es inversamente proporcional a la energía efectiva aplicada al martillo y entonces, para obtener un valor de Ne1 a una energía dada "e1", sabiendo su valor Ne2 a otra energía "e2" se aplica sencillamente la relación:

$Ne_{corregido} = N_{50} \times (e2/e1)$

Sondeo 1 Prof. 1,50					
Condiciones del Ensayo			Propiedades del suelo		
Profundidad de inicio (m):	1,50		Peso unitario (T/m³):	1,87	
Profundidad del Nivel Freático (m):			Nº de golpes		
Peso del Martillo (kg):	63,50		N1	3	
Peso del Cabezote (kg)	10,35		N2	4	
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48		N3	4	
Determinación de N corregido			Determinación de C y f		
sV (T/m²)	2,81		Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,1	
CN	1,00		Hatanaka f (º):	25,2	
e1	0,85		Uchida f (º):	31,2	
e2	0,72		Promedio f (º):	28,2	
Longitud de Tubería (m)	4,50		Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	69,6	
Mr (kg)	26,01		Cu Stroud (KN/m²):	35,2	
m	0,41		Cu Promedio (kg/cm²):	0,5	
e3	0,80		Cu Promedio (KN/m²):	52,4	
e4	1,00				
N de campo	8				
N 50	4				
N corregido	3				

Figura 8. Ejemplo cálculo de N corregido por energía

Los valores varían entre 8 a 52 golpes/pie entre profundidades de 1,50 a 5,50 metros explorados, a partir de este punto el ensayo SPT, como se muestra en la tabla 4.

En la tabla 4, se presenta un resumen de los parámetros obtenido con el ensayo de SPT, correspondiente al N de campo, N corregido por energía, resistencia al corte no drenada y la resistencia a la compresión inconfinada tomada como 2*Cu.

En la Figura 9, se presentan las variaciones de la resistencia al corte con la profundidad para cada una de las exploraciones realizadas. Se puede ver como se tienen condiciones de resistencia mediana a firme en el primer estrato hasta una profundidad de 2.00 a 4.00 metros, a partir de este punto se tienen condiciones de resistencia muy firme a dura hasta los 5.5 metros explorados dando condiciones adecuadas para la cimentación de la estructura proyectada.

SONDEO	PROFUNDIDAD INICIAL	PROFUNDIDAD FINAL	N(SPT) CAMPO	Penetración normal corregida N(SPT)	ϕ	Cu(Kg/cm2)	qu(Kg/cm2)	Consistencia	Compacidad
1	1,50	2,00	8	3	25	0,35	0,70	Mediana	Suelta
	2,00	2,50	13	5	27	0,57	1,14	Firme	Compacta
	2,50	3,00	15	6	28	0,66	1,32	Firme	Compacta
	3,00	3,50	19	8	30	0,84	1,67	Firme	Compacta
	3,50	4,00	22	9	30	0,97	1,94	Firme	Compacta
	4,00	4,50	28	13	31	1,23	2,46	Muy firme	Compacta
	4,50	5,00	33	15	32	1,45	2,90	Muy firme	Densa
	5,00	5,50	52	24	34	2,29	4,58	Dura	Muy densa
2	1,50	2,00	20	8	30	0,88	1,76	Firme	Compacta
	2,00	2,50	40	17	32	1,76	3,52	Muy firme	Densa
	2,50	3,00	52	21	33	2,29	4,58	Dura	Muy densa
3	1,00	1,50	8	4	26	0,35	0,70	Mediana	Suelta
	1,50	2,00	12	6	28	0,53	1,06	Firme	Compacta
	2,00	2,50	15	7	29	0,66	1,32	Firme	Compacta
	2,50	3,00	24	12	30	1,06	2,11	Muy firme	Compacta
	3,00	3,50	31	15	32	1,36	2,73	Muy firme	Densa
	3,50	4,00	41	20	33	1,80	3,61	Muy firme	Densa

Tabla 4. Tabla resumen resultados de laboratorio (SPT).

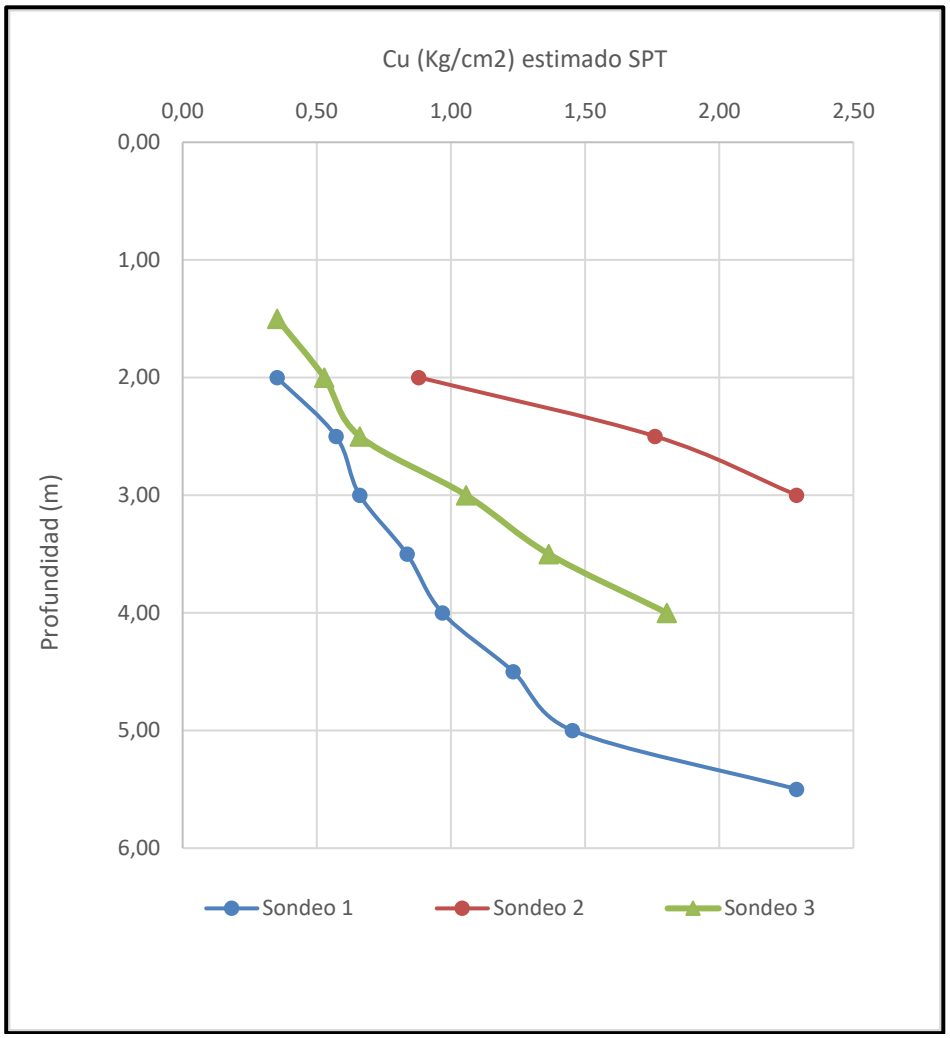


Figura 9. Resistencia al corte no drenado estimado con el ensayo de SPT.

3.4 PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA, VEGETACION Y PRECIPITACION

3.4.1 Presencia de Cuerpos de agua

No se evidencia cuerpo de agua cercana al proyecto de la construcción de la cancha multifuncional. Durante las perforaciones no se presentó nivel freático. La zona de estudio se evidencia cobertura vegetal de poco espesor, pero la cual no se cataloga como reserva forestal.

3.4.2 Distribución Temporal de la Precipitación

El clima aquí es suave, y generalmente cálido y templado. La precipitación en Cómbita es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco. El clima aquí se clasifica como Cfb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura media anual en Cómbita se encuentra a 12.7 °C. La precipitación media aproximada es de 1009 mm.

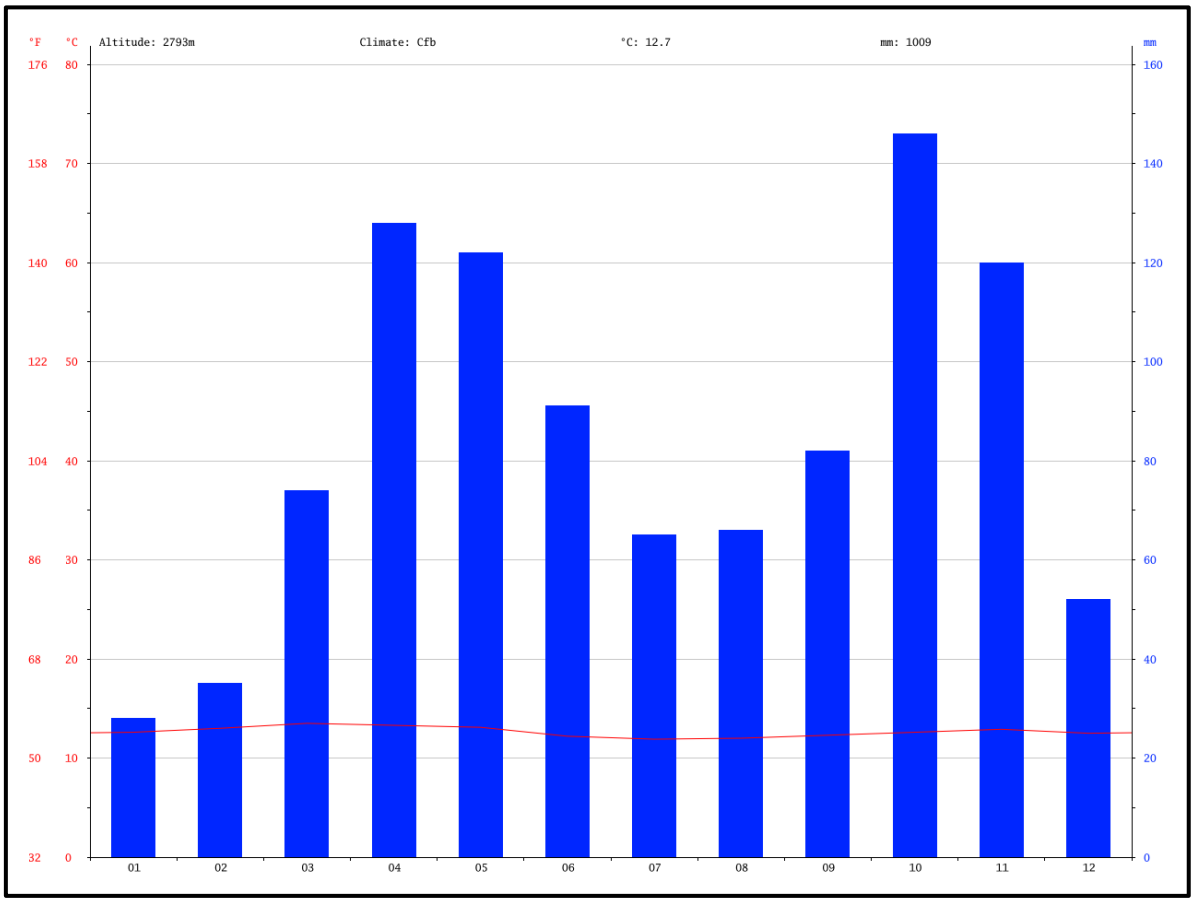


Figura 10. Climograma municipio de Cómbita.

La precipitación es la más baja en enero, con un promedio de 28 mm. En octubre, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 146 mm.

4 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

4.1 PERFIL DEL SUBSUELO

En los tres (03) sitios de investigación se encontraron suelos de características homogéneas en cuanto a sus propiedades índices y en cuanto a la resistencia al corte; en resumen, el subsuelo bajo el área del proyecto tiene la siguiente estratigrafía, empezando por la superficie.

- Subsuelo: Constituido por estratos organizados de la siguiente forma:
- Placa de concreto de 0,10 m, Sondeo 1
- Una capa de material de relleno de 0,30 Sondeo 1

- ML/CL/MH: Limo con arena, arcilla delgada y limo plástico de color café y negro, estado solido, expansividad de media a alto, Limite plástico de 26 a 33%, Limite liquido de 44 a 50%, Indice de Plasticidad de 16 a 18% y un limite de liquides de −0,51 hasta 0,06, consistencia media a firme. Presenta porcentajes de arenas variable de 4 a 29%.
- MH: Limo plástico de color amarillo, estado solido, expansividad alta, Limite plástico de 33 a 36%, Limite liquido de 57 a 61%, Indice de Plasticidad de 24 a 26% y un limite de liquides de −0,34 hasta −0,11 consistencia media a muy firme. Presenta porcentajes de arenas variable de 1 a 4%.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 HUMEDAD DEL MATERIAL

En la figura 11 se presenta la variación de la humedad natural en función de la profundidad para cada uno de los sondeos realizados en el área de estudio. Se observa que los valores de humedad son moderados a altos y tienden a mantenerse con la profundidad, con rangos entre el 21% y el 37%. Es importante destacar que los mayores valores de humedad se registran entre los 3.0 y 4.0 metros en el sector del sondeo 1.

Estos niveles de humedad sugieren la presencia de condiciones favorables para cambios volumétricos en el suelo debido a la infiltración de aguas. A pesar de estos valores elevados de humedad, durante las exploraciones no se evidenció la presencia de un nivel freático significativo, lo que indica que la humedad detectada podría ser resultado de otros procesos como la infiltración de agua de lluvia o la proximidad a fuentes de agua superficial.

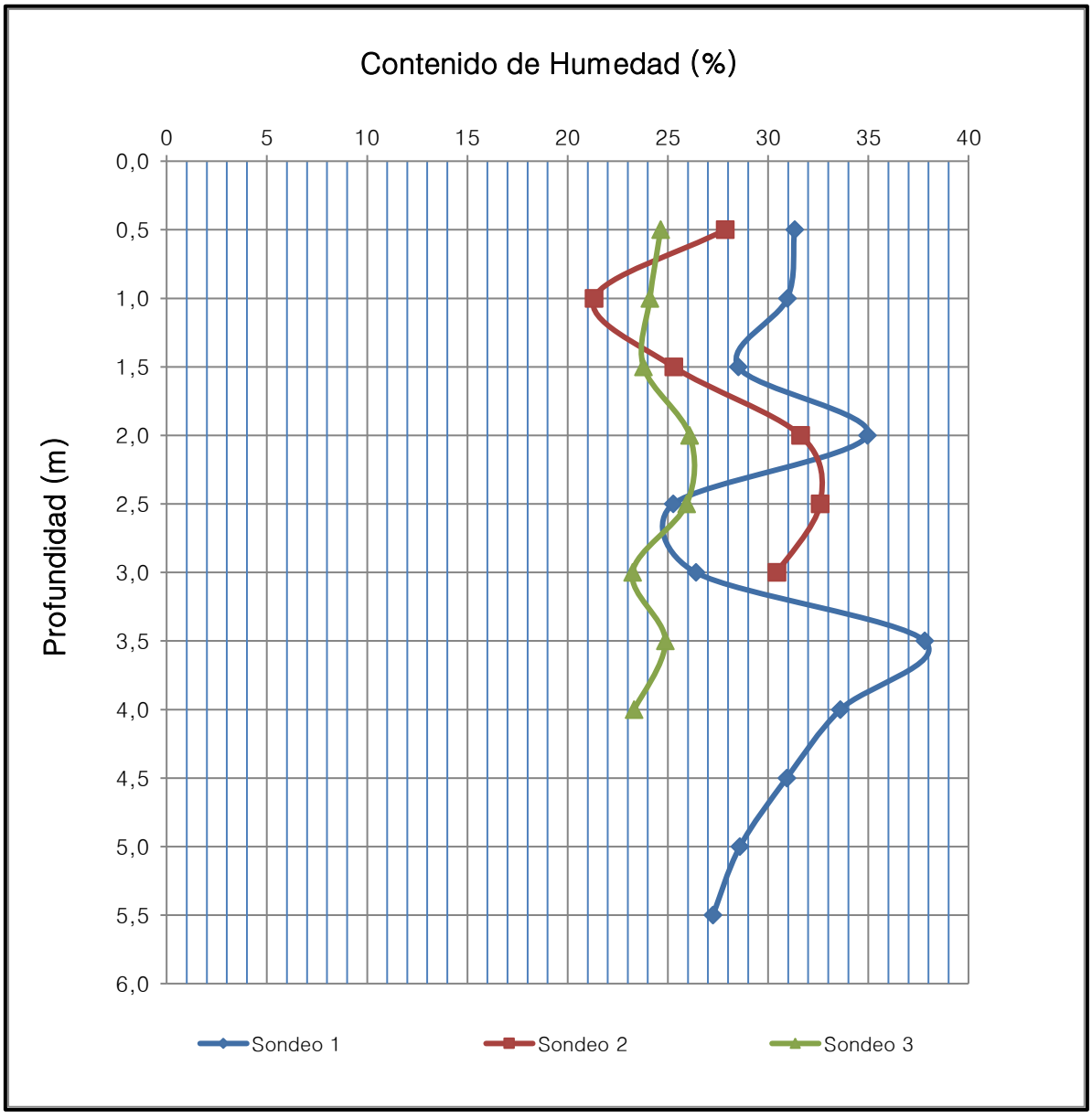


Figura 11 Variación de la humedad con la profundidad para los sondeo.

5.2 PLASTICIDAD DEL MATERIAL

Con base en los ensayos de clasificación realizados a las muestras seleccionadas, se determinó que los suelos predominantes corresponden principalmente a material de limo plástico con arena con líquido promedio entre el 44% y el 61%.

En la figura 12 se ilustra la variación del límite líquido en función de la profundidad para las muestras evaluadas de cada uno de los sondeos realizados. Se observa que los valores de humedad registrados están cercanos o por debajo de los valores de límite plástico, lo que sugiere un comportamiento de tipo solido en los suelos estudiados. Esta característica indica condiciones favorables de estabilidad ante la aplicación de cargas verticales, ya que los suelos podrían experimentar deformaciones significativas bajo cargas aplicadas.

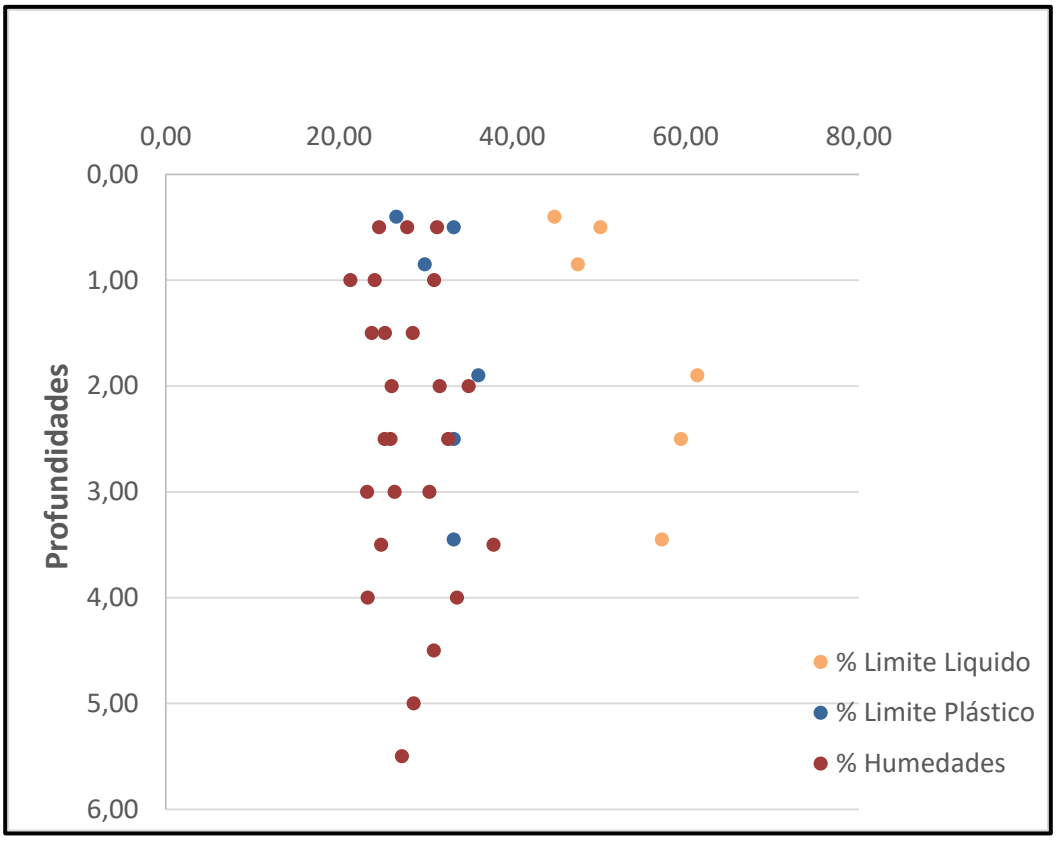


Figura 12. Variación del límite líquido con la profundidad de exploración

5.3 RESISTENCIA DEL MATERIAL DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Para determinar los parámetros de resistencia del suelo, se consideraron tanto los valores obtenidos en las pruebas de laboratorio como aquellos derivados de las pruebas de penetración estándar (SPT) realizadas en campo. En la figura 13 se presentan las variaciones de la resistencia al corte con respecto a la profundidad para cada una de las exploraciones llevadas a cabo.

Se observa que la resistencia al corte aumenta conforme se profundiza en el suelo. En los primeros 1.00 a 2.50 metros explorados, se encuentran condiciones de resistencia mediana a firme. Sin embargo, a partir de este punto, se evidencian condiciones de suelo con una resistencia que va de firme a dura, extendiéndose hasta profundidades de 3.00 a 5.50 metros explorados donde se presentó rechazo en el ensayo de SPT. Estas condiciones son consideradas adecuadas para la cimentación de la estructura proyectada, ya que indican la presencia de un suelo capaz de soportar las cargas previstas con seguridad y estabilidad.

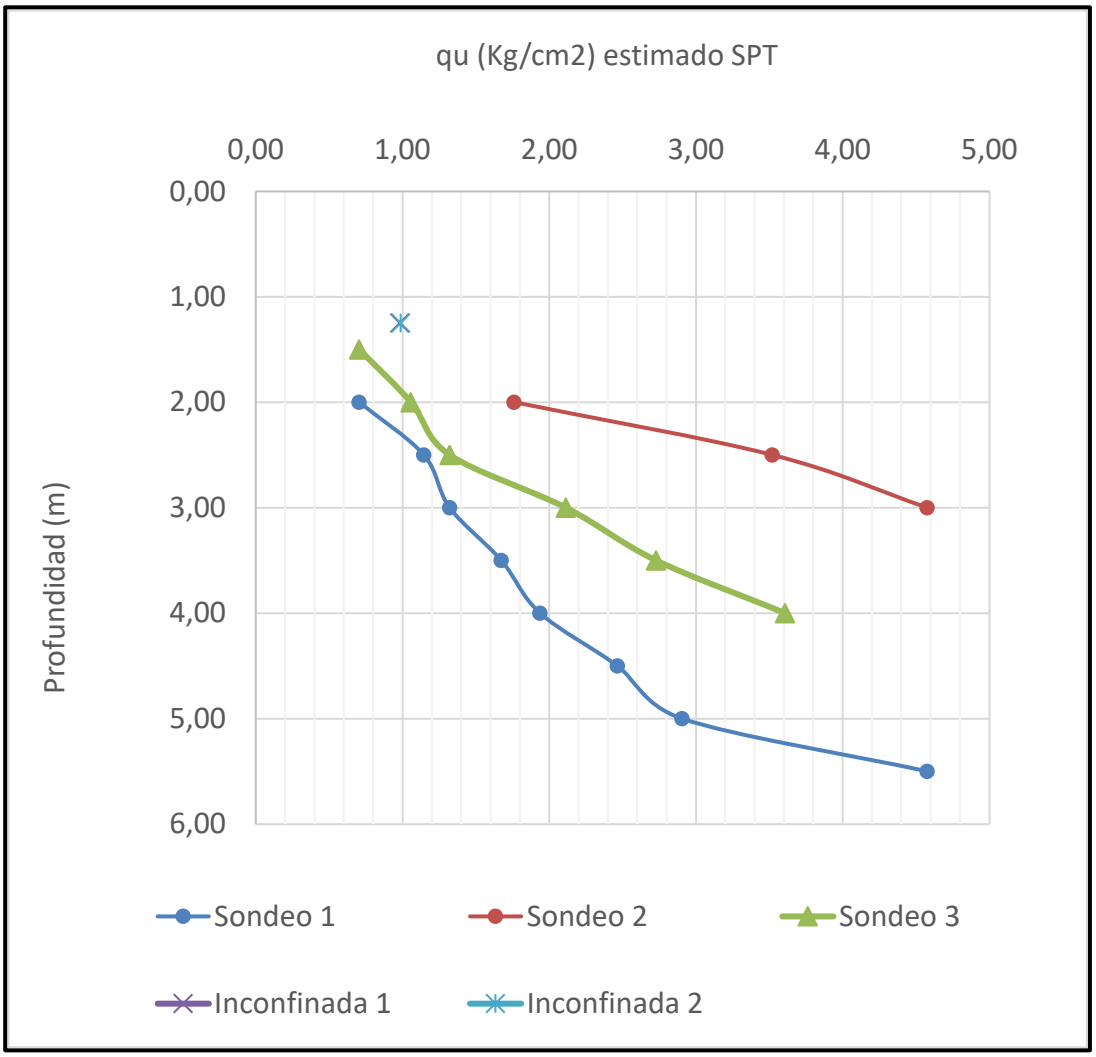


Figura 13 Variación de la resistencia con la profundidad para los sondeos 1 al 3 con base en los ensayos de resistencia realizados tanto en el campo como en el laboratorio

5.4 ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS

De acuerdo a la NSR-10, se considera la tabla 5, para clasificar de forma cualitativa el grado de expansión de los suelos.

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

Tabla 5. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10

De acuerdo a los valores obtenidos de límite liquido (LL) e índice de plasticidad (IP), se tiene valores que oscilan de 44% a 61% y de 16% a 26%, respectivamente, catalogando al suelo con un potencial de expansión medio a alto; por lo cual se requieren obras de mitigación para este tipo de suelo.

5.5 ANÁLISIS DE SUELOS COLAPSABLES

Se identifica la colapsabilidad de estos depósitos, cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable. La evaluación se puede hacer mediante la siguiente formulación:

$$\gamma d\ crit = \frac{1}{\left(\frac{1}{Gs}\right) + LL}$$

$$\frac{\gamma d}{\gamma crit} > 1\ Estable \qquad \frac{\gamma d}{\gamma crit} \leq 1\ Inestable$$

	Profundidad (m)						
Sondeo	Inicial	Final	γ húm (g/cm^3)	γd (g/cm^3)	LL(%)	γd critico (g/cm^3)	Indice de Colapsabilidad
1	1,0	1,5	1,87	1,47	57	1,04	1,41
2	1,0	1,5	1,97	1,61	61	1,00	1,61

Tabla 6. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10

El suelo no presenta susceptibilidad a suelos colapsables. A demás es de anotar que los suelos del sector no presentan estructura cementada. Por otra parte, el índice de liquidez presenta valores negativos lo cual indica que la humedad es menor al límite plástico y por ende el suelo presenta un estado sólido, por lo que no hay problema que se presenten suelos colapsables.

5.6 ABLANDAMIENTO CICLICO DE SUELOS FINOS

De acuerdo a la NSR –10 en su título H son suelos susceptibles a la licuación aquellos limos, limos arcillosos y arcillas limosas de baja plasticidad y con la humedad natural cercana al límite líquido. Para evaluar si los suelos finos presentes en la zona de estudio presentan ablandamiento cíclico o no, se realizó el análisis sugerido por Bray, Sancio & Durgunoglu (2004), donde se concluye que los suelos no presentan susceptibilidad a la licuación, ver Figura 15.

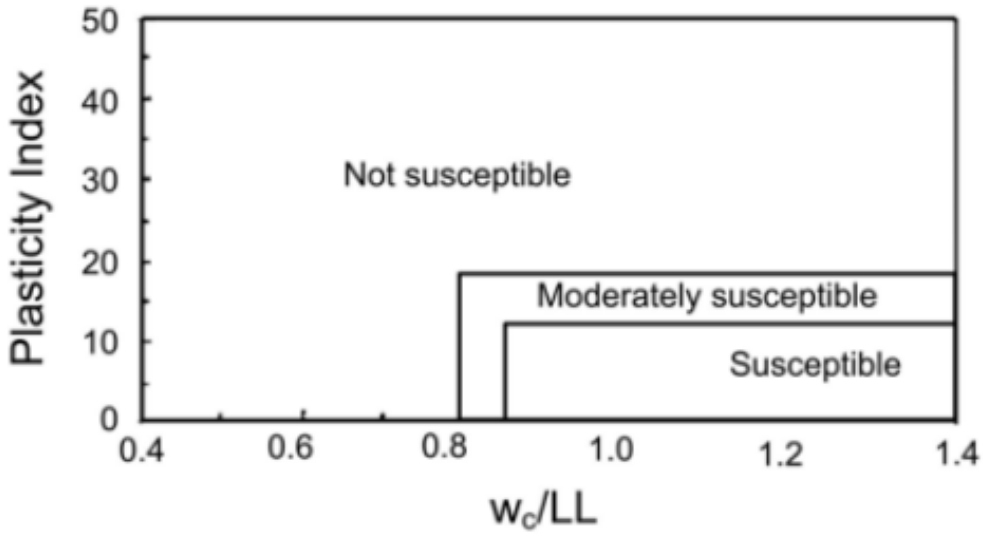


Figura 14. Criterio propuesto para la evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos. Fuente Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004)

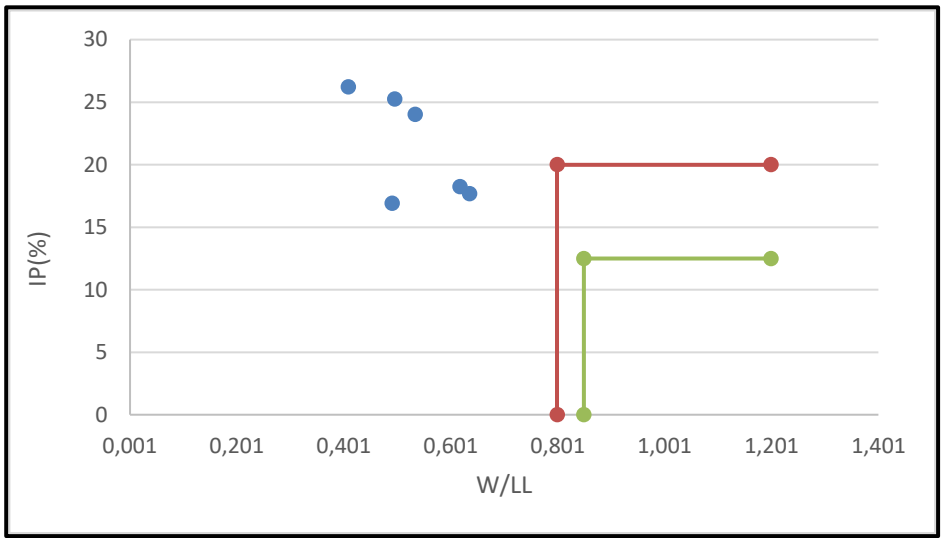


Figura 15. Evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos, por medio del criterio propuesto por Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004).

6 RECOMENDACIONES

6.1 Tipo de cimentación

De acuerdo al tipo de suelos, la resistencia presente en la zona de estudio, y el tipo de edificación del proyecto, se recomienda el uso de cimientos superficiales constituido por zapatas aisladas unidas con vigas de amarre o cimientos corridos.

6.2 Nivel de cimentación

Los cimientos superficiales se apoyarán a –1.5 metros, contados a partir del nivel del terreno. A este nivel los cimientos se deben apoyar sobre una capa de material seleccionado tipo afirmado grueso con un espesor de 0.30 metros compactado como mínimo al 95% con respecto al proctor modificado.

En la siguiente figura se muestra el esquema de cimentación propuesto:

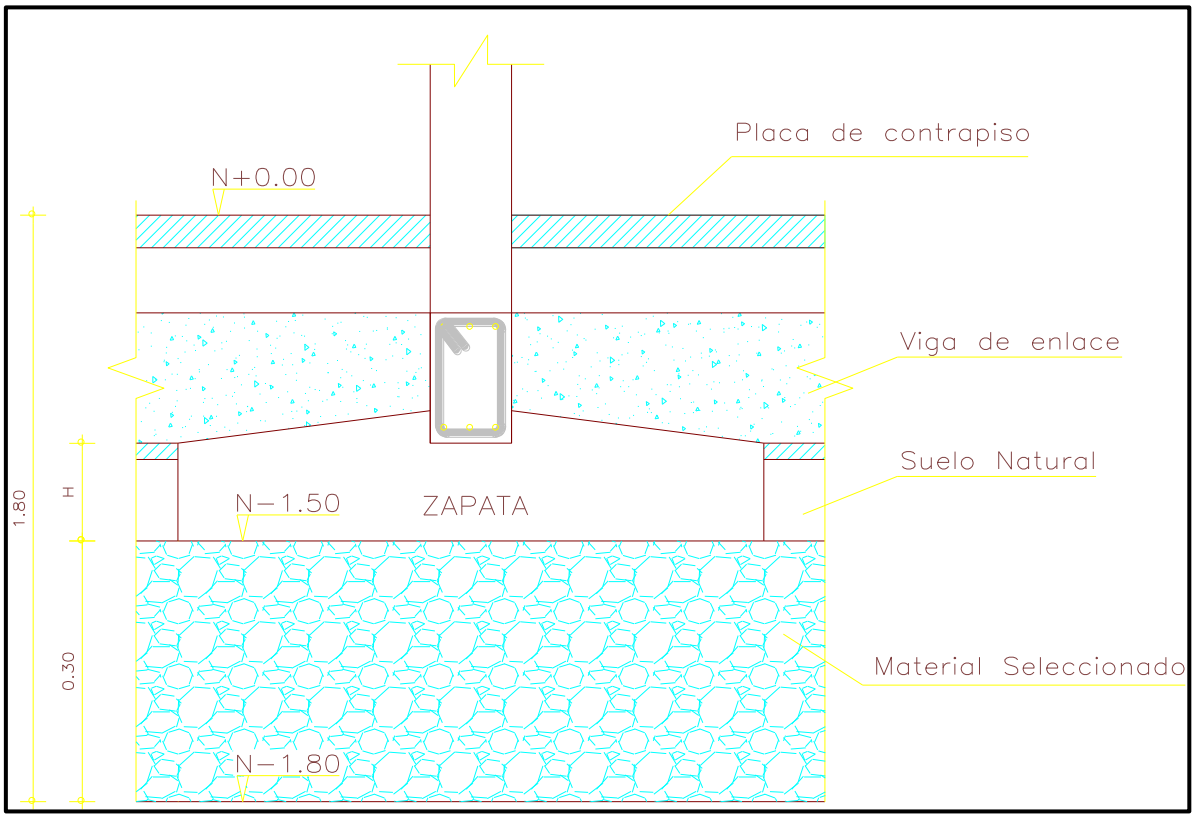


Figura 16. Esquema de cimentación.

Las condiciones en las que se encuentra el subsuelo, limo plástico de consistencia mediana a firme, con LL=44-61% y presencia de arenas del 1% al 29% y sin presencia de nivel freático; además de los rangos de lluvias bajos se emplearan parámetros drenados del suelo, determinados de las pruebas de campo de SPT, a través de la metodología de Álvaro González (ver anexos memorias de cálculo).

La metodología arrojo valores de cohesión variables entre 3.5 a 22.9 T/m^2 y ángulo de fricción de 25° a 34°, se adoptará un valor conservativo de 4.2 T/m^2, de acuerdo con la experiencia en este tipo de suelos.

GCI MÓDULO DE ELASTICIDAD: Se evaluó el módulo de elasticidad con la pendiente de la curva de resistencia a la compresión inconfinada. A continuación, se presenta un resumen de los datos obtenidos.

	Profundidad (m)							
Sondeo	Inicial	Final	Compresión inconfinada (kg/ cm^2)	γ húm (g/cm^3)	γ seco (g/cm^3)	Consistencia del Material	Es (Kg/cm2)	Es (Ton/m2)
1	1,0	1,5	0,98	1,87	1,47	Mediana	78,2	782
2	1,0	1,5	0,99	1,97	1,61	Mediana	59,0	590
Promedio del Modulo de Elasticidad en muestras recuperas de 1,0 a 1,50 metros							**68,58**	**686**

Se eliminan los valores más altos para realizar un promedio de las muestras ensayadas, en donde se obtiene un módulo de elasticidad de 686 Ton/m^2.

GCI PARAMETROS PARA ESTIMACION DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION

Debido a que la geología del sector y a los ensayos realizados se caracteriza por presentar suelos sobreconsolidados, con material en estado sólido a plástico y consistencia mediana a firme a lo largo de los 5.5 metros explorados. El valor de RSC será igual a 1,5.

Para el cálculo de los asentamientos por consolidación se usa el índice de recompresíon Cr, calculado con la siguiente expresión:

$$Cr = \frac{Cc}{5}$$

$$Cc = 0{,}009(LL - 10)$$

Las correlaciones de Cc=0,009(LL−10) y de Cr fueron tomada del libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, autor Braja M. Das, séptima edición, capítulo 1.13 Consolidación.

Los valores de gravedad específica y relación de vacíos para un arcilla se tomó de la literatura (referencia Braja Cuarta edición pag 11 tablas 1.4 y 1.5), donde se adoptaron los valores de Gs=2.6 y e=0.79.

No se presenta nivel freático en la zona de estudio, el régimen de lluvias oscila en el orden de 1009 mm/año, no se presentan quebradas cercanas al lote donde se proyecta las construcciones, por tal razón se emplearan parámetros en condiciones drenadas.

Los valores presentados en la Tabla 7 se presentan los parámetros geotécnicos para la zona geotecnia tomando un valor promedio de las propiedades físicas y mecánicas por cada capa. Para el cálculo de los pesos unitarios se empelaron las siguientes expresiones.

$$\gamma h = \frac{Peso\ Muestra}{Volumen}$$

$$\gamma d = \frac{\gamma h}{1 + w}$$

Capa	Parámetros de Resistencia	Parámetros de Asentamientos
Capa 1 MH/ML (0.80/3,00) Arena 1% a 29% LL=44-61% ω= 24-30% Gs=2,60	Parámetros Drenados C= 0.42 Kg/cm^2 ϕ = 0° γt=1,87 ton/m^3 γd =1,47 ton/m^3	Es=686 Ton/m^2 RSC=1.5 μ=0,45 Cc=0,46 Cr=0,09 $e_{0=}$ 0,79

Tabla 7. Parámetros geotécnicos

6.3 TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Según el reglamento colombiano de diseño y construcción sismo resistente NSR-10, el tipo de perfil de suelo se define con base en las características de suelo hasta los 30 metros de profundidad. Sin embargo, aunque no se realizaron perforaciones hasta los 30 metros, la resistencia al corte no drenado es de 0.42 kg/cm^2, por lo que el tipo de perfil de suelo corresponde al Tipo D, el cual describe a suelos rígidos, esto de acuerdo a la NSR-10.

Para el diseño se pueden considerar los siguientes coeficientes sísmicos:

COEFICIENTE	NSR 10
Zona de amenaza sísmica	INTERMEDIA
Tipo de perfil sismo resistente	D
Coeficiente de Importancia, [I]	1.25
Aceleración Pico efectiva para Diseño, [Aa]	0.20
Velocidad Pico efectiva para Diseño, [Av]	0.20
Coeficiente Pico efectiva para umbral de daño,[Ad]	0.05
Coeficiente de amplificación periodos cortos (Fa)	1,40
Coeficiente de amplificación periodos largos (Fv)	2.00
Categoría del Proyecto	Normal

Tabla 8. Coeficientes de diseño sísmico.

	T (s)	Sa (g)	Sv (m/s)	Sd (m)
	0,00	0,88	0,00	0,00
T0	0,14	0,88	0,20	0,00
Tc	0,69	0,88	0,94	0,10
	2,00	0,30	0,94	0,30
	3,00	0,20	0,94	0,45
	4,00	0,15	0,94	0,60
	5,00	0,12	0,94	0,75
	6,00	0,10	0,94	0,90
TL	6,00	0,10	0,94	0,90
	9,00	0,04	0,62	0,90
	10,00	0,04	0,56	0,90

Tabla 9. Valores de aceleración, velocidad y desplazamiento espectral.

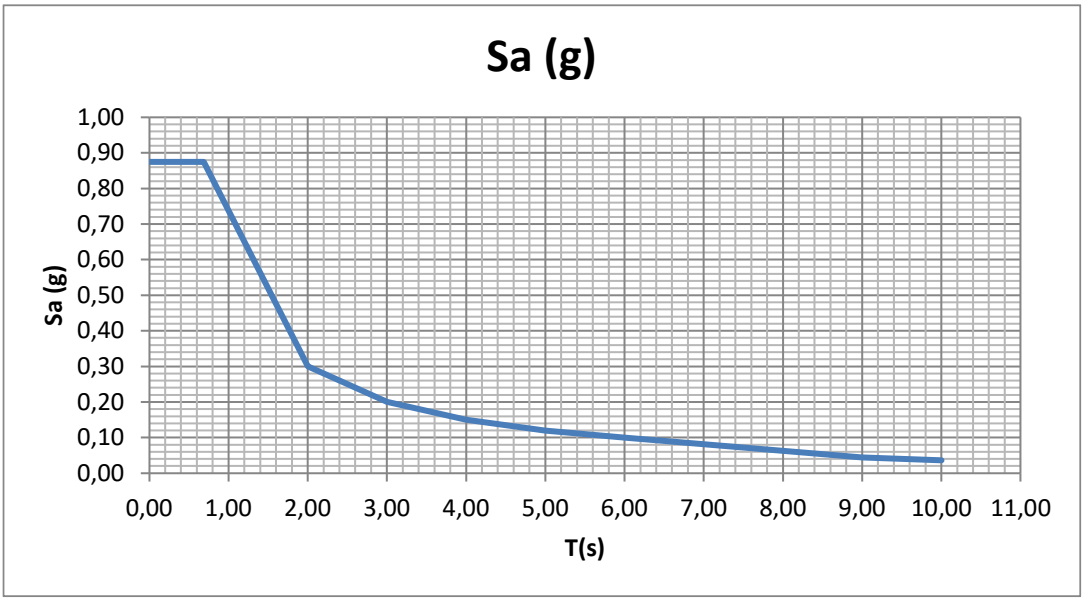


Figura 17. Espectro elástico de aceleraciones. (A.2.6.1 de la NSR-10).

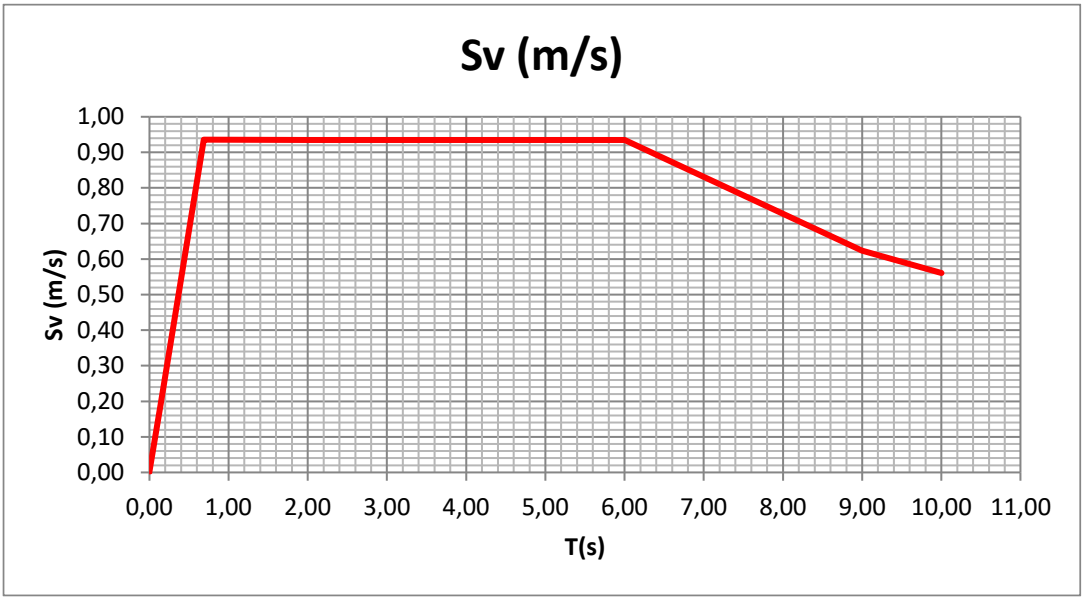


Figura 18. Espectro elástico de velocidades. (A.2.6.2 de la NSR-10).

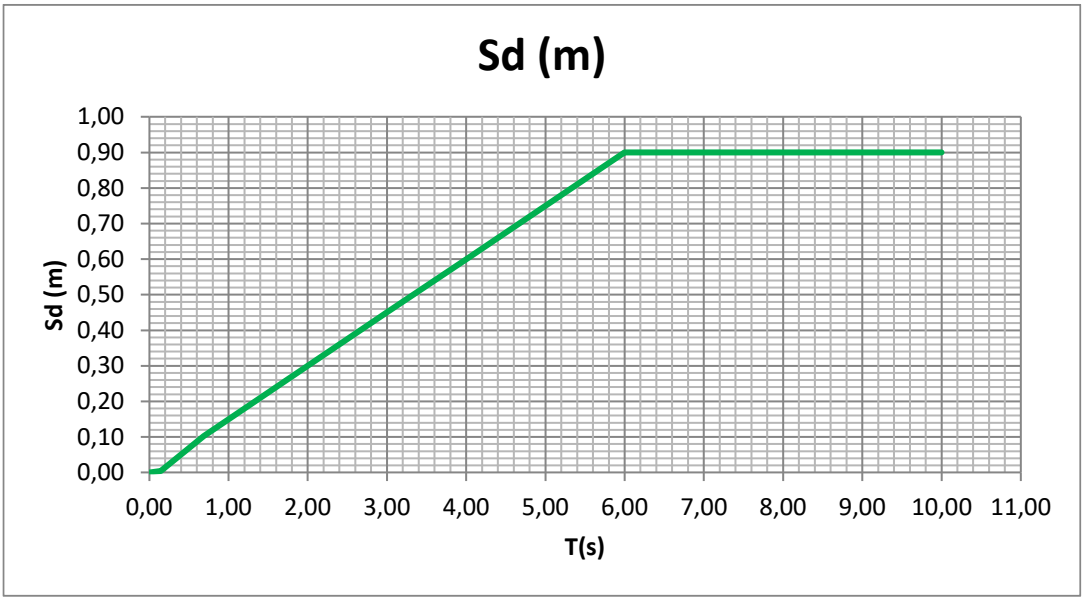


Figura 19.Espectro elástico de desplazamientos. (A.2.6.2 de la NSR-10).

7 EVALUACION DE CARGAS A CIMENTACION

Después de conocer las propiedades mecánicas de los materiales, y con una evaluación preliminar de las cargas que llegan a cimentación, se procede a determinar los factores de seguridad indirectos, asentamientos totales y diferenciales para las estructuras contempladas en el proyecto.

7.1 PRESIÓN DE TRABAJO (CAPACIDAD PORTANTE)

El suelo analizado presenta un espesor de relleno de tipo aluvial compuesta por limo de capacidad portante mínima la cual no presenta características adecuadas como suelo de fundación ya que estos estratos tienden a tener relaciones de vacíos grandes con altas permeabilidades los que generaría asentamientos inesperados para los cuales no se hizo una evaluación por lo cual es conveniente su remoción este material existente.

Teniendo en cuenta que es conveniente que los esfuerzos se distribuyan en los estratos de mejores características, sin embargo, se encontró espesores de 6.0 metros del mismo material a partir del nivel superficial se propone realizar la remoción del estrato inicial y remplazarlo por una base en material seleccionado, sobre el cual se construirá una estructura tipo Box en forma rectangular capaz de soportar las cargas de acuerdo a la norma sismoresistente.

Las dimensiones de estos cimientos se escogerán de acuerdo a las cargas no mayoradas resultado del análisis estructural por lo cual se presentan el cálculo de variación de presiones admisibles de acuerdo a la profundidad de cimentación NC y espesor del material de material seleccionado.

De esta forma tendríamos que evaluar la capacidad portante teniendo esta condición del material seleccionado como un relleno en material granular sobre una arcilla por lo cual las fórmulas serían las de suelos estratificados ya que las fórmulas que normalmente se utilizan suponen suelos homogéneos.

Así entonces utilizamos las ecuaciones particulares para suelos estratificados propuestas por Meyerhof la cual corresponde a uso de materiales granulares

sobrepuestos en materiales arcillosos para lo cual se utilizaron las siguientes ecuaciones.

$$q_u = \left(1+0.2\frac{B}{L}\right)5.14c_2 + \gamma_1 H^2\left(1+\frac{B}{L}\right)\left(1+\frac{2Df}{H}\right)\frac{K_s \tan\phi_1}{B}$$

$$+\gamma_1 D_f \leq \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)}$$

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{c_2 N_{c(2)}}{\frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)}} = \frac{5.14c_2}{0.5\gamma_1 B N_{\gamma(1)}}$$

En donde:
q_u= Capacidad de carga ultima admisible.
B: Es el ancho del cimiento.
L: Es la longitud del cimiento.
Df: Profundidad de cimentación.
H: Es el espesor de la placa flotante (relleno en material granular seleccionado).
Ks: Coeficiente de corte por punzonamiento.
C_2: Cohesión del estrato inferior.
N_q: Factor de capacidad de carga para el estrato superior.
F_{qs}: Factores de forma con respecto a la capa superior del suelo.
Φ_1: Angulo de fricción del material de la placa flotante.

En la figura 16 se pueden apreciar los parámetros utilizados para el cálculo de la capacidad portante del suelo utilizando la placa en material granular debidamente compactado tipo afirmado granular sobre el material del sitio. Es de aclarar que el estrato 1 en la figura representa el material de relleno compactado propuesto y el estrato 2 corresponde al estrato de arcillas encontrado en el sitio de estudio bajo el relleno. Los valores tomados de cálculo son los respectivos al estrato en el cual se cimienta.

Φ =30º
C2=4.2T/m^2
γ1= 1.90 T/m^2
γ2= 1.87 T/m^2
H= 0.30m

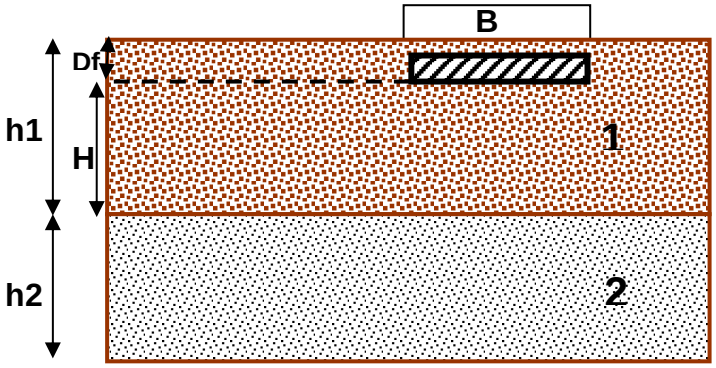


Figura 20 Modelo utilizado para determinar el cálculo de la capacidad portante del suelo para material granular sobre arcilla.

7.2 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Los asentamientos por elasticidad dependerán principalmente de la magnitud del cimiento, los asentamientos se calculan con las cargas por zapatas Para cimentaciones flexible se evalúa con la expresión que se presenta a continuación. A pesar que las zapatas corresponden a cimientos rígidos (93% del asentamiento dado para una cimentación flexible), para los cálculos se tomó el valor obtenido de una cimentación flexible en el centro de la zapata. La metodología empleada corresponde a la de Bowles (1987).

Cimentación Flexible

$$S_e = 2qB\frac{1-\mu^2}{E_s}I_sI_f$$

Cimentación Rigida

$$Se = 0{,}93, Se(flexible, centro)$$

7.3 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION

Los asentamientos por consolidación, se evalúan con la siguiente expresión:

$$S = \sum \frac{c_r Hc}{1+e_0}\log\left(\frac{\bar{\sigma}+\Delta\sigma}{\bar{\sigma}}\right)$$

Donde Cr es el índice de compresión, H el espesor del estrato considerado, e_o es la relación de vacíos inicial, σ' (t/m^2) el esfuerzo efectivo inicial y $\Delta\sigma$ es el incremento de esfuerzos por la aplicación de la sobrecarga.

7.4 MÓDULO DE BALASTO EN SUELOS COHESIVOS

Uno de los métodos de cálculo más utilizado para modelizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos–muelles o bielas biarticuladas– cuya rigidez, denominada módulo o coeficiente de balasto (Ks), se corresponde con el cociente entre la presión de contacto (q) y el desplazamiento, el cual se presenta en la tablas de asentamientos totales.

7.5 FACTOR DE SEGURIDAD ADOPTADO

De acuerdo a la magnitud de la obra, la cual corresponde a una edificación de un nivel, donde permanecerá personal todo el día, y una posible falla de la estructura o de sus cimientos abarcara graves consecuencias a esta y por ende a la integridad física de las personas que la habitan. A pesar que se cuenta con la caracterización física y mecánica de los suelos de la zona de estudio y teniendo en cuenta lo enmarcado por la NSR–10, se adoptan los siguientes factores de seguridad para su verificación con las cargas dadas por el diseñador estructural.

Factores de seguridad Indirectos

- Carga muerta más viva normal – Factor de seguridad (FS) = 3.0.
- Carga muerta + viva máxima – Factor de seguridad (FS) = 2.5
- Carga muerta más viva máxima y carga muerta más viva más sismo de diseño: Factor de seguridad (FS) = 1.5

A continuación, se presenta el cálculo de los Factores de seguridad mínimos, lo cual se presentó para las combinaciones de carga: donde se presenta el cálculo de capacidad portante para diferentes dimensiones de zapatas.

7.5.1 REVISION FACTORES DE SEGURIDAD

CAPACIDAD PORTANTE PARASUELOS ESTRATIFICADOS									
DF	B	L	Mejoramiento (m)	qu	qt	$q_{ultima\ adm}$ T/m2 (FS=3,0)	$q_{ultima\ adm}$ T/m2 (FS=2,5)	$q_{ultima\ adm}$ T/m2 (FS=1,5)	Carga (Ton)
1,50	1,0	1,0	0,30	36,62	100,52	12,21	14,65	24,41	12,2
1,50	1,2	1,2	0,30	35,71	103,20	11,90	14,28	23,81	17,1
1,50	1,4	1,4	0,30	35,42	105,89	11,81	14,17	23,61	23,1
1,50	1,6	1,6	0,30	35,18	108,58	11,73	14,07	23,45	30,0
1,50	1,8	1,8	0,30	34,99	111,27	11,66	14,00	23,33	37,8
1,50	2,0	2,0	0,30	34,83	113,96	11,61	13,93	23,22	46,4
1,50	2,2	2,2	0,30	34,70	116,65	11,57	13,88	23,13	56,0
1,50	2,4	2,4	0,30	34,23	119,33	11,41	13,69	22,82	65,7
1,50	2,6	2,6	0,30	33,86	122,02	11,29	13,54	22,57	76,3
1,50	2,8	2,8	0,30	33,51	124,71	11,17	13,40	22,34	87,6
1,50	3,0	3,0	0,30	33,22	127,40	11,07	13,29	22,15	99,7
1,50	3,2	3,2	0,30	32,98	130,09	10,99	13,19	21,99	112,6
1,50	3,4	3,4	0,30	32,78	132,78	10,93	13,11	21,85	126,3
1,50	3,6	3,6	0,30	32,60	135,46	10,87	13,04	21,74	140,8
1,50	3,8	3,8	0,30	32,46	138,15	10,82	12,98	21,64	156,2

Tabla 10. Cálculo de capacidad portante

7.5.2 ASENTAMIENTOS DEBIDO A LAS CARGAS Y CALCULO DELMODULO DE BALASTO

Es (KPa)	686					
m	0,45					
NC (m)	B (m)	L (m)	B/L	ar	Q_{adm} (KPa)	Se (cm)
1,5	1,0	1,0	1,00	0,88	119,75	0,24
1,5	1,2	1,2	1,00	0,88	116,77	0,29
1,5	1,4	1,4	1,00	0,88	115,82	0,33
1,5	1,6	1,6	1,00	0,88	115,05	0,38
1,5	1,8	1,8	1,00	0,88	114,42	0,42
1,5	2,0	2,0	1,00	0,88	113,89	0,46
1,5	2,2	2,2	1,00	0,88	113,45	0,51
1,5	2,4	2,4	1,00	0,88	111,95	0,55
1,5	2,6	2,6	1,00	0,88	110,72	0,59
1,5	2,8	2,8	1,00	0,88	109,57	0,63
1,5	3,0	3,0	1,00	0,88	108,62	0,66
1,5	3,2	3,2	1,00	0,88	107,84	0,70
1,5	3,4	3,4	1,00	0,88	107,18	0,74
1,5	3,6	3,6	1,00	0,88	106,61	0,78
1,5	3,8	3,8	1,00	0,88	106,13	0,82
1,5	3,4	3,4	1,00	0,88	107,18	0,74
1,5	3,6	3,6	1,00	0,88	106,61	0,78
1,5	3,8	3,8	1,00	0,88	106,13	0,82

Tabla 11. Asentamientos inmediatos.

B (m)	L (m)	Mejoramiento (m)	Z(m)=2B-R	σ neto (ton/m^2)	σ efectivo mitad (Ton/m2)	σ efectivo mitad + Δ σ	Consolidación ΔHc (cm)	Inmediatos ΔH (cm)	Asentamientos Totales (cm)	Modulo de la Balasto (ton/m^3)
1,00	1,00	0,30	1,70	12,21	3,18	6,37	1,32	0,24	1,56	780,56
1,20	1,20	0,30	2,10	11,90	3,34	6,59	1,59	0,29	1,88	634,10
1,40	1,40	0,30	2,50	11,81	3,51	6,83	1,86	0,33	2,19	538,71
1,60	1,60	0,30	2,90	11,73	3,67	7,06	2,11	0,38	2,49	470,97
1,80	1,80	0,30	3,30	11,66	3,84	7,28	2,35	0,42	2,77	420,44
2,00	2,00	0,30	3,70	11,61	4,01	7,48	2,58	0,46	3,04	381,34
2,20	2,20	0,30	4,10	11,57	4,17	7,68	2,79	0,51	3,30	350,19
2,40	2,40	0,30	4,50	11,41	4,34	7,84	2,97	0,55	3,52	324,10
2,60	2,60	0,30	4,90	11,29	4,50	8,00	3,14	0,59	3,73	302,53
2,80	2,80	0,30	5,30	11,17	4,67	8,16	3,30	0,63	3,93	284,33
3,00	3,00	0,30	5,70	11,07	4,84	8,32	3,45	0,66	4,12	268,83
3,20	3,20	0,30	6,10	10,99	5,00	8,49	3,60	0,70	4,30	255,46
3,40	3,40	0,30	6,50	10,93	5,17	8,65	3,74	0,74	4,48	243,81
3,60	3,60	0,30	6,90	10,87	5,33	8,82	3,87	0,78	4,65	233,55
3,80	3,80	0,30	7,30	10,82	5,50	8,98	4,00	0,82	4,82	224,44

Tabla 12. Asentamientos totales

Los asentamientos presentados en las Tabla 11 y 12 cumplen con lo establecido en la NSR–10, donde se enmarcan que los asentamientos totales deben ser menores a 15 cm.

7.6 MEJORAMIENTO PARA ZONAS DE CIRCULACIÓN

Para determinar el valor de CBR se toma en cuenta la relación $N_{(spt)}$ y el índice C.B.R.

La ecuación obtenida, considerando la relación entre el índice C.B.R. y el valor de N es:

$$Ind.C.B.R. = 0.0739N_{spt} + 2.386$$

La ecuación es obtenida de correlación entre propiedades geotécnicas de materiales e edad triásicas en las cordilleras Béticas del Ingeniero Hernández del Pozo.

Teniendo un N_{spt} en promedio de la parte superficial es de 8 por lo tanto se tiene un valor de

$$Ind.C.B.R. = 0.0739\ (8) + 2.386$$

$$Ind.C.B.R. = \mathbf{2.98}$$

Por lo tanto, se propone un mejoramiento de la subrasante para las estructuras de paso peatonal con la metodología de IVANOV

CBRsub (%)	CBR MATERIAL MEJORAMIENTO	Einf	Esup	n	n^3,5	h1 (cm)	Eequiv	CBR
2,98	15,0	283	900	1,59	5,04	**25,00**	532,31	**7,20**

Con un mejoramiento de 25 centímetros se obtiene un mejoramiento de subrasante de C.B.R>7.0%

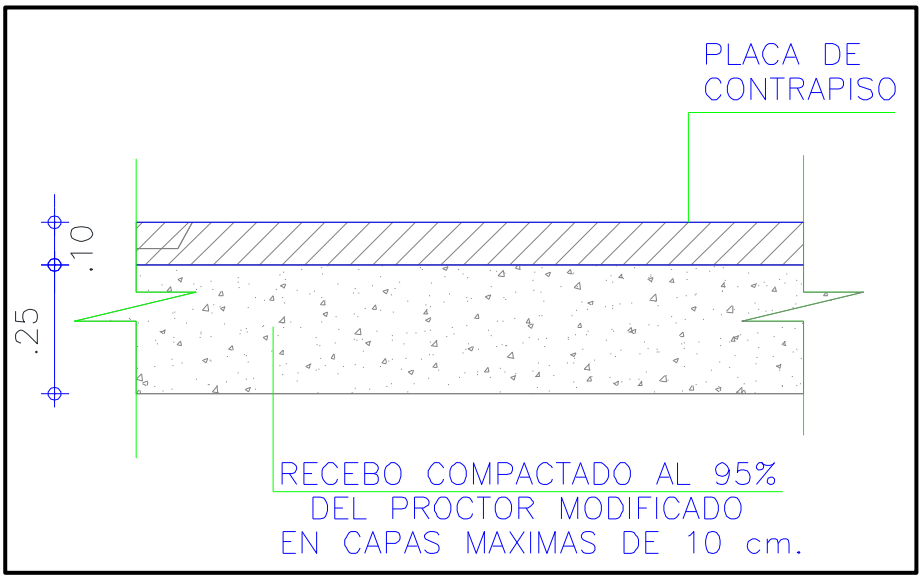


Figura 21. Detalle mejoramiento para zonas de circulación.

EL AFIRMADO: Los materiales de afirmado granular deben ser pétreos o granulares y de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos objetables.

Los materiales deben cumplir con Las granulometrías especificadas en las normas del INVIAS art 311–13.

El material que pasa por el tamiz No. 40 no debe tener un índice de plasticidad mayor de 9%. El material de afirmado se colocará y extenderá en capas de 10 a 15 cm. de espesor, medido después de la compactación.

Se densificará a un mínimo del 95% de la densidad máxima, determinada en el ensayo proctor modificado. El material no deberá presentar una pérdida en el ensayo de solidez, en sulfato de sodio, mayor del 1 2%. El desgaste en la máquina de Los Ángeles del material deberá ser como máximo del 50%.

La resistencia medida con el ensayo CBR debe ser mayor de 15%.

8 SISTEMA GEOTECNICO CONSTRUCTIVO

8.1 ANTES DE LA CONSTRUCCION

Se encuentran materiales finos limo plastico limo plastico con arena con arena de color café y amarillo, estado solido, expansividad media a alta plasticidad moderada a alta, LP= 26%–36%, LL=44–61%, IP=16 a 26%, consistencia mediana y dura a mayor profundidad. Presenta porcentajes de arenas variable de 1 a 29%. El material de limo se mantiene hasta los 5.50 metros explorados donde se presento rechazo en el ensayo de SPT.

Antes de empezar todo trabajo de excavación, se deberá eliminar todo árbol, piedra suelta u obstáculo que pueda originar posibles riesgos durante el desarrollo del trabajo.

Antes de iniciar la excavación deberá hacerse un estudio de todas las estructuras adyacentes, para poder determinar los posibles riesgos que ofrezcan los trabajos. En caso de presentarse algún hundimiento, descenso o asiento, o grietas antes de comenzar los trabajos de excavación, se tomarán las elevaciones del sitio y fotografías, evidencia que será fechada por el Ingeniero de la obra, o Topógrafo y el Fotógrafo. Se elaborarán actas de vecindad.

8.2 DURANTE LA CONSTRUCCION

Debido a la condición geotecnia evaluada, la cual corresponde al empleo de parámetros drenados, a causa de la no saturación del suelo de fundación y la cual se espera no se dé a lo largo del tiempo debido a las bajas lluvias en el sector, se hace necesario que el subsuelo guarde las características in situ que se presentaron al momento de la perforación. Por la razón se hace necesario tapar con plástico las excavaciones realizadas para las zapatas con el fin de evitar que se deposite agua en estas, evitando así el uso de sistemas de bombeo y reblandecimiento del suelo de fundación.

De las excavaciones

Las excavaciones que deban abrirse cerca de los cimientos de un edificio o más bajo que una pared o base de una columna, máquina o equipo, deberán ser supervisadas por ingenieros especializados en la materia capaces de

efectuar un estudio minucioso para determinar el apuntalamiento requerido, antes de que el trabajo comience.

Cuando las excavaciones presentan riesgos de caídas de las personas, sus bordes deberán ser suficientemente resguardados por medio de vallas. Durante la noche el área de riesgo potencial deberá quedar señalada por medios luminosos.

Al abrir una zanja o un hoyo cualquiera, la operación deberá realizarse siempre en forma metódica, de arriba hacia abajo; los lados deberán estar debidamente inclinados de acuerdo a la calidad de la tierra excavada. Los trabajadores encargados del transporte de los escombros deberán disponer de pasajes seguros. Los escombros no deberán amontonarse en las proximidades de las zanjas, sino que estarán depositados lo suficientemente lejos de ellas, para no correr riesgos de que vuelvan a caer en el interior, a una distancia no menor de 60 centímetros.

Los trabajadores que laboren con pica y pala dentro de las zanjas, deberán estar separados por una distancia no menor de 2 metros.

Las excavaciones deberán inspeccionarse con frecuencia, especialmente después de las lluvias, pues se pueden producir deslizamientos del terreno o derrumbes, en cuyo caso deberá proveerse protección adicional inmediata.

Todas las excavaciones y los equipos de excavar deberán estar bien protegidos por vallas, de tal manera que el público y especialmente los niños, no se puedan lesionar si las vallas no ofrecen suficiente protección, es necesario utilizar los servicios de un celador. No se permitirá a los visitantes entrar a los sitios de trabajo, a no ser que vengan acompañados por un guía o superintendente, y provistos de los elementos de protección.

Características del material de relleno y compactación

El material de mejoramiento deberá ser caracterizado de acuerdo a los lineamientos normativos para material tipo subbase granular, para el cual deberá cumplir con las siguientes características:

- Tamaño máximo 3”

- Pasa malla 4 máx. 60%
- Pasa malla 200 máx. 15%
- Índice de plasticidad máx. 6%.
- Desgaste en la máquina de los ángeles máx. 50%.

Para la ejecución de los trabajos de compactación deberá seguirse el siguiente procedimiento:

- El material de mejoramiento debe extenderse
- Nivelarse con motoniveladora o equipo disponible
- Humedecerse hasta que alcance la humedad óptima o muy cerca de ella
- Compactarse con el medio de compactación disponible hasta alcanzar la densidad de diseño
- Realizar verificación del porcentaje de compactación, el cual deberá ser ≥ 90%, mediante pruebas de determinación de densidad y humedad.

Una vez concluidos los trabajos y solo después de transcurridas 48 horas del vaciado se comunicará al ingeniero encargado, a objeto de que autorice en forma escrita el relleno correspondiente.

Esta actividad comprende los trabajos referidos al relleno de zanjas, hoyos y cavidades terrenas, se ejecutará utilizando el material proveniente de excavaciones ejecutadas en el lugar libre de material orgánico o impurezas, además deberá presentar un contenido óptimo de humedad que permita el proceso adecuado de compactación en capas de 10 cm. de espesor.
En caso que no se pueda utilizar el mismo material de la excavación o las exigencias del proyecto indique el empleo de otro material, el mismo deberá ser aprobado y autorizado por el ingeniero encargado. No se permitirá la utilización de suelos con excesivo contenido de humedad, considerándose como tales, aquellos que igualen o sobrepasen el límite plástico del suelo. Igualmente se prohíbe la utilización de suelos, con piedras mayores a 10 cm. de diámetro. Para efectuar el relleno, el Ejecutor deberá disponer en obra del número suficiente de pisones manuales de peso adecuado o compactadoras mecánicas.

Control de flujo de agua

- El proyecto deberá contar con un sistema de disposición y evacuación de aguas eficiente, que evite al máximo la infiltración del agua lluvia al terreno natural y la erosión del mismo.

- Se deberá fijar adecuadamente los niveles de desagüe, accesos y otros.

- Se deberá cubrir perimetralmente las construcciones con andenes, las juntas deberán estar bien selladas e impermeabilizadas. Se protegerá con material de préstamo tipo recebo, para evitar la infiltración de aguas lluvias al lote en estudio. Los andenes y demás deben tener una pendiente tal que las aguas de escorrentía se encausen al sistema de alcantarillado pluvial.

- Separar la vegetación de la construcción al menos unos 2 metros. Evitar el empleo de especies que sean ávidas de agua, como eucaliptos y similares.

8.3 DESPUES DE LA CONSTRUCCION

Se espera que en el escenario después de la construcción, las estructuras no superen los asentamientos máximos aquí propuestos ni las presiones de expansión y capacidad portante determinadas, debido a cambios en las estructuras de drenaje o a la inducción de presiones adicionales que puedan modificar el comportamiento de los materiales, con lo cual se garantiza que la estructura será funcional y segura de acuerdo a los lineamientos de la norma sismo resistente vigente.

Ante cualquier eventualidad o evidencia de ocurrencia de algún fenómeno geotécnico será necesaria la realización de instrumentación y monitoreo de la posible variación de propiedades esfuerzo–deformación de los suelos de apoyo.

9 RECOMENDACIONES GENERALES

- Las características de los suelos encontrados en el sitio de estudio permiten establecer una serie de comentarios finales y recomendaciones que se deben tener en cuenta en los procesos de diseño y construcción de las fundaciones que se pretendan realizar.

- Las características de los suelos definen una única zona geotécnica, el sitio está haciendo parte de la era geológica de cretácico de la formación Guaduas, de consistencia mediana a firme con la profundidad con un alto contenido de humedad.

- El sistema de cimentación recomendado para la construcción de las obras de la cancha multifuncional corresponde con una excavación de 1.80 metros y posteriormente un relleno de 0.30 metros bajo el área de las zapatas y la implantación de las zapatas a 1.50 metros con respecto al terreno natural. (ver figura 16), El material de recebo debe quedar compactado como mínimo al 95% con respecto al proctor modificado.

- Se realizó la verificación de los factores de seguridad indirectos con las 3 combinaciones de carga establecido en la NSR-10. En las tablas del capítulo correspondiente se describen las dimensiones a adoptar para el proyecto.

- Se verifican asentamientos totales por cada uno de los bloques a implementar en el proyecto, donde se obtuvieron asentamientos menores a 15 cm, cumpliendo con el establecido en la NSR-10.

- El diseñador estructural deberá tener en cuenta las excentricidades que se genere en la zapata, por la carga axial y momentos en las dos direcciones que se dan por las cargas a la cimentación. Los cálculos presentados se realizaron para cargas verticales.

- Se llevó a cabo la verificación de asentamientos diferenciales los cuales cumple para el caso de $\ell/300$, correspondiente a edificaciones con pórticos

en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.

- Se evalúa la capacidad portante para varias dimensiones de zapatas cuadradas variando de 1 a 3.8 metros, ver tabla 12, donde los valores varían de 10.5 a 11.6 Ton/m^2. Se estiman los asentamientos totales con la carga admisible obtenida del FS=3.

- No se incluyen ensayos REMI, el análisis del tipo de perfil del suelo se realiza en base al N (SPT) y a la resistencia al corte no drenada.

- Debido a que no se proyectan excavaciones mayores a 3.0 metros de profundidad no se presenta Plan de Contingencia para el presente proyecto, según lo enmarcado en la NSR-10.

- Las zonas de circulación internas y externas de la edificación deben contar con 0.25 metros de material seleccionado tipo afirmado compactado como mínimo al 95% con respecto al proctor modificado.

- El tipo de excavación deberá ejecutarse con un talud cuyas proporciones estén en 0.25H:1V debido a la cohesión del suelo y los materiales granulares del sitio y así evitar daños y derrumbes del material, sin embargo se debe entibar y apuntalar todo tipo de excavación que se haga con el fin de evitar daños colaterales.

- En caso de ocurrencia de lluvias durante la excavación se debe tapar con plástico las mismas con el fin de evitar que se deposite agua en las excavaciones, evitando así el uso de sistemas de bombeo y reblandecimiento del suelo de fundación.

- El material de relleno utilizado en el proyecto debe ser compactado en capas máximo de 0.125 metros o menor según el equipo de compactación que se utilice.

- No se deberá utilizar el uso de sistemas de excavación que pudieran dañar excesivamente el terreno adyacente. Durante la ejecución de los trabajos se

tomaran, en todos los casos, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno excavado.

- Los análisis, conclusiones y recomendaciones indicados en este informe están basados en las observaciones de campo, exploración del suelo a nivel puntual y resultados de laboratorio obtenidos de las muestras ensayadas, por lo que cualquier cambio en las condiciones del subsuelo no previstas en el presente documento deben ser informadas al ingeniero de suelos quien modifique o recomiende los ajustes necesarios acordes con la situación.



ING. JIMMY VERGARA SILVA
M.P 15202 – 130100BYC
Ing. Civil Esp. en Geotecnia Vial y de Pavimentos

10 ANEXOS – PERFILES DE CAMPO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO 01

CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia Clasificación					PERFIL
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	SUCS
(0,00–0,10) Placa de Concreto	0,0						
(0,10–0,30) Material de Recebo	0,2						
	0,4						
(0,30–1,40) Estrato compuesto por limo con arena de color café. Material de consistencia media con potencial de expanción medio y contenido de humedad alta	0,6	31,32					ML A-7-6
	0,8						
	1,0	30,96					
	1,2		47,57	29,88	17,69	75,60	
	1,4						
(1,40–6,00) Estrato compuesto por limo plástico de color amarillo. Material de consistencia media a muy firme con potencial de expanción alta y contenido de humedad alta	1,6	28,51					MH A-7-5
	1,8						
	2,0	34,95					
	2,2						
	2,4						
	2,6	25,27					
	2,8						
	3,0	26,40					
	3,2						
	3,4						
	3,6	37,81					
	3,8						
	4,0	33,60					
	4,2						
	4,4		57,26	33,24	24,03	96,17	
	4,6	30,92					
	4,8						
	5,0	28,59					
	5,2						
	5,4						
	5,6	27,25					

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO 02

CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia Clasificación					PERFIL
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	SUCS
(0,00-0,80) Estrato compuesto por arcilla delgada con grava de color negro. Material de consistencia media con potencial de expanción medio y contenido de humedad alta	0,0						CL A-7-6
	0,2						
	0,4						
	0,6	27,86	44,86	26,61	18,25	70,70	
	0,8						
(0,80-3,00) Estrato compuesto por limo plástico de color amarillo. Material de consistencia media a muy firme con potencial de expanción alto y contenido de humedad alta	1,0	21,31					MH A-7-5
	1,2						
	1,4						
	1,6	25,29					
	1,8						
	2,0	31,62					
	2,2		61,35	36,08	25,26	98,30	
	2,4						
	2,6	32,60					
	2,8						
	3,0	30,43					

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO 03

CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia Clasificación					PERFIL
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	SUCS
(0,00–1,00) Estrato compuesto por limo plástico de color café.. Material de consistencia media con potencial de expanción alto y contenido de humedad moderado	0,0						MH A-7-5
	0,2						
	0,4						
	0,6	24,63	50,15	33,23	16,92	95,73	
	0,8						
	1,0	24,10					
(1,00–4,00) Estrato compuesto por limo plástico de color amarillo. Material de consistencia media a muy firme con potencial de expanción alto y contenido de humedad moderada	1,2						MH A-7-5
	1,4						
	1,6	23,78					
	1,8						
	2,0	26,08					
	2,2						
	2,4						
	2,6	25,93					
	2,8						
	3,0	23,23	59,46	33,23	26,23	95,09	
	3,2						
	3,4						
	3,6	24,87					
	3,8						
	4,0	23,31					

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7260640
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

11 ANEXOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 1 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 1495	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

SONDEO **1**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	17	4,69	50,06	39,24	31,32
0,50-1,00	815	4,80	54,84	43,01	30,96
1,00-1,50	18	5,00	76,29	60,47	28,51
1,50-2,00	280	6,35	73,49	56,10	34,95
2,00-2,50	30	6,19	98,45	79,84	25,27
2,50-3,00	65	4,61	80,22	64,43	26,40
3,00-3,50	505	4,95	84,91	62,97	37,81
3,50-4,00	68	6,18	112,38	85,67	33,60
4,00-4,50	47	6,18	77,39	60,57	30,92
4,50-5,00	9	4,93	88,49	69,91	28,59
5,00-5,50	10	5,50	79,32	63,51	27,25

SONDEO **2**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	N1	4,80	59,28	47,41	27,86
0,50-1,00	N2	4,77	60,89	51,03	21,31
1,00-1,50	15	5,12	66,88	54,41	25,29
1,50-2,00	80	5,00	73,27	56,87	31,62
2,00-2,50	441	5,53	93,68	72,01	32,60
2,50-3,00	20	4,92	90,3	70,38	30,43

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

ENSAYO
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

SONDEO **3**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	N4	4,39	95,87	77,79	24,63
0,50-1,00	11A	5,42	75,40	61,81	24,10
1,00-1,50	11	6,10	83,14	68,34	23,78
1,50-2,00	3	4,84	66,47	53,72	26,08
2,00-2,50	22	5,32	80,34	64,89	25,93
2,50-3,00	25	5,16	91,22	75,00	23,23
3,00-3,50	7	4,81	83,02	67,44	24,87
3,50-4,00	1	4,79	76,76	63,16	23,31

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

SONDEO **1**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,30-1,40	Z-91	61,65	219,30	100,12	75,60
1,40-5,50	33	62,31	352,92	73,44	96,17

SONDEO **2**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,00-0,80	N-12	45,02	293,64	117,87	70,70
0,80-3,00	Z-22	58,89	178,98	60,93	98,30

SONDEO **3**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,00-1,00	Z-2	59,02	232,93	66,45	95,73
1,00-4,00	20	61,30	268,55	71,48	95,09

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

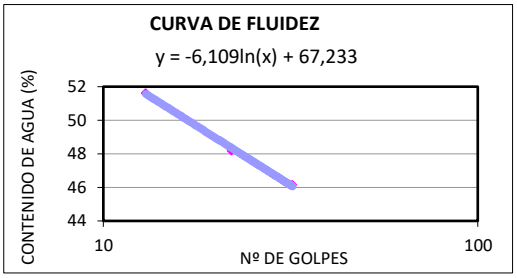
Página 4 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,30-1,40**
FECHA:	**5/09/2024**	MUESTRA	**2**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo con arena de color café.

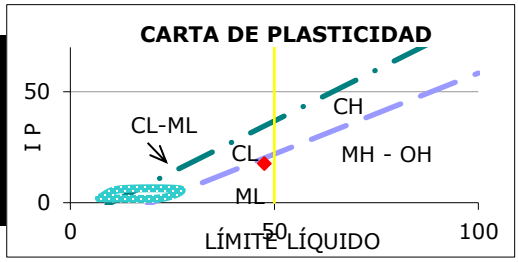
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	32	22	13
RECIPIENTE Nº	23	13	12
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	32,06	32,19	29,99
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	26,36	25,57	23,69
PESO RECIPIENTE (g)	14,01	11,84	11,50
CONTENIDO DE AGUA (%)	46,15	48,19	51,63



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	32	27
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	17,10	17,24
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	14,71	14,79
PESO RECIPIENTE (g)	6,61	6,69
CONTENIDO DE AGUA (%)	29,51	30,25



LÍMITE LÍQUIDO:	***47,57***	% PASA 200	***75,60***
LÍMITE PLÁSTICO:	***29,88***	% ARENAS	***20,72***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***17,69***	% GRAVAS	***3,68***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***0,02***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
ML Limo con Arena	***A-7-6 (14)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO **14**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

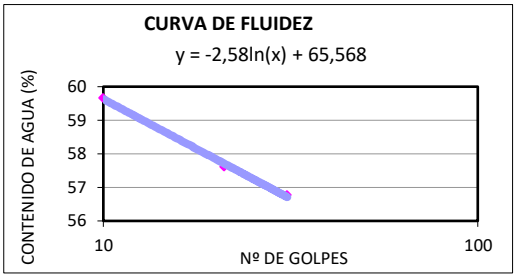
Página 5 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**1,40-5,50**
FECHA:	**5/09/2024**	MUESTRA	**15**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo plástico de color amarillo

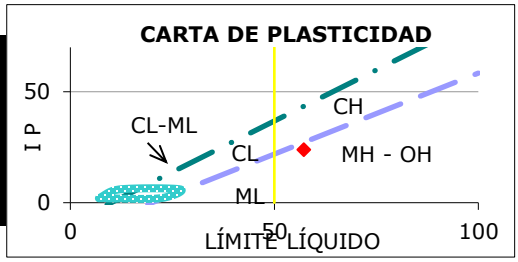
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	31	21	10
RECIPIENTE Nº	14	127	19
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	34,20	35,85	35,71
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	26,36	27,08	26,99
PESO RECIPIENTE (g)	12,55	11,86	12,37
CONTENIDO DE AGUA (%)	56,77	57,62	59,66



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	9	19
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	14,55	14,76
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,55	12,81
PESO RECIPIENTE (g)	6,58	6,90
CONTENIDO DE AGUA (%)	33,41	33,06



LÍMITE LÍQUIDO:	***57,26***	% PASA 200	***96,17***
LÍMITE PLÁSTICO:	***33,24***	% ARENAS	***3,83***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***24,03***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,11***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
MH Limo Plástico	***A-7-5 (29)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO ***29***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

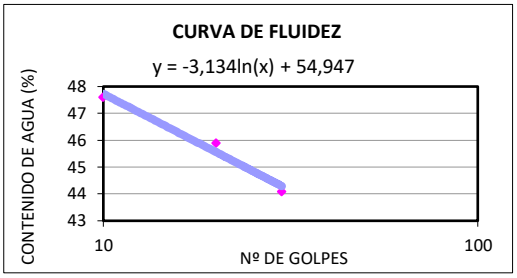
Página 6 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,00-0,80**
FECHA:	**5/09/2024**	MUESTRA	**1**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por arcilla delgada con grava de color negro

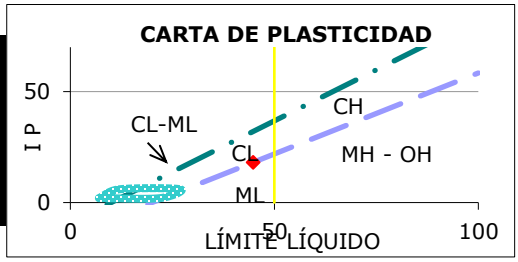
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	30	20	10
RECIPIENTE Nº	8	27	25
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	33,89	37,15	34,22
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	27,22	29,25	26,98
PESO RECIPIENTE (g)	12,09	12,02	11,76
CONTENIDO DE AGUA (%)	44,08	45,89	47,61



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	5	12
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	16,34	15,88
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	14,33	13,78
PESO RECIPIENTE (g)	6,66	6,03
CONTENIDO DE AGUA (%)	26,15	27,07



LÍMITE LÍQUIDO:	***44,86***	% PASA 200	***70,70***
LÍMITE PLÁSTICO:	***26,61***	% ARENAS	***29,30***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***18,25***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***0,06***		

CLASIFICACIÓN

SUCS		AASHTO	
CL	Arcilla Delgada con Grava	***A-7-6 (13)***	Principalmente Suelos Arcillosos
		ÍNDICE DE GRUPO	**13**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

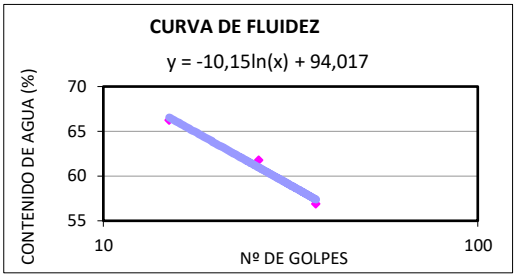
Página 7 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,80-3,00**
FECHA:	**5/09/2024**	MUESTRA	**15**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo plástico de color amarillo

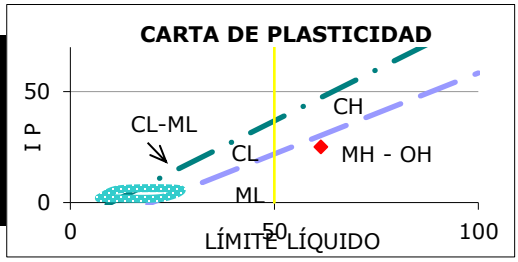
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	37	26	15
RECIPIENTE Nº	24	18	11
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	29,73	29,37	30,22
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	23,25	22,36	23,18
PESO RECIPIENTE (g)	11,86	11,01	12,55
CONTENIDO DE AGUA (%)	56,89	61,76	66,23



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	13	96
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	14,53	16,81
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,39	14,15
PESO RECIPIENTE (g)	6,40	6,85
CONTENIDO DE AGUA (%)	35,73	36,44



LÍMITE LÍQUIDO:	***61,35***	% PASA 200	***98,30***
LÍMITE PLÁSTICO:	***36,08***	% ARENAS	***1,70***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***25,26***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,22***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
MH Limo Plástico	***A-7-5 (32)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO **32**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

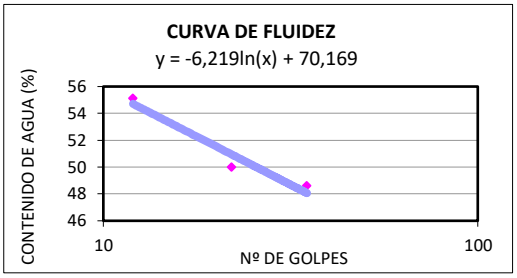
Página 8 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**3**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,00-1,00**
FECHA:	**5/09/2024**	MUESTRA	**2**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo plástico de color café.

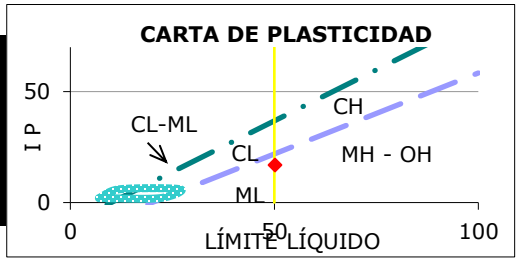
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	35	22	12
RECIPIENTE Nº	10	16	14
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	31,29	31,74	30,94
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	24,73	25,00	24,97
PESO RECIPIENTE (g)	11,23	11,52	14,14
CONTENIDO DE AGUA (%)	48,59	50,00	55,12



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	26	24
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	18,05	15,78
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	15,16	13,50
PESO RECIPIENTE (g)	6,61	6,52
CONTENIDO DE AGUA (%)	33,80	32,66



LÍMITE LÍQUIDO:	***50,15***	% PASA 200	***95,73***
LÍMITE PLÁSTICO:	***33,23***	% ARENAS	***4,27***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***16,92***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,51***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
MH Limo Plástico	***A-7-5 (21)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO ***21***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

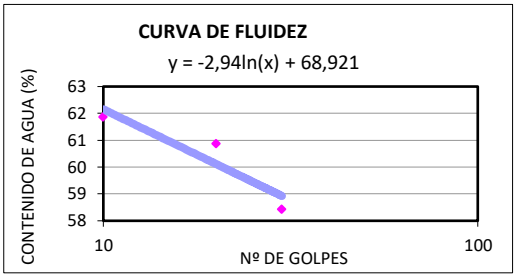
Página 9 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**3**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**1,00-4,00**
FECHA:	**5/09/2024**	MUESTRA	**15**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo plástico de color amarillo

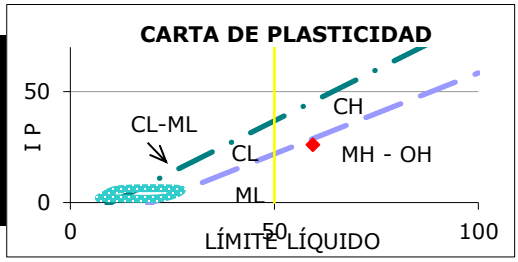
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	30	20	10
RECIPIENTE Nº	5	91	22
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	33,26	34,51	34,21
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	25,72	25,91	25,58
PESO RECIPIENTE (g)	12,82	11,78	11,64
CONTENIDO DE AGUA (%)	58,44	60,88	61,87



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	20	81
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,55	13,94
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	11,90	12,24
PESO RECIPIENTE (g)	7,01	7,03
CONTENIDO DE AGUA (%)	33,71	32,75



LÍMITE LÍQUIDO:	***59,46***	% PASA 200	***95,09***
LÍMITE PLÁSTICO:	***33,23***	% ARENAS	***4,91***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***26,23***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,34***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
MH Limo Plástico	***A-7-5 (31)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO **31**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 1 Prof. 1,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	3
N2	4
N3	4

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	2,81
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	8
N 50	4
N corregido	3

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,1
Hatanaka f (º):	25,2
Uchida f (º):	31,2
Promedio f (º):	28,2
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	69,6
Cu Stroud (KN/m²):	35,2
Cu Promedio (kg/cm²):	0,5
Cu Promedio (KN/m²):	52,4

Sondeo 1 Prof. 2,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	2,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	5
N2	6
N3	7

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	3,74
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	13
N 50	6
N corregido	5

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,6
Hatanaka f (º):	27,1
Uchida f (º):	33,1
Promedio f (º):	29,6
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	93,2
Cu Stroud (KN/m²):	57,2
Cu Promedio (kg/cm²):	0,75
Cu Promedio (KN/m²):	75,2

Laboratorio de Suelos GlobalCivil Interventorias y Construccion

Página 11 de 22	ENSAYO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO
NORMA ASTM – D1586	

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 1 Prof. 2,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	2,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	8
N2	7
N3	8

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	4,68
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	15
N 50	7
N corregido	6

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,9
Hatanaka f (º):	27,9
Uchida f (º):	33,9
Promedio f (º):	30,2
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	104,1
Cu Stroud (KN/m²):	66,0
Cu Promedio (kg/cm²):	0,9
Cu Promedio (KN/m²):	85,1

Sondeo 1 Prof. 3,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	3,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	8
N2	9
N3	10

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	5,61
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	19
N 50	10
N corregido	8

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	29,6
Hatanaka f (º):	30,0
Uchida f (º):	36,0
Promedio f (º):	31,9
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	134,6
Cu Stroud (KN/m²):	83,6
Cu Promedio (kg/cm²):	1,1
Cu Promedio (KN/m²):	109,1

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 1 Prof. 3,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	3,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	11
N2	10
N3	12

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	6,55
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	22
N 50	11
N corregido	9

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	29,8
Hatanaka f (º):	30,6
Uchida f (º):	36,6
Promedio f (º):	32,4
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	144,1
Cu Stroud (KN/m²):	96,8
Cu Promedio (kg/cm²):	1,2
Cu Promedio (KN/m²):	120,5

Sondeo 1 Prof. 4,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	4,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	12
N2	14
N3	14

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	7,48
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	28
N 50	15
N corregido	13

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	30,8
Hatanaka f (º):	32,9
Uchida f (º):	38,9
Promedio f (º):	34,2
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	180,2
Cu Stroud (KN/m²):	123,2
Cu Promedio (kg/cm²):	1,5
Cu Promedio (KN/m²):	151,7

Página 13 de 22	ENSAYO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO
NORMA ASTM – D1586	

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 1 Prof. 4,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	4,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	16
N2	16
N3	17

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	8,42
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	7,50
Mr (kg)	36,45
m	0,57
e3	0,89
e4	1,00
N de campo	33
N 50	18
N corregido	15

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	31,5
Hatanaka f (º):	34,4
Uchida f (º):	40,4
Promedio f (º):	35,5
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	205,5
Cu Stroud (KN/m²):	145,2
Cu Promedio (kg/cm²):	1,8
Cu Promedio (KN/m²):	175,3

Sondeo 1 Prof. 5,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	5,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,87
Nº de golpes	
N1	23
N2	26
N3	26

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	9,35
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	7,50
Mr (kg)	36,45
m	0,57
e3	0,89
e4	1,00
N de campo	52
N 50	28
N corregido	24

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	33,9
Hatanaka f (º):	38,7
Uchida f (º):	44,7
Promedio f (º):	39,1
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	282,5
Cu Stroud (KN/m²):	228,8
Cu Promedio (kg/cm²):	2,6
Cu Promedio (KN/m²):	255,6

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 2 Prof. 1,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,97
Nº de golpes	
N1	7
N2	8
N3	12

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	2,96
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	20
N 50	10
N corregido	8

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	29,6
Hatanaka f (º):	30,0
Uchida f (º):	36,0
Promedio f (º):	31,9
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	134,6
Cu Stroud (KN/m²):	88,0
Cu Promedio (kg/cm²):	1,1
Cu Promedio (KN/m²):	111,3

Sondeo 2 Prof. 2,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	2,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,97
Nº de golpes	
N1	17
N2	17
N3	23

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	3,94
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	40
N 50	20
N corregido	17

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	32,0
Hatanaka f (º):	35,4
Uchida f (º):	41,4
Promedio f (º):	36,2
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	221,7
Cu Stroud (KN/m²):	176,0
Cu Promedio (kg/cm²):	1,99
Cu Promedio (KN/m²):	198,8

Página 15 de 22	ENSAYO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO
NORMA ASTM – D1586	

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 2 Prof. 2,50

Condiciones del Ensayo

Profundidad de inicio (m):	2,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo

Peso unitario (T/m³):	1,97
Nº de golpes	
N1	23
N2	26
N3	26

Determinación de N corregido

sv' (T/m²)	4,93
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	52
N 50	25
N corregido	21

Determinación de C y f

Peck, Hanson, Thornburn f (º):	33,2
Hatanaka f (º):	37,5
Uchida f (º):	43,5
Promedio f (º):	38,1
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	260,3
Cu Stroud (KN/m²):	228,8
Cu Promedio (kg/cm²):	2,4
Cu Promedio (KN/m²):	244,6

Página 16 de 22	ENSAYO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO
NORMA ASTM – D1586	

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 3 Prof. 1,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	4
N2	4
N3	4

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	1,80
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	3,00
Mr (kg)	20,79
m	0,33
e3	0,73
e4	1,00
N de campo	8
N 50	4
N corregido	4

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,2
Hatanaka f (º):	25,8
Uchida f (º):	31,8
Promedio f (º):	28,6
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	76,5
Cu Stroud (KN/m²):	35,2
Cu Promedio (kg/cm²):	0,6
Cu Promedio (KN/m²):	55,8

Sondeo 3 Prof. 1,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	5
N2	6
N3	6

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	2,70
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	12
N 50	6
N corregido	6

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,8
Hatanaka f (º):	27,7
Uchida f (º):	33,7
Promedio f (º):	30,1
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	102,4
Cu Stroud (KN/m²):	52,8
Cu Promedio (kg/cm²):	0,8
Cu Promedio (KN/m²):	77,6

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 3 Prof. 2,00

Condiciones del Ensayo

Profundidad de inicio (m):	2,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo

Peso unitario (T/m³):	1,80

Nº de golpes

N1	7
N2	7
N3	8

Determinación de N corregido

sv' (T/m²)	3,60
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	15
N 50	7
N corregido	7

Determinación de C y f

Peck, Hanson, Thornburn f (º):	29,1
Hatanaka f (º):	28,6
Uchida f (º):	34,6
Promedio f (º):	30,8
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	114,4
Cu Stroud (KN/m²):	66,0
Cu Promedio (kg/cm²):	0,9
Cu Promedio (KN/m²):	90,2

Sondeo 3 Prof. 2,50

Condiciones del Ensayo

Profundidad de inicio (m):	2,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo

Peso unitario (T/m³):	1,80

Nº de golpes

N1	10
N2	12
N3	12

Determinación de N corregido

sv' (T/m²)	4,50
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	24
N 50	12
N corregido	12

Determinación de C y f

Peck, Hanson, Thornburn f (º):	30,5
Hatanaka f (º):	32,2
Uchida f (º):	38,2
Promedio f (º):	33,6
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	168,7
Cu Stroud (KN/m²):	105,6
Cu Promedio (kg/cm²):	1,4
Cu Promedio (KN/m²):	137,2

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**5/09/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**		

Sondeo 3 Prof. 3,00

Condiciones del Ensayo

Profundidad de inicio (m):	3,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo

Peso unitario (T/m³):	1,80

Nº de golpes

N1	15
N2	15
N3	16

Determinación de N corregido

sv' (T/m²)	5,40
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	31
N 50	16
N corregido	15

Determinación de C y f

Peck, Hanson, Thornburn f (º):	31,6
Hatanaka f (º):	34,5
Uchida f (º):	40,5
Promedio f (º):	35,6
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	207,5
Cu Stroud (KN/m²):	136,4
Cu Promedio (kg/cm²):	1,7
Cu Promedio (KN/m²):	172,0

Sondeo 3 Prof. 3,50

Condiciones del Ensayo

Profundidad de inicio (m):	3,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo

Peso unitario (T/m³):	1,80

Nº de golpes

N1	20
N2	20
N3	21

Determinación de N corregido

sv' (T/m²)	6,30
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	41
N 50	21
N corregido	20

Determinación de C y f

Peck, Hanson, Thornburn f (º):	32,9
Hatanaka f (º):	37,1
Uchida f (º):	43,1
Promedio f (º):	37,7
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	252,4
Cu Stroud (KN/m²):	180,4
Cu Promedio (kg/cm²):	2,2
Cu Promedio (KN/m²):	216,4

Página 19 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 1527	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**1,00-1,50**
FECHA DE ENSAYO:	**5/09/2024**	MUESTRA	**4**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo con arena de color café.

HUMEDAD NATURAL	
RECIPIENTE Nº	271
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	112,33
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	89,78
PESO RECIPIENTE (g)	6,06
CONTENIDO DE AGUA (%)	***26,94***

DATOS DE LA MUESTRA

Promedio de Diametros (cm)	5,33
Promedio de Alturas (cm)	11,20
PESO (g)	467,32
AREA	22,34
VOLUMEN	250,21
γ húm (g/cm^3)	1,87
γ seco (g/cm^3)	1,47

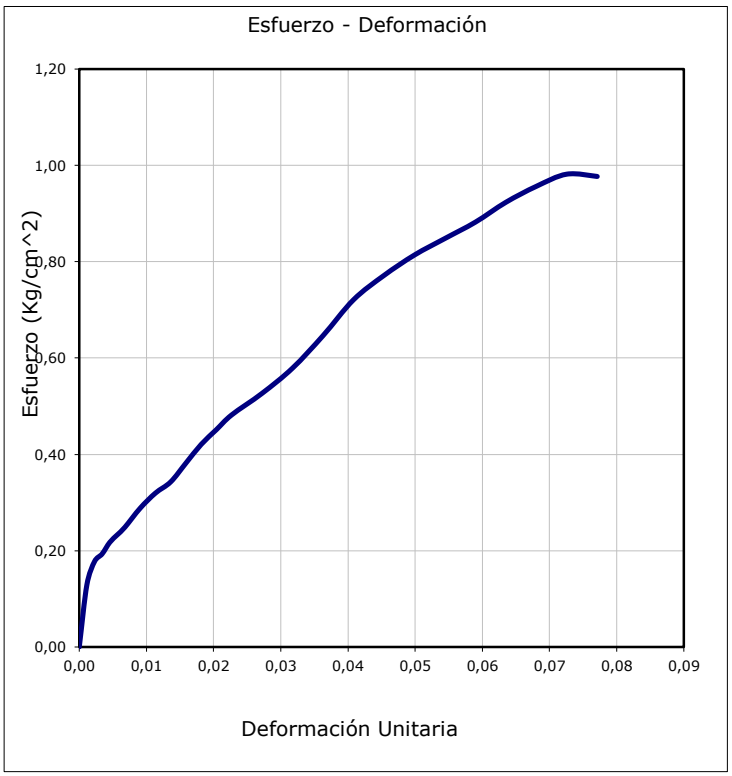
Lectura del deformímetro (pulg-3)	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm^2)	Carga (Kg)	Esfuerzo σ (kg/cm^2)
0	0,0	0,000	0,000	22,340	0,000	0,000
5	2,9	0,013	0,001	22,366	2,889	0,129
10	4,0	0,025	0,002	22,391	3,972	0,177
15	4,3	0,038	0,003	22,417	4,333	0,193
20	4,9	0,051	0,005	22,442	4,875	0,217
25	5,2	0,064	0,006	22,468	5,236	0,233
30	5,6	0,076	0,007	22,493	5,597	0,249
40	6,5	0,102	0,009	22,545	6,499	0,288
50	7,2	0,127	0,011	22,596	7,222	0,320
60	7,8	0,152	0,014	22,648	7,763	0,343
70	8,7	0,178	0,016	22,701	8,666	0,382
80	9,6	0,203	0,018	22,753	9,569	0,421
90	10,3	0,229	0,020	22,806	10,291	0,451
100	11,0	0,254	0,023	22,859	11,013	0,482
120	12,1	0,305	0,027	22,965	12,096	0,527
140	13,4	0,356	0,032	23,073	13,360	0,579
160	15,0	0,406	0,036	23,181	14,985	0,646
180	16,8	0,457	0,041	23,291	16,790	0,721
200	18,1	0,508	0,045	23,402	18,054	0,771
220	19,1	0,559	0,050	23,513	19,137	0,814
240	20,0	0,610	0,054	23,626	20,040	0,848
260	20,9	0,660	0,059	23,740	20,943	0,882
280	22,0	0,711	0,064	23,855	22,026	0,923

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 20 de 22	ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS
NORMA NTC – 1527	

Lectura del deformímetro (pulg-3)	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm^2)	Carga (Kg)	Esfuerzo σ (kg/cm^2)
300	22,9	0,762	0,068	23,971	22,928	0,957
320	23,7	0,813	0,073	24,088	23,651	0,982
340	23,7	0,864	0,077	24,207	23,651	0,977



TIPO DE MUESTRA	***Inalterada***
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (qu) (Kg/cm^2):	***0,98***
COHESIÓN (Kg/cm^2)	***0,49***
RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	***2,1***
CONSISTENCIA	***mediana***
MODULO DE ELASTICIDAD NO CONFINADO (Kg/cm^2):	***78,2***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 21 de 22	ENSAYO
NORMA NTC – 1527	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN CANCHA MULTIFUNCIONAL INSTITUTO EDUCATIVO INTEGRADO MUNICIPIO DE COMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**COMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**ALCALDIA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**1,00-1,50**
FECHA DE ENSAYO:	**5/09/2024**	MUESTRA	**4**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por arcilla delgada con grava de color negro

HUMEDAD NATURAL	
RECIPIENTE Nº	815
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	83,31
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	68,90
PESO RECIPIENTE (g)	4,51
CONTENIDO DE AGUA (%)	***22,38***

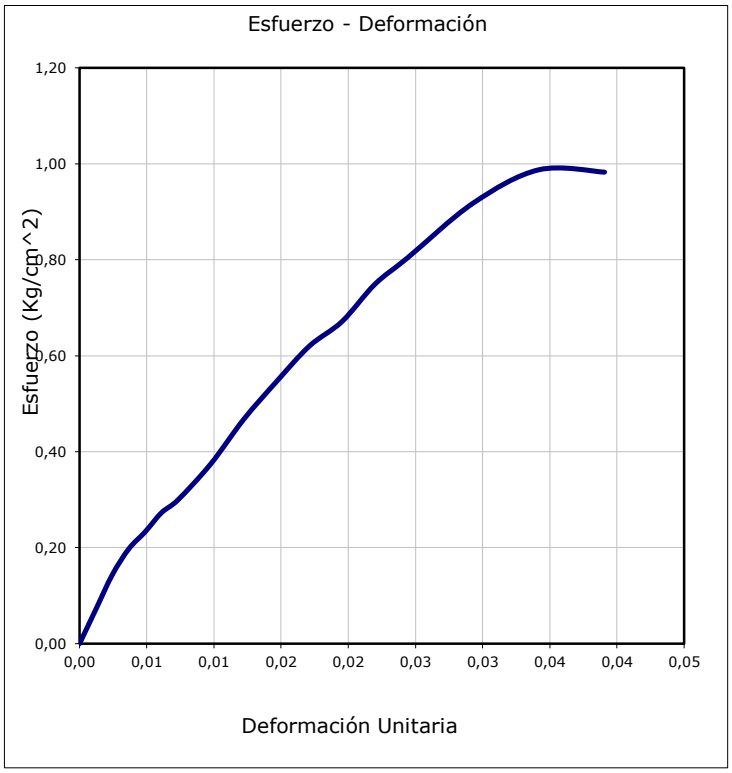
DATOS DE LA MUESTRA

Promedio de Diametros (cm)	5,40
Promedio de Alturas (cm)	10,40
PESO (g)	469,74
AREA	22,90
VOLUMEN	238,18
γ húm (g/cm^3)	1,97
γ seco (g/cm^3)	1,61

Lectura del deformímetro (pulg-3)	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm^2)	Carga (Kg)	Esfuerzo σ (kg/cm^2)
0	0,0	0,000	0,000	22,902	0,000	0,000
5	1,7	0,013	0,001	22,930	1,651	0,072
10	3,3	0,025	0,002	22,958	3,301	0,144
15	4,5	0,038	0,004	22,986	4,539	0,197
20	5,4	0,051	0,005	23,015	5,365	0,233
25	6,3	0,064	0,006	23,043	6,293	0,273
30	6,9	0,076	0,007	23,071	6,912	0,300
40	8,7	0,102	0,010	23,128	8,666	0,375
50	10,8	0,127	0,012	23,185	10,833	0,467
60	12,7	0,152	0,015	23,243	12,690	0,546
70	14,4	0,178	0,017	23,301	14,444	0,620
80	15,7	0,203	0,020	23,359	15,682	0,671
90	17,5	0,229	0,022	23,417	17,539	0,749
100	18,9	0,254	0,024	23,476	18,880	0,804
120	21,7	0,305	0,029	23,594	21,666	0,918
140	23,4	0,356	0,034	23,713	23,419	0,988
160	23,4	0,406	0,039	23,834	23,419	0,983

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Página 22 de 22	ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS
NORMA NTC – 1527	



TIPO DE MUESTRA	***Inalterada***
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (qu) (Kg/cm^2):	***0,99***
COHESIÓN (Kg/cm^2)	***0,49***
RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	***1,9***
CONSISTENCIA	***mediana***
MODULO DE ELASTICIDAD NO CONFINADO (Kg/cm^2):	***59,0***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com