2017

ESTUDIO GEOTECNICO: COMPLEJO DEPORTIVO POR ETAPAS



FWF GEOINGENIERIA S.A.S.

Barbosa Santander.

29-11-2017

ESTUDIO GEOTEGNICO
CONSTRUCCIÓN POR ETAPAS DEL COMPLEJO DEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE NEMOCÓN
CUNDINAMARCA

Elaborado por:
FWF GEOINGENIERIA S.A.S.

Dirigido a:
ALCALDÍA MUNICIPAL DE NEMOCÓN-CUNDINAMARCA

BARBOSA SANTANDER
2017

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 7

1. JUSTIFICACIÓN 8

2. OBJETIVOS 9

2.1. GENERAL 9
2.2. ESPECÍFICOS 9

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO 10

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO: 10
3.2. LOCALIZACIÓN 10
3.2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL 10
3.2.2. LOCALIZACIÓN PARTICULAR 11
3.3. GEOLOGÍA 12
3.4. RECONOCIMIENTO EN CAMPO 15
3.5. EXPLORACIÓN EN CAMPO. 16
3.6. ENSAYOS DE LABORATORIO 16
3.7. NIVEL FREÁTICO Y AGUAS SUBTERRÁNEAS 17
3.8. PERFIL ESTRATIGRÁFICO 17
3.8.1. SONDEO 1 17
3.8.2. SONDEO 2 17
3.8.3. SONDEO 3 18

4. ANALISIS DE RESULTADOS 19

4.1. HUMEDAD NATURAL 19
4.2. DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA 20
4.3. PLASTICIDAD 22
4.4. RESISTENCIA 24

5. ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS 27

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

6. DIEÑO SISMICO 28

6.1. PERFIL DEL SUELO 28
6.2. PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO 28

7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE Y NIVEL DE CIMENTACIÓN 30

7.1. NIVEL Y SISTEMA DE CIMENTACIÓN 30
7.2. CAPACIDAD PORTANTE 30
7.3. ASENTAMIENTOS 33

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 35

9. ANEXOS 38

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: *Profundidades máximas de perforación* _____ *16*
Tabla 2: *Resumen de los resultados obtenidos de los ensayos de clasificación.* _____ *18*
Tabla 3: *Resultados obtenidos de los ensayos de compresión inconfinada* _____ *24*
Tabla 4: *Resultados obtenidos de los ensayos de penetración estándar (SPT).* _____ *25*
Tabla 5: *Potencial expansivo de los suelos* _____ *27*
Tabla 6: *Definición del tipo de perfil del suelo* _____ *28*
Tabla 7: *Parámetros de diseño sísmico.* _____ *29*
Tabla 8 *Capacidad de carga para cimientos superficiales.* _____ *32*
Tabla 9 *Parámetros elásticos para varios suelos.* _____ *33*
Tabla 10 *Asentamientos elásticos* _____ *34*

LISTA DE GRAFICAS

Pág.

Grafica 1: *Perfil de humedad* _____ *19*
Grafica 2: *Perfil granulométrico (sondeo 1)* _____ *20*
Grafica 3: *Perfil granulométrico (sondeo 2)* _____ *21*
Grafica 4: *Perfil granulométrico (Sondeo 3)* _____ *21*
Grafica 5: *Plasticidad de los materiales (sondeo 1)* _____ *22*
Grafica 6: *Plasticidad de los materiales (sondeo 2)* _____ *23*
Grafica 7: *Plasticidad de los materiales (Apique 1)* _____ *23*
Grafica 8: *Resistencia vs profundidad* _____ *25*
Grafica 9: *Espectro elástico de diseño* _____ *29*

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: *Localización del municipio de Nemocón dentro de la geografía nacional.* _____ *10*

Figura 2: *Localización particular de la zona de estudio* _____ *11*

Figura 3: Formaciones presentes en la zona de estudio _____ *12*

Figura 4: *Geología sitio de estudio* _____ *15*

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En el lote ubicado donde se encuentra actualmente la plaza de toros del municipio de Nemocón Cundinamarca, se planea llevar a cabo la construcción del complejo deportivo que se realizara por etapas, razón por la cual, se llevó a cabo el desarrollo de un estudio geotécnico en el predio de estudio.

De acuerdo con las características del proyecto, se desarrolló una exploración en campo consistente en la ejecución de tres (3) sondeos manuales a 6,0 m de profundidad.

Durante el proceso de perforación se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, a dichas muestras se les practicaron ensayos de caracterización tales como: humedad natural, lavado sobre tamiz No 200 y límites de consistencia, además, se efectuaron pruebas de resistencia correspondientes a ensayos de compresión inconfinada y ensayos de penetración estándar SPT.

Con base en la exploración en campo, los resultados obtenidos de los ensayos y las características generales del proyecto, se procedió a determinar el tipo y nivel de cimentación más conveniente a utilizar, además, se determinó la capacidad portante y asentamientos inmediatos del suelo de fundación.

En el presente documento se dan a conocer los resultados obtenidos del trabajo en campo, laboratorio y oficina, con los cuales se busca establecer una serie de parámetros y recomendaciones finales a tener en cuenta para el desarrollo de los procesos de diseño y construcción del complejo deportivo.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

1. JUSTIFICACIÓN

Obligatoriedad de los estudios Geotécnicos: Los estudios geotécnicos definitivos son obligatorios para todas las edificaciones urbanas y suburbanas de cualquier grupo de uso, y para las edificaciones en terrenos no aptos para el uso urbano de los grupos de uso II, III y IV definidos en el título A del reglamento[1].

Con el desarrollo de una obra civil se busca mejorar la calidad de vida de un grupo o sector de habitantes, no obstante, es importante resaltar que existe la necesidad de *reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del estado y de los ciudadanos[2],* para cumplir con tal fin, es necesario llevar a cabo un adecuado proceso de planeación y diseño de la obra, teniendo en cuenta todos y cada uno de los factores involucrados en el comportamiento de la estructura.

Uno de los factores a tener en cuenta durante el desarrollo de una obra civil, es el tipo de suelo sobre el cual se cimentará, pues este es el encargado de soportar las cargas generadas por la súper estructura, razón por la cual, se hace necesario llevar a cabo una investigación de las propiedades físicas y mecánicas de los estratos que conforman el sub suelo presente en la zona del proyecto, de tal forma que se puedan generar una serie de recomendaciones finales que garanticen el óptimo desempeño del suelo antes, durante y después de la fase constructiva.

[1] Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título H, Numeral H.1.1.2.
[2] Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título A, Numeral A.1.2.2.1.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

2. OBJETIVOS

2.1. General

Elaborar un estudio geotécnico que sirva de base para el diseño y construcción del proyecto denominado Complejo Deportivo por Etapas del Municipio de Nemocón

2.2. Específicos

- Realizar un reconocimiento visual en la zona de estudio.
- Ejecutar la investigación del subsuelo mediante la realización de tres (3) sondeos manuales a 6,0 m de profundidad.
- Extraer muestras alteradas e inalteradas de los estratos presentes en la zona de estudio.
- Clasificar los estratos hallados en la zona de estudio, mediante el desarrollo de ensayos de laboratorio.
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos encontrados mediante la ejecución de ensayos de resistencia desarrollados en campo y en laboratorio.
- Determinar la capacidad portante del suelo de fundación y asentamientos esperados ante la solicitación de cargas estructurales.
- Definir el tipo y nivel de cimentación.
- Formular una serie de recomendaciones que sean de gran utilidad en las fases de diseño y construcción para garantizar la estabilidad de la estructura proyectada durante las fases de construcción y operación de la misma.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1. Descripción general del proyecto:

El proyecto consiste en la construcción del complejo deportivo, el cual se realizara por etapas con diferentes zonas deportivas y sociales.

3.2. Localización

3.2.1. Localización General

El proyecto se llevará a cabo en el municipio de Nemocón Cundinamarca. En la siguiente figura se puede encontrar la localización de Nemocón dentro de la geográfica nacional.

Figura 1: Localización del municipio de Nemocón dentro de la geografía nacional.



Fuente: www.wikipedia.org

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

3.2.2. Localización particular

El proyecto se llevará a cabo en donde actualmente se encuentra la plaza de toros del municipio. En la siguiente figura se presenta la localización particular de la zona de estudio.

Figura 2: Localización particular de la zona de estudio



Fuente: Google maps.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA DEL SUBSUELO

3.3. Geología

La zona de estudio se encuentra localizada en las formaciones geológicas descritas a continuación:

Figura 3: Formaciones presentes en la zona de estudio



El bloque de altiplano cundinamarqués conforma las siguientes formaciones:

- **Formación Guaduas (Kpgg)**

El nombre fue introducido por Hettner (1892), para representar una secuencia estratigráfica que aflora al oriente de la población de Guaduas. Hubach (1957), restringe el término para referirlo a la Unidad de lodolitas y arenitas comprendidas entre el Grupo Guadalupe y la Formación Cacho.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

La unidad está conformada, en general, de arcillolitas laminadas a no laminadas, grises claras y abigarradas, con intercalaciones de cuarzo arenitas grises, de grano medio a fino y algunas capas de carbón. Restos de hojas y fragmentos pequeños, de material vegetal carbonizados, son comunes a lo largo de la secuencia. El límite inferior de la unidad se ubicó en techo de la capa más alta de arenitas de cuarzo, la cual infrayace a una secuencia monótona de lodolitas; el contacto superior se trazó en el techo de la capa más alta de lodolitas la cual infrayace a una secuencia de arenitas subfeldespáticas y sublitoarenitas. El espesor estimado para la unidad, en cortes geológicos, es de 700m

La unidad cambia de facies en el Sinclinal de Usme, se torna más arenosa y desaparecen los mantos de carbón que la caracterizan. Van del Hammen (1957a), le asigna una edad Maastrichtiano-Paleoceno, con base en palinología. Martínez (1990), describe foraminíferos típicos de Maastrichtiano. Ambientes de depósito de una costa clástica, con subambientes de llanura deltáica fluvial, llanura de marea, albufera y barra paralela, fueron propuestos para la unidad por Sarmiento (1992).

- **Formación Conejo (Kscn)**

Cáceres y Etayo (1969), en el sur del departamento denominan informalmente como "Lodolitas Grises Indenominadas", a una secuencia de lodolitas con algunos bancos de arenisca hacia el tope, que infrayace al Grupo Guadalupe de Renzoni (1962, 1968). Ulloa y Rodríguez (1991), denominan informalmente como Formación Conejo, a la unidad que tiene la misma posición estratigráfica en el área de Ubaté y Chiquinquirá. Por esta razón, se utiliza ese mismo nombre y rango. Conforma amplios valles de relieves suaves y consta, de base a techo de una sucesión de arcillolitas y lodolitas laminadas, a veces calcáreas, con intercalaciones de arcillolitas no calcáreas en capas delgadas a medias, limolitas de cuarzo y cuarzoarenitas de grano fino a medio, especialmente hacia el tope de la unidad. El contacto inferior se ubicó en el techo de una limolita de cuarzo de la Formación La Frontera, mientras que el superior se marcó en la base de la capa más baja de arenita de cuarzo de la Formación Arenisca Dura. El espesor estimado, con cortes geológicos, es de 400 m.

- **Grupo Guadalupe (Ksg)**

El nombre Guadalupe fue empleado inicialmente por Hettner (1892), quien asignó el rango de Piso del Guadalupe, a las areniscas de la parte alta del Cretácico de Bogotá. Hubach (1931), fija el límite del Guadalupe - Villeta, ubicándolo por encima

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

de un nivel de caliza fosilífera llamado nivel de Exogira mermeti o Conjunto de Chipaque, el cual se observa a lo largo de la carretera Chipaque - Cáqueza. Este mismo autor, divide la unidad en un conjunto inferior arcilloso y uno superior arenoso; posteriormente, eleva el

Guadalupe a la categoría de Grupo y a cada conjunto al rango de Formación, denominándolos Guadalupe inferior y Guadalupe superior, además subdivide la Formación superior en tres miembros llamados de base a tope: Arenisca Dura, Plaeners y Areniscas de Labor y Tierna.

Renzoni (1962, 1968), redefine esta unidad estratigráfica, elevando la Formación Guadalupe Superior al rango de Grupo y coloca la base sobre la última ocurrencia de lodolitas negras de la Formación Chipaque y su tope en la primera ocurrencia de las arcillolitas de la Formación Guaduas; además, divide el Grupo Guadalupe en tres formaciones denominadas Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna, proponiendo como sección de referencia, la secuencia que aflora a lo largo del carreteable Choachí - Bogotá, entre la Quebrada Raizal y la hoya de la Quebrada Rajadero.

El Grupo Guadalupe presenta muchas variaciones litológicas a lo largo del departamento: desde el sur de La Aguadita hasta el Páramo de Sumapaz, se presenta como un solo paquete monótono de Areniscas; al occidente de Silvania, a lo largo de las Cuchillas de Peñas Blancas y Agua de Dios, se desarrollan dos niveles de limolitas silíceas, liditas y cherts, uno hacia la parte media y otro hacia la base, intercalados con dos unidades de areniscas (que podrían corresponder ya al Grupo Olini). Hacia el norte del departamento, en cercanías de los municipios de Sutatausa y Cucunubá, la Formación Arenisca Dura cambia facialmente a varios niveles de liditas y chert, mientras que la Formación Plaeners, se torna en una secuencia de lodolitas, que han sido denominadas informalmente como Formación Los Pinos, en esta área y en el Departamento de Boyacá.

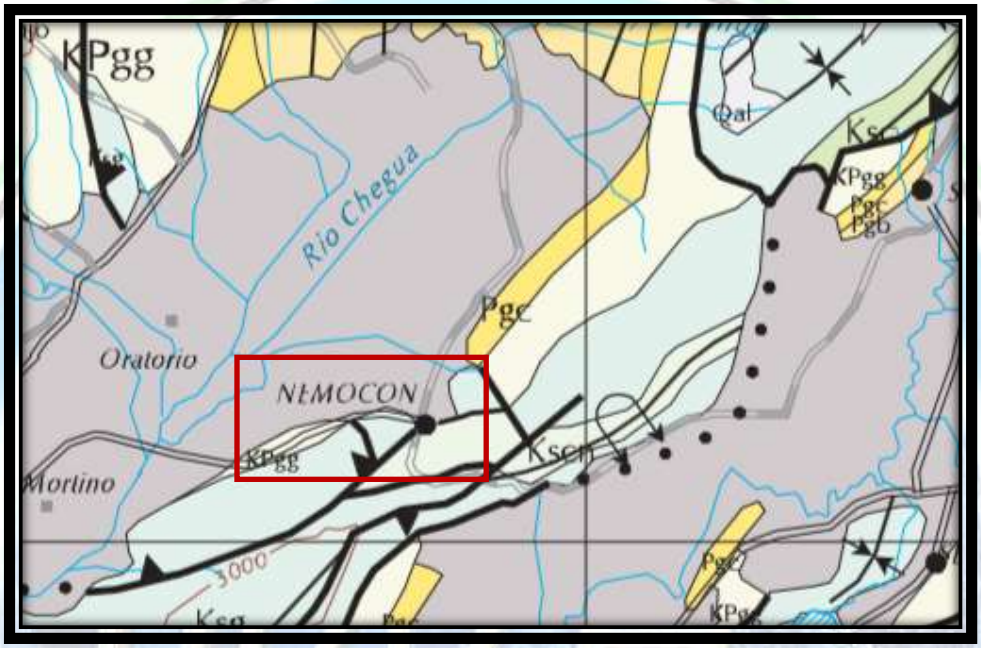
- **Terrazas antiguas (Qt)**

Estas terrazas presentan gravas en su base y hacia el tope se intercalan gravas, arenas y lutitas, con una proporción cada vez menor de gravas y arenas. Las lutitas son de color gris a gris azuloso. Las gravas están constituidas por cuarzo y líticos mientras que las arenas contienen cuarzo y chert con moscovita y feldespato. Su espesor máximo es de 60 metros.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

En la figura 3 se presenta un mapa geológico de la zona de estudio en donde se puede apreciar las diversas formaciones y depósitos geológicos tanto local como regionalmente encontrados en el área aferente al sitio de estudio.

Figura 4: *Geología sitio de estudio*



3.4. Reconocimiento en campo

El Ingeniero Luis Fernando Rangel realizó un reconocimiento general en el lote de estudio y alrededores de este, encontrando que:

- la topografía es plana, aunque se resalta que hacia la zona nororiental se encuentran unas ligeras pendientes del terreno.

- En épocas de lluvias se pueden registrar ingresos de flujos de agua de escorrentía por las zonas noroccidental y suroccidental del predio.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

3.5. Exploración en campo.

El director de la exploración (Ing. Fernando Rangel) seleccionó cada uno de los sitios de perforación, para lo cual tuvo en cuenta que los sondeos quedaran dentro de las zonas donde se construirán pequeñas locaciones o construcciones, además, contemplo que la distribución de las perforaciones fuera la más apropiada para poder detectar zonas con características especiales (existencia de material de relleno, flujos de agua sub superficial, variación del estrato superficial, entre otros).

En la siguiente tabla se presentan las profundidades máximas de cada exploración.

Tabla 1: Profundidades máximas de perforación

Perforación	Prof. máxima
Sondeo 1	6,0 m
Sondeo 2	6,0 m
Sondeo 3	6,0 m

Fuente: Elaboración propia

En los sondeos ejecutados se realizaron ensayos SPT (Ensayo de penetración estándar), con la utilización de un martillo anular de 63,5Kg (140lb) de peso, conforme con la norma ASTM D 1586.

Durante el proceso de exploración se recuperaron muestras inalteradas mediante el uso de tubos de pared delgada tipo Shelby.

3.6. Ensayos de Laboratorio

Con el objetivo de realizar una caracterización del subsuelo de estudio, se tomaron muestras alteradas para la ejecución de ensayos de laboratorio de humedad natural, lavado sobre tamiz No. 200, y límites de Atterberg-

Para determinar la resistencia del sub suelo se obtuvieron muestras inalteradas mediante la utilización de tubos de pared delgada, a dichas muestras se le practicaron pruebas de compresión inconfinada, además de esto, se desarrollaron ensayos SPT en campo, en donde por medio de correlaciones geotécnicas de diferentes autores, se determinó la resistencia del material.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

En el anexo A se presentan los formatos de laboratorio.

En el capítulo 5 del presente documento, se da a conocer el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

3.7. Nivel freático y aguas subterráneas

Durante el proceso de exploración no se evidenció la presencia de nivel freático ni aguas de infiltración.

3.8. Perfil estratigráfico

La exploración del subsuelo permitió establecer un perfil típico en la zona de estudio, el cual se describe a continuación.

3.8.1. Sondeo 1

Alcanzó una profundidad de 6,0 metros, dentro de los cuales se encontraron los siguientes estratos.

- 0,00m – 1,00m (SUCS – SM): Material de relleno, conformado por material granular compactado con arenas, gravas y finos.
- 1,00m – 2,50m (SUCS – CL): Arcilla gris con vetas cafés de baja plasticidad, moderado contenido de humedad y consistencia firme.
- 2,50m – 6,00m (SUCS – CL): Arcilla arenosa amarilla con vetas grises de baja plasticidad, moderado contenido de humedad y consistencia dura.

3.8.2. Sondeo 2

Alcanzó una profundidad de 6,0 metros, dentro de los cuales se encontraron los siguientes materiales.

- 0,00m – 0,10m: Capa vegetal con materia orgánica.
- 0,10m – 1,50m (SUCS – SM): Material de relleno mal compactado con arenas gravas y finos.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

- 1,50m – 3,00m (SUCS – CL): Arcilla color café con vetas grises y rojizas de baja plasticidad, bajo contenido de humedad y consistencia firme.

- 3,00m – 6,00m (SUCS – CL): Arcilla color amarilla con vetas grises de baja plasticidad, bajo contenido de humedad y consistencia dura.

3.8.3. Sondeo 3

Alcanzó una profundidad de 6,00 metros, donde se encontraron los siguientes materiales.

- 0,00m – 0,20m: Capa vegetal con materia orgánica.

- 0,20m – 1,40m (SUCS – SM): Material de relleno mal compactado con arenas gravas y finos.

- 1,40m – 2,60m (SUCS – SM): Arena limosa color gris de baja plasticidad, bajo contenido de humedad y consistencia firme.

- 2,60m – 6,00m (SUCS – CL): Arcilla color amarilla con vetas grises de baja plasticidad, bajo contenido de humedad y consistencia muy firme.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de clasificación practicados a cada una de las muestras analizadas.

Tabla 2: Resumen de los resultados obtenidos de los ensayos de clasificación.

Perf.	*Prof. (m)*	*SUCS*	*% Gravas*	*% Arenas*	*% Finos*	*LL (%)*	*LP (%)*	*IP(%)*	*w (%)*
Sondeo 1	0,80	SM	29,02	35,82	35,16	0,00	0,00	0,00	17,00
	1,30	CL	0,54	9,38	90,08	45,17	22,11	23,06	18,01
	3,30	CL	9,32	29,19	61,49	32,82	19,20	13,62	20,46
Sondeo 2	1,00	SM	22,65	43,54	33,82	0,00	0,00	0,00	16,04
	1,90	CL	0,00	7,82	92,18	38,81	19,57	19,24	16,95
	3,30	CL	0,00	6,57	93,43	40,78	24,07	16,72	17,77
Sondeo 3	0,80	SM	24,65	41,52	33,83	0,00	0,00	0,00	12,96
	1,50	SM	18,25	34,11	47,64	37,67	26,53	11,14	21,50
	2,50	CL	0,00	4,81	95,19	43,44	20,60	22,84	15,76

Fuente: Elaboración propia

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

En el anexo B se pueden encontrar los perfiles estratigráficos de cada uno de los sondeos ejecutados.

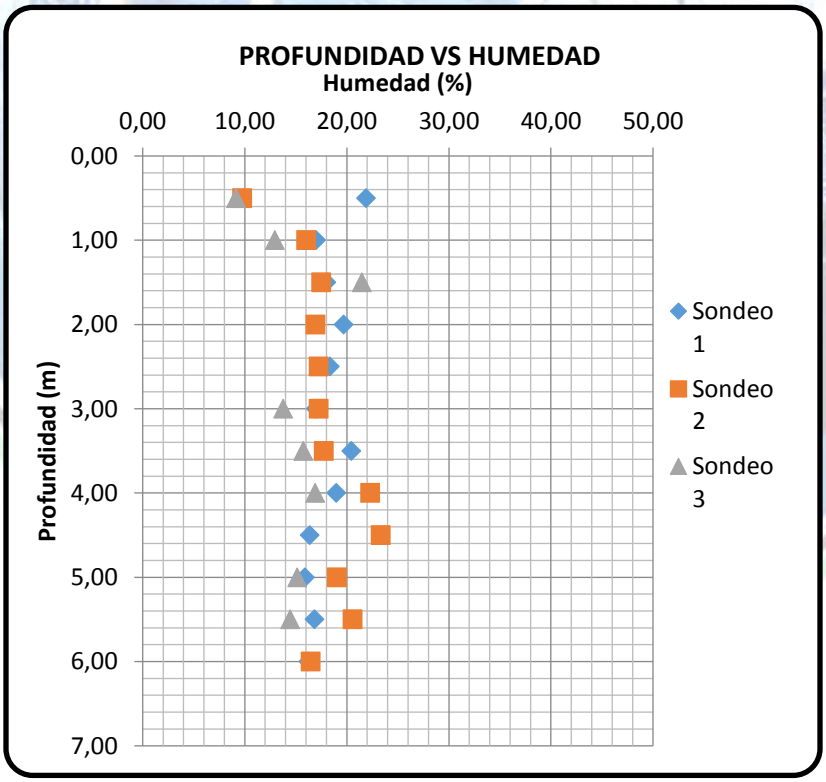
4. ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta un análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio y campo desarrollados.

4.1. Humedad Natural

La humedad del suelo de fundación es un parámetro muy importante a tener en cuenta durante el desarrollo de un proyecto ingenieril, pues la consistencia y resistencia del suelo están ligados directamente al porcentaje de contenido de agua del mismo, es por esta razón que se generó la gráfica 1, en la cual se muestran los perfiles de humedades de los materiales extraídos durante la labor en campo.

Grafica 1: Perfil de humedad



Fuente: Elaboración propia

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

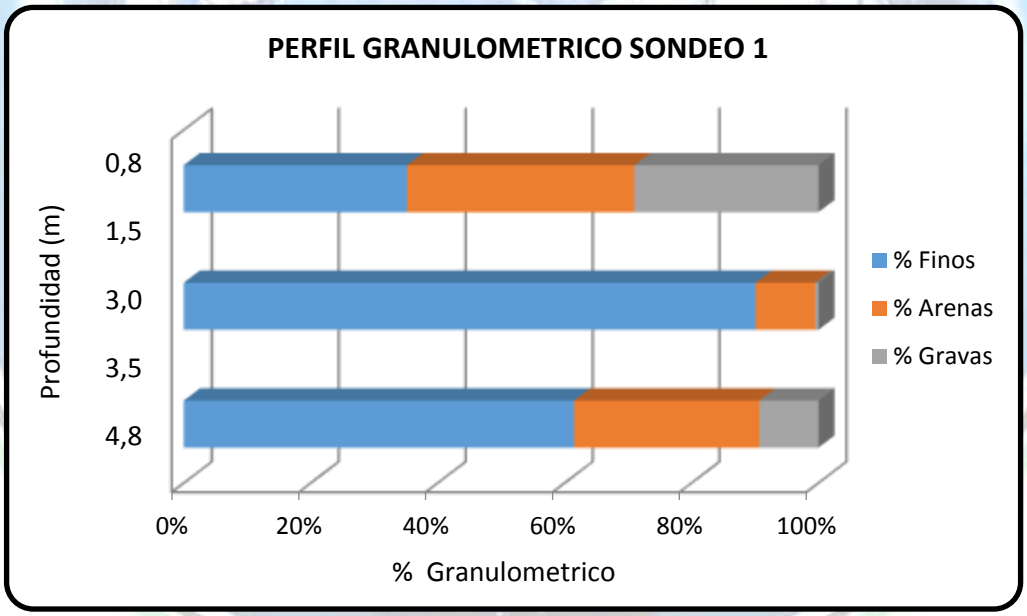
En La grafica anterior se puede apreciar que los niveles de humedad fluctúan entre el 8 y el 25%, donde:

- Se presenta una variación de humedad en toda la profundidad donde en el sondeo 1 y 2 los valores altos de humedad se dan en los últimos estratos, mientras que en el sondeo 3 se presentan mayores humedades en los estratos iniciales.

4.2. Distribución granulométrica

Para determinar el tamaño de las partículas que conforman los estratos, se desarrollaron ensayos de lavado sobre tamiz No 200. A continuación se presentan los perfiles granulométricos de cada una de las perforaciones ejecutadas.

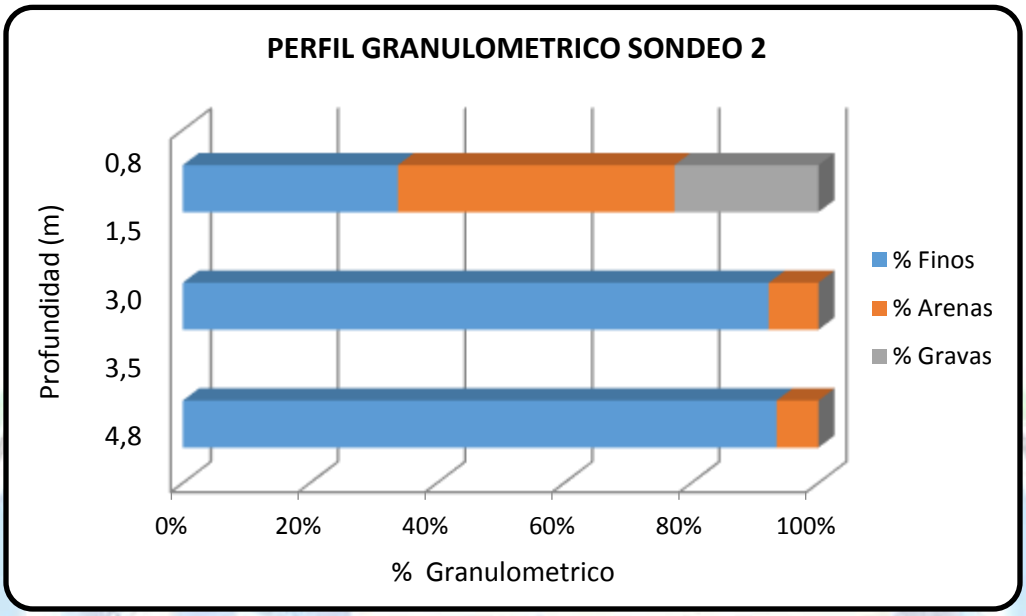
Grafica 2: Perfil granulométrico (sondeo 1)



Fuente: Elaboración propia

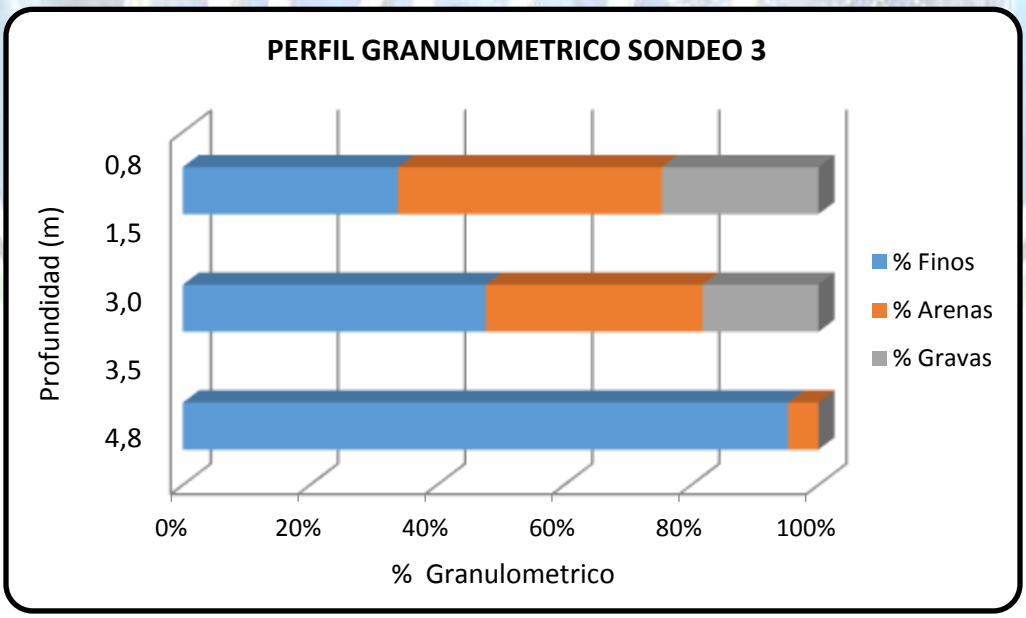
CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

Grafica 3: Perfil granulométrico (sondeo 2)



Fuente: Elaboración propia

Grafica 4: Perfil granulométrico (Sondeo 3)



Fuente: Elaboración propia

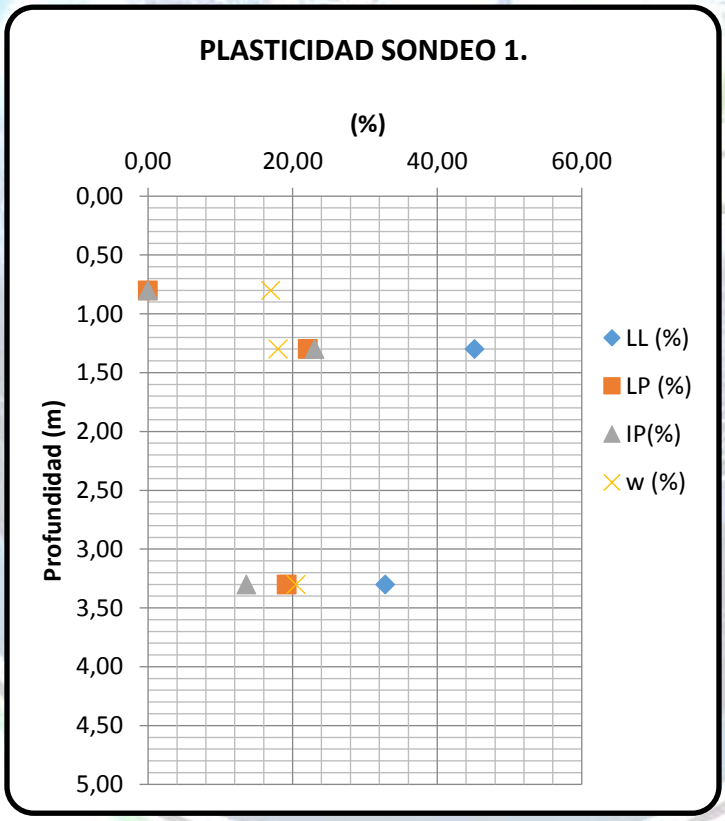
CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

En las tres graficas presentadas anteriormente se puede encontrar que para el estrato de relleno, se encuentra una distribución en proporciones aproximadamente iguales de gravas, arenas y material fino, mientras que para los demás estratos se encuentran constituidos principalmente por partículas finas, pues su representación granulométricas siempre cuenta con una fracción que supera el 60%, siendo la cantidad restante ocupada por partículas granulares (arenas y gravas).

4.3. Plasticidad

En las siguientes graficas se presenta la variación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, con respecto a la profundidad.

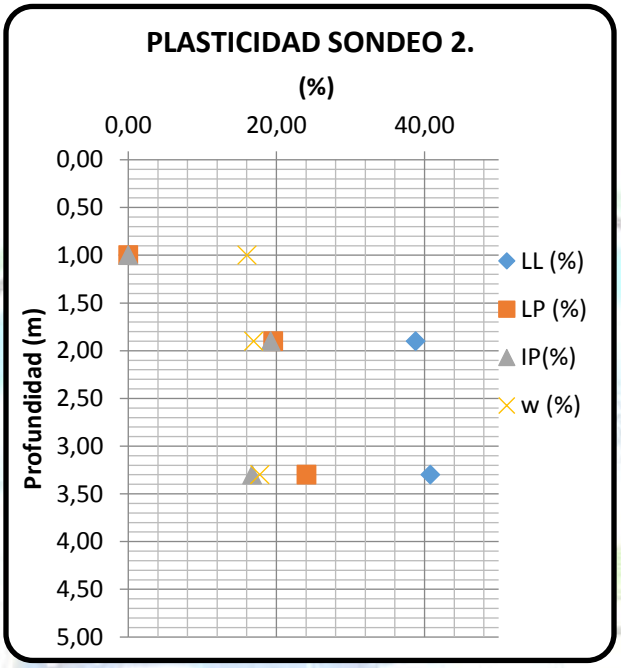
Grafica 5: Plasticidad de los materiales (sondeo 1)



Fuente: Elaboración propia

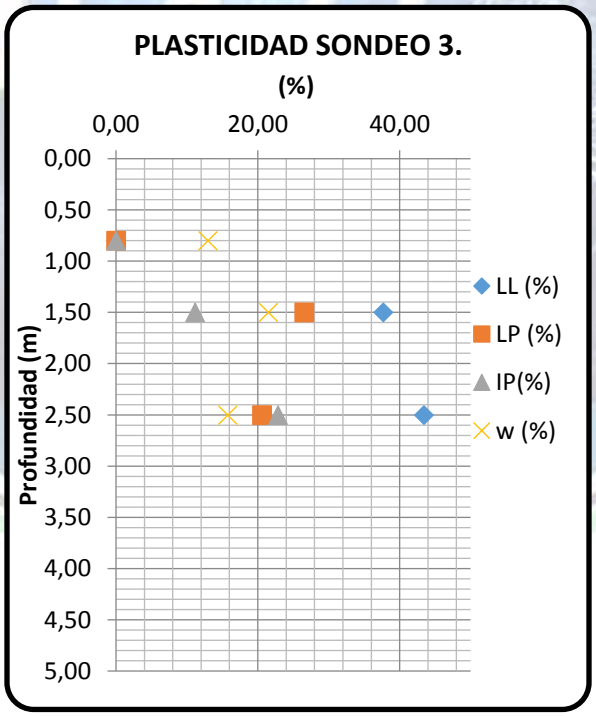
CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

Grafica 6: Plasticidad de los materiales (sondeo 2)



Fuente: Elaboración propia

Grafica 7: Plasticidad de los materiales (Apique 1)



Fuente: Elaboración propia

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

La plasticidad es un parámetro importante que influye directamente en el comportamiento de un suelo, pues el valor de IP (Índice de plasticidad) tiende a ser directamente proporcional a problemas expansivos del suelo, e inversamente proporcional a la resistencia del mismo.

Como se muestra en la figura siguiente de la zona de estudio, para los sondeos se presenta condiciones favorables para la estabilidad del suelo, ya que la humedad natural se encuentra por debajo del límite líquido, indicando que el material no presentara deformaciones por efecto de su propio peso y tampoco por el efecto de las sobrecargas.

Por otro lado el material se encuentra en los primeros estratos la humedad supera el límite plástico, generando posibles deformaciones con la aplicación de cargas, sin embargo a mayor profundidad la humedad está por debajo del límite plástico estando el suelo en estado sólido, esta humedad está cercana a los limites, por lo tanto debe controlarse la humedad del terreno evitando que se generen infiltraciones no deseadas que puedan modificar la consistencia del material y se generen deformaciones que afecten la estructura. Por otro lado el terreno presenta mediana capacidad de absorber agua en épocas invernales donde el nivel freático puede incrementar.

4.4. Resistencia

Para determinar la resistencia del material se efectuaron ensayos de compresión inconfinada y ensayos de penetración estándar (SPT).

En las tablas 3 y 4, y grafica 8 se ilustran los resultados obtenidos.

Tabla 3: Resultados obtenidos de los ensayos de compresión inconfinada

Sondeo	*Profundidad (m)*	*γ húm (g/cm3)*	*γ seco (g/cm3)*	*qu (Kg/cm²)*	*C (Kg/cm²)*	*Consistencia*
1	3,0-3,5	1,97	1,65	4,511	2,255	Dura
2	2,0-3,0	1,95	1,62	4,327	2,163	Dura

Fuente: Elaboración propia

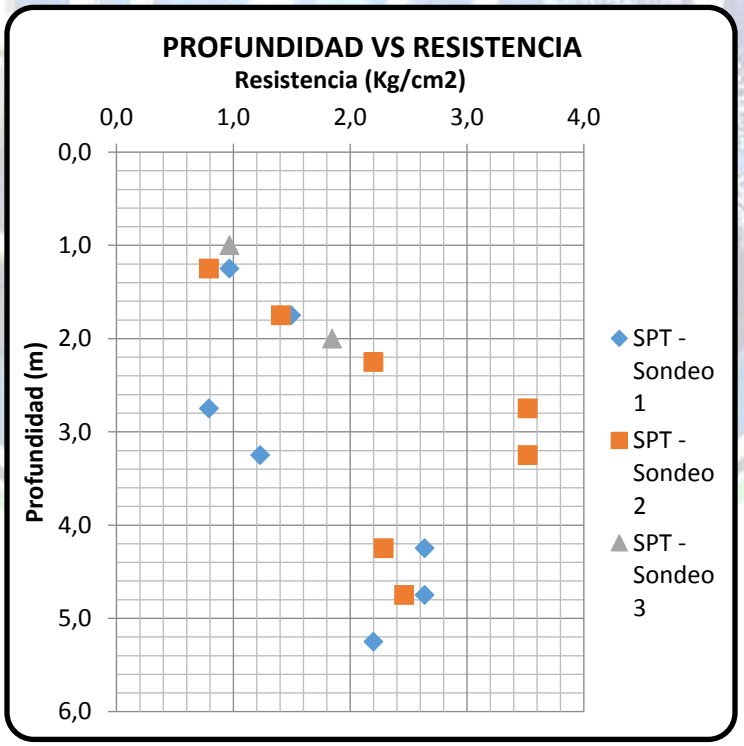
CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

Tabla 4: Resultados obtenidos de los ensayos de penetración estándar (SPT).

No. Sondeo	Profundidad (m)		No Golpes			N de campo	Qu (Kg/cm^2)	C (Kg/cm^2)
	de	a	N1	N2	N3			
1	1,00	1,45	8	6	5	11	0,968	0,484
	1,50	1,95	6	10	7	17	1,496	0,748
	2,50	2,95	3	4	5	9	0,792	0,396
	3,00	3,45	6	7	7	14	1,232	0,616
	4,00	4,45	14	15	15	30	2,640	1,320
	4,50	4,95	11	13	17	30	2,640	1,320
	5,00	5,45	13	14	11	25	2,200	1,100
2	1,00	1,45	5	5	4	9	0,792	0,396
	1,50	1,95	4	7	9	16	1,408	0,704
	2,00	2,45	12	13	12	25	2,200	1,100
	2,50	2,95	13	20	20	40	3,520	1,760
	3,00	3,45	13	17	23	40	3,520	1,760
	4,00	4,45	14	14	12	26	2,288	1,144
	4,50	4,95	14	15	13	28	2,464	1,232
3	1,00	1,45	9	5	6	11	0,968	0,484
	2,00	2,45	6	8	13	21	1,848	0,924

Fuente: Elaboración propia

Grafica 8: Resistencia vs profundidad



Fuente: Elaboración propia

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

La resistencia de los estratos naturales (sondeo 1, 2 y 3 a partir de 3,0 m) presenta valores de cohesión que superan 1,0 Kg/cm2, los cuales tienden a presentar incrementos conforme se avanza con la profundidad en análisis.

Sin embargo con los resultados de compresión inconfinada se observa que los valores de resistencia son altos indicando una consistencia dura a partir de los 3 m de profundidad aproximadamente.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

5. ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS

Los estratos conformados principalmente por partículas finas son susceptibles a presentar expansión, por lo cual, surge la necesidad de realizar un análisis del potencial expansivo que estos materiales pueden llegar a presentar ante la variación del contenido de humedad.

La tabla H.9.1-1 de la NSR - 10, da a conocer los criterios más aceptados para el reconocimiento de suelos expansivos con base en la plasticidad que presenta el material en estudio; Entonces, soportados en dicha tabla, a continuación se presenta el potencial de expansión que presentan los suelos conformados principalmente por partículas finas.

Tabla 5: Potencial expansivo de los suelos

Sondeo	*Profundidad (m)*	*Estrato*	*LL (%)*	*IP (%)*	*Potencial de Expansión*
Sondeo 1	0,80	SM	0,00	0,00	Bajo
	1,30	CL	45,17	23,06	Medio
	3,30	CL	32,82	13,62	Bajo
Sondeo 2	1,00	SM	0,00	0,00	Bajo
	1,90	CL	38,81	19,24	Bajo
	3,30	CL	40,78	16,72	Medio
Sondeo 3	0,80	SM	0,00	0,00	Bajo
	1,50	SM	37,67	11,14	Bajo
	2,50	CL	43,44	22,84	Medio

Fuente: Elaboración propia, con base en la tabla H.9.1-1 de la NSR-10

La expansividad es un problema asociado al comportamiento de los suelos conformados principalmente por partículas finas.

En la tabla 5 se puede encontrar que los materiales hallados en la zona de ejecución en su mayoría se encuentran materiales con bajo potencial de expansión, sin embargo para el sondeo 1 en el segundo estrato, para el sondeo 2 y 3 en el tercer estrato presentan potencial expansivo medio, indicando que puede verse afectado por la infiltración de aguas subterráneas o incrementos de nivel freático.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

Vale la pena recordar que en el capítulo 10 del presente documento, se darán a conocer una serie de recomendaciones que tienen por objeto controlar la variación del contenido de humedad, evitando así, la ocurrencia de cambios volumétricos del suelo de fundación.

6. DIEÑO SISMICO

6.1. Perfil del suelo

Para la definición del tipo de perfil del suelo se utilizaron los ensayos de los resultados obtenidos de los ensayos de compresión inconfinada; tal y como se muestra a continuación.

Tabla 6: Definición del tipo de perfil del suelo

Sondeo	*Profundidad (m)*	*Su (Kg/cm^2)*
1	3,0-3,5	2,26
2	2,0-3,0	2,16
	Su promedio	2,21
Su > 1,00Kg/cm^2		
Tipo de perfil del suelo: ***C***		

Fuente: Elaboración propia

El perfil del suelo es tipo ***C.***

6.2. Parámetros de diseño sísmico

Con el fin de tener en cuenta los posibles efectos de un sismo en el diseño de las estructuras y de acuerdo con las recomendaciones de la de ley 1229 de 2008 contenidas en las normas de diseño sismo resistente NSR-10, las características y parámetros en consideración son:

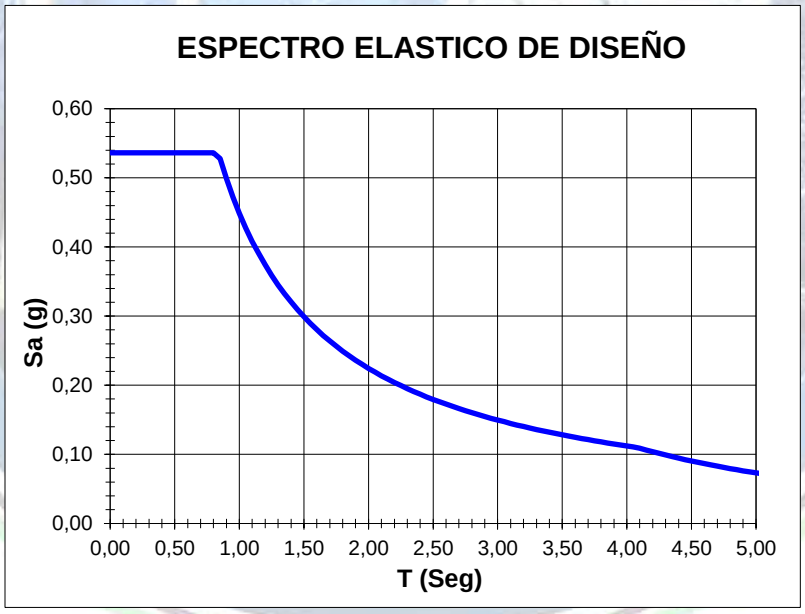
CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

Tabla 7: Parámetros de diseño sísmico.

Municipio	Nemocón
Zona de amenaza sísmica	Intermedia
Coeficiente de aceleración pico efectiva (Aa)	0,15
Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva (Av)	0,20
Coeficiente de Importancia (Grupo de uso II)	1,10
Perfil del suelo	C
Coeficiente de amplificación del suelo para la zona de periodos cortos del espectro, Fa	1,3
Coeficiente de amplificación del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro, Fv	1,7

Fuente: Elaboración propia

Grafica 9: Espectro elástico de diseño



Fuente: Elaboración propia

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE Y NIVEL DE CIMENTACIÓN

Después de conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales hallados en el sitio de estudio, se procede a determinar el nivel y sistema de cimentación, la capacidad portante del suelo y los asentamientos máximos esperados de forma inmediata y por consolidación que se pueden presentar debido a las cargas que serán aplicadas.

7.1. NIVEL Y SISTEMA DE CIMENTACIÓN

El estrato adecuado a partir de los ensayos y resultados obtenidos, está compuesto por un material arcilloso con presencia de limos de baja plasticidad con bajos contenidos de arenas, que van desde una profundidad aproximada de 80 cm desde el nivel del terreno, siendo este el primer estrato de material natural, con una consistencia firme y bajo contenido de humedad. La cohesión promedio se toma a partir del ensayo de SPT, siendo esta CU = 0,60 Kg/cm^2 = 6,0 ton/m^2.

De acuerdo con las características geotécnicas del suelo, se puede encontrar que el sistema de cimentación recomendado para la construcción del proyecto, corresponde a cimientos superficiales conformados por vigas de cimentación en dos direcciones, como se establece en la norma sismo resistente NSR-10.

Estas están localizadas a un nivel no menor de 1,0 m desde el nivel del terreno con el fin de que queden empotradas en estratos con la resistencia adecuada. Las dimensiones de la cimentación se deben definir de acuerdo al resultado de la evaluación de las cargas no mayoradas resultado del análisis estructural, para lo cual se da la variación de presiones en función de la profundidad y dimensiones de la cimentación.

7.2. CAPACIDAD PORTANTE

A partir de los ensayos de laboratorio, se determinó y analizo la capacidad portante del suelo con la metodología de Terzagui, teniendo en cuenta una cimentación continua superficial dando unos valores de ancho de cimentación como recomendación, y será calculada por metro de longitud.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

$$qu = cNc + qNq + \frac{1}{2}.\gamma.B.N\gamma$$

Donde C = Cohesión del suelo

γ = Peso unitario del suelo

q = γ*Df Sobrecarga por efecto del terreno

Nc, Nq, Nɣ = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del Angulo de fricción del suelo (ϕ).

Se adopta para este caso que Df es la profundidad de la cimentación desde el nivel del terreno, o profundidad de desplante, B es la base del cimiento o lado más corto y L es el largo de la cimentación que por efectos de cálculo se realiza por metro lineal. Se empleara un factor de seguridad de 3.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

Tabla 8 Capacidad de carga para cimientos superficiales.

CU (ton/m2)	6	CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA COSTRUCCION COMPLEJO DEPORTIVO EN MUNICIPIO DE NEMOCÓN-CUNDINAMARCA			
φ (°)	0				
ϒ (ton/m3)	1,97				
F.S	3				
Df (m)	**B (m)**	**qu (ton/m2)**	**q_{adm} (ton/m2)**	**Q_{adm} (ton/m)**	**P_{adm} (ton)**
1,00	0,50	36,17	12,06	12,06	6,03
1,00	0,60	36,17	12,06	12,06	7,23
1,00	0,70	36,17	12,06	12,06	8,44
1,00	0,80	36,17	12,06	12,06	9,65
1,00	0,90	36,17	12,06	12,06	10,85
1,00	1,00	36,17	12,06	12,06	12,06
1,10	0,50	36,37	12,12	12,12	6,06
1,10	0,60	36,37	12,12	12,12	7,27
1,10	0,70	36,37	12,12	12,12	8,49
1,10	0,80	36,37	12,12	12,12	9,70
1,10	0,90	36,37	12,12	12,12	10,91
1,10	1,00	36,37	12,12	12,12	12,12
1,20	0,50	36,56	12,19	12,19	6,09
1,20	0,60	36,56	12,19	12,19	7,31
1,20	0,70	36,56	12,19	12,19	8,53
1,20	0,80	36,56	12,19	12,19	9,75
1,20	0,90	36,56	12,19	12,19	10,97
1,20	1,00	36,56	12,19	12,19	12,19
1,30	0,50	36,76	12,25	12,25	6,13
1,30	0,60	36,76	12,25	12,25	7,35
1,30	0,70	36,76	12,25	12,25	8,58
1,30	0,80	36,76	12,25	12,25	9,80
1,30	0,90	36,76	12,25	12,25	11,03
1,30	1,00	36,76	12,25	12,25	12,25
1,40	0,50	36,96	12,32	12,32	6,16
1,40	0,60	36,96	12,32	12,32	7,39
1,40	0,70	36,96	12,32	12,32	8,62
1,40	0,80	36,96	12,32	12,32	9,86
1,40	0,90	36,96	12,32	12,32	11,09
1,40	1,00	36,96	12,32	12,32	12,32

Fuente: Elaboración propia.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

7.3. ASENTAMIENTOS

La evaluación de asentamientos elásticos se hace por teoría elástica utilizando la expresión:

$$\Delta H = q_o B' \left(\frac{1-\mu^2}{E_s} \right) I_s$$

Donde $\Delta H =$ Es el asentamiento inmediato, q_o es la sobrecarga, que para este caso se utilizará el valor de capacidad admisible para cada dimensión de cimiento, B es el ancho del cimiento, μ la relación de Poisson, Es el módulo elástico del suelo y I_s un factor de influencia de los esfuerzos para una cimentación rígida.

Los valores de Es y μ son seleccionados de la siguiente tabla:

Tabla 9 Parámetros elásticos para varios suelos.

Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, E_s		Relación de Poisson, μ
	lb/pulg^2	MN/m^2	
Arena suelta	1,500 - 3,500	10.35 - 24.15	0.20-0.40
Arena densa media	2,500 - 4,000	17.25 - 27.6	0.25-0.40
Arena densa	5,000 - 8,000	34.50 - 55.20	0.30-0.45
Arena limosa	1,500 - 2,500	10.35 - 17.25	0.20-0.40
Arena y grava	10,000 - 25,000	69.00 - 172.50	0.15-0.35
Arcilla suave	600 - 3,000	4.1 - 20.7	
Arcilla media	3,000 - 6,000	20.7 - 41.4	0.20-0.50
Arcilla firme	6,000 - 14,000	41.4 - 96.6	

Fuente: Tabla 4.5, Principio de Ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das.

Es = 32 MN/m^2 = 3263 ton/m^2.
μ = 0,35.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

Tabla 10 Asentamientos elásticos

Es (ton/m2)	3.263	CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS PARA COSTRUCCION COMPLEJO DEPORTIVO EN MUNICIPIO DE NEMOCÓN-CUNDINAMARCA					
μ	0,35						
NC (m)	**B (m)**	**L (m)**	**L/B**	**αr**	**Q_{adm} (ton/m2)**	**Se (m)**	**Se (cm)**
1,0	0,5	1,0	2,00	1,20	12,06	0,002	0,19
1,0	0,6	1,0	1,67	1,10	12,06	0,002	0,21
1,0	0,7	1,0	1,43	1,02	12,06	0,002	0,23
1,0	0,8	1,0	1,25	0,96	12,06	0,002	0,25
1,0	0,9	1,0	1,11	0,92	12,06	0,003	0,27
1,0	1,0	1,0	1,00	0,88	12,06	0,003	0,28
1,1	0,5	1,0	2,00	1,20	12,12	0,002	0,20
1,1	0,6	1,0	1,67	1,10	12,12	0,002	0,21
1,1	0,7	1,0	1,43	1,02	12,12	0,002	0,23
1,1	0,8	1,0	1,25	0,96	12,12	0,003	0,25
1,1	0,9	1,0	1,11	0,92	12,12	0,003	0,27
1,1	1,0	1,0	1,00	0,88	12,12	0,003	0,29
1,2	0,5	1,0	2,00	1,20	12,19	0,002	0,20
1,2	0,6	1,0	1,67	1,10	12,19	0,002	0,22
1,2	0,7	1,0	1,43	1,02	12,19	0,002	0,23
1,2	0,8	1,0	1,25	0,96	12,19	0,003	0,25
1,2	0,9	1,0	1,11	0,92	12,19	0,003	0,27
1,2	1,0	1,0	1,00	0,88	12,19	0,003	0,29
1,3	0,5	1,0	2,00	1,20	12,25	0,002	0,20
1,3	0,6	1,0	1,67	1,10	12,25	0,002	0,22
1,3	0,7	1,0	1,43	1,02	12,25	0,002	0,24
1,3	0,8	1,0	1,25	0,96	12,25	0,003	0,25
1,3	0,9	1,0	1,11	0,92	12,25	0,003	0,27
1,3	1,0	1,0	1,00	0,88	12,25	0,003	0,29
1,4	0,5	1,0	2,00	1,20	12,32	0,002	0,20
1,4	0,6	1,0	1,67	1,10	12,32	0,002	0,22
1,4	0,7	1,0	1,43	1,02	12,32	0,002	0,24
1,4	0,8	1,0	1,25	0,96	12,32	0,003	0,26
1,4	0,9	1,0	1,11	0,92	12,32	0,003	0,27
1,4	1,0	1,0	1,00	0,88	12,32	0,003	0,29

Fuente: Elaboración propia.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las características de los suelos encontrados en el sitio de estudio permiten establecer una serie de comentarios finales que deberán ser tenidos en cuenta en los procesos de diseño y construcción de las estructuras proyectadas.

- Con base en la realización de las exploraciones en el sitio de estudio se puede definir como una sola zona geotécnica para lo cual se tuvieron en cuenta estas consideraciones en los diferentes análisis.

- El tipo de cimentación corresponde a la utilización de cimientos continuos conformados por vigas de cimentación en dos direcciones formando una retícula con base en las recomendaciones dadas en la norma NSR-10 materializados a una profundidad mayor de 1,00 m.

- Se recomienda colocar un material de relleno que mejorara la capacidad portante del terreno, el cual deberá soportar las cargas que se transmiten sobre la cimentación, debe tener un espesor mínimo de 15 cm, colocada por debajo del nivel de cimentación elegido, que deberá estar compactado al 95% del ensayo Proctor Modificado y que cumpla con los siguientes requisitos.

Tabla 610 - 1. Requisitos de los suelos para rellenos de estructuras

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%) *(Nota 1)*	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) *(Nota 2)*	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

- Durante los procesos de perforación, no se registró la presencia de nivel freático, sin embargo se encontraron aguas de infiltración que pueden generar un incremento de humedad, por lo tanto deberá evitarse la entrada de agua al estrato portante.

- Debido a que según la clasificación de suelos expansivos dada por la NSR-10, el estrato portante presenta un potencial alto, para lo cual se recomienda implementar las medidas preventivas contempladas en el titulo H, ítem H.9.1.6, con el fin de alterar lo menos posible el suelo, y reducir los potenciales de humedad que puedan alterar el comportamiento del suelo, y afecten la estructura al final de la construcción.

- La capacidad admisible del suelo varía en función de la profundidad de desplante y de las características del estrato sobre el cual se haga la fundación de esta, con los resultados y análisis de laboratorio se obtuvieron valores entre 12,0 y 12,3 ton/m² para cimientos corridos.

- Los asentamientos elásticos esperados para el estrato portante, asumiendo cargas iguales a las que soportara el suelo con un F.S igual a 3, son bajos llegando hasta valores de 0,3 cm.

- Se deberá evitar la saturación de los suelos de apoyo mediante un drenaje eficiente que ayude al desalojo rápido de las aguas pluviales, para prevenir que el agua penetre estratos inferiores del subsuelo alterando las propiedades mecánicas de este y generando reducciones en la capacidad de soporte.

- La excavación para cada cimiento no debe permanecer expuesta en tiempos prolongados, ya que puede causar incrementos de humedad y expansiones en el suelo, y ante incrementos de lluvias posibles filtraciones que debilitan la estructura y por ende una disminución en el aporte de resistencia del suelo. Por ello se recomienda establecer una programación en la materialización de las estructuras de forma continua, y así garantizar que no se lleguen a presentar los casos expuestos anteriormente.

- No se permitirá un concreto de resistencia a la compresión inferior a f'c = 210 Kg/cm^2 a los 28 días, ni aceros con resistencia a la tracción inferior a fy = 4200 Kg/cm^2.

- Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la descarga de aguas superficiales en las zonas aledañas al área del proyecto una vez realizada la fundación.

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

- 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. LUIS FERNANDO RANGEL VARGAS

MP 25202-322135 CND

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

9. ANEXOS

CARRERA 7 # 5C-43 AVENIDA DE LAS AMÉRICAS BARBOSA SANTANDER- COLOMBIA
CONTACTOS: 3144615974 – 3112191382 – 3115399142
E-mail: fwfgeoingenieria@gmail.com

ANEXO A
FORMATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO B
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

ANEXO C
REGISTRO FOTOGRÁFICO