MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER



ELABORO:

JOHN FERNANDO SARMIENTO DURAN
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA AMBIENTAL
T.P: 68202120337STD

MUNICIPIO DE MOGOTES
DEPARTAMENTO DE SANTANDER

OCTUBRE
2024

1. CONTENIDO

1. CONTENIDO 1
2. INTRODUCCIÓN 5
3. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5
3.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS 7
3.1.1 ALCANCE GENERAL 7
4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO 8
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
4.2 EXPLORACIÓN DE CAMPO 8
4.2.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 8
5. ZONIFICACIÓN SÍSMICA. 14
5.1 CLASIFICACION DEL PERFIL DEL SUELO 15
5.2 FACTORES DE SITIO 15
5.3 COEFICIENTE DE ACELERACIÓN DE RESPUESTA ESPECTRAL HORIZONTAL PARA UN PERIODO DE 0.2S (SDS) 17
5.4 COEFICIENTE DE ACELERACIÓN DE RESPUESTA ESPECTRAL HORIZONTAL PARA UN PERIODO DE 1.0S (SD1). 17
5.5 COEFICIENTE DE LA ACELERACIÓN SÍSMICA PARA EL DISEÑO DEL MURO (11.6.5.2 CCP-14) 17
5.6 CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO 18
6. CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA 23
6.1 CRITERIOS UTILIZADOS 23
6.2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO 23
6.2.2 RECOMENDACIÓN PARA EL CONTROL DE FILTRACIONES EN EXCAVACIONES BAJO NIVEL FREÁTICO. 26
6.3 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO. 26
6.2.3 ENSAYO DE RESISTENCIA 28
6.4 CORRECCIONES PARÁMETROS ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) 28
6.5 OBTENCIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE MEDIANTE ENSAYO DE SPT. 29
6.6 PARAMETROS DE SUELO 30
6.6.1. PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE DE ARENAS Y ARCILLAS SEGÚN TERZAGHI Y PECK, BASADOS EN LOS ENSAYOS DE SPT. 30

OBTENCION DE PARÁMETROS GEOMECANICOS A PARTIR DEL SPT 31
7. ALTERNATIVAS DE CIMENTACION 32
7.1 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE MEDIANTE METODOLOGÍA ECUACION GENERAL MODIFICADA PARA FALLA GENERAL 32
7.2 CAPACIDAD PORTANTE 33
7.2.1. ANALISIS DE CARGAS VS CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO 34
7.2.2. CIMENTACION 34
7.3 ASENTAMIENTOS ESPERADOS 35
7.4 ASENTAMIENTO ZAPATAS AISLADAS 35
7.4.1. VALIDACIÓN DE LA CIMENTACIÓN 35
7.5 COEFICIENTE DE PRESION LATERAL 36
7.6 MÓDULO DE REACCIÓN O COEFICIENTE DE BALASTRO (KS) 37
8. CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES 39
8.1. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN 39
8.2. POTENCIAL DE EXPANSION 42
8.3. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN 42
8.4. EVALUACIÓN DE COLAPSO EN SUELOS 45
PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 1 45
PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2 46
EVALUACION DE COLAPSABILIDAD SONDEO 1 46
EVALUACION DE COLAPSABILIDAD SONDEO 2 46
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47
9.1. PROCEDIMIENTO PARA EXCAVACIONES PROFUNDAS 48
9.2. RECOMENDACIONES PARA PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS EXCAVACIONES 49
9.3. MATERIAL SELECCIONADO 50
9.4. MANEJO DE AGUAS 51
9.5. RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS 51
9.6. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE EXCAVACIONES 51
9.6.1. Tipos de entibados 51
9.7. ALCANCES DEL ESTUDIO Y LIMITACIONES 54
10. RECOPILACION Y ANALISIS DE INFORMACION EXISTENTE 56

11. CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES (CCP-14) 57
12. ANEXOS 58
13. RESULTADOS DE LABORATORIO 59

TABLA

Tabla 1 Cuadro de perforación Sondeo 1 10
Tabla 2 Cuadro de perforación Sondeo 2 12
Tabla 3 Definicion del Tipo de Perfil de Suelo 14
Tabla 4. Clasificación de los perfiles de suelo. 15
Tabla 5. Valores del factor de sitio Fpga 16
Tabla 6. Valores del factor de sitio Fv. 16
Tabla 7 Valores del factor de sitio Fa 16
Tabla 8. Datos para espectro de diseño. 22
Tabla 9 Perfil Estratigráfico Sondeo 1 24
Tabla 10. Perfil Estratigráfico Sondeo 2 25
Tabla 11 Ensayo de laboratorio y normas aplicadas 26
Tabla 12. Resumen de ensayos de laboratorio Sondeo 1 27
Tabla 13. Resumen de ensayos de laboratorio Sondeo 2 27
Tabla 14 Ensayo de Resistencia de la zona de influencia al proyecto 28
Tabla 15. Obtención de Parámetros Geomecánicos Ncorregido Sondeo 1 31
Tabla 16. Obtención de Parámetros Geomecánicos Ncorregido Sondeo 2 31
Tabla 17 Cargas de Servicio de la Estructura 34
Tabla 18 Calculo de Asentamiento Sondeo Critico 35
Tabla 19. Clasificación de suelos expansivos 39
Tabla 20. Resultado Clasificación de suelos expansivos Sondeo 1 40
Tabla 21 Resultado Clasificación de suelos expansivos Sondeo 2 41
Tabla 22 Detalle dimensiones de la estructura 47

FIGURAS

Figura 1 Localización a nivel departamental 5
Figura 2 localización a nivel municipal 6
Figura 3 Detalle localización del predio 6
Figura 4 Metodología de trabajo aplicada a estudios geotécnicos 7
Figura 5 Esquema de la ejecución del Ensayo SPT. 9
Figura 6. 3.10.2.1-1 — Aceleración Pico Horizontal del Terreno 19
Figura 7. 3.10.2.1-2 — Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal 20
Figura 8. 3.10.2.1-3 — Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal 21
Figura 9 Detalle de la Box Culvert Perfil 32
Figura 10 Coeficiente de Presión Lateral Activo y Pasivo 37

Figura 11 Susceptibilidad de licuefacción en función del SPT, (N1)60 para un terremoto de magnitud 7,5 43
Figura 12 Susceptibilidad de licuefacción de un suelo en función de (N1)60 y la 44
Figura 13 Sistema de Apoyo de Excavaciones 49
Figura 14 Sistema de Apuntalado 50
Figura 15 Esquema General de Entibado Continuo 52
Figura 16 Esquema General de Entibado Discontinuo 53
Figura 17 Esquema General de Entibado Tipo Cajón 54

GRAFICA

Grafica 1. Espectro de diseño. 22

2. INTRODUCCIÓN

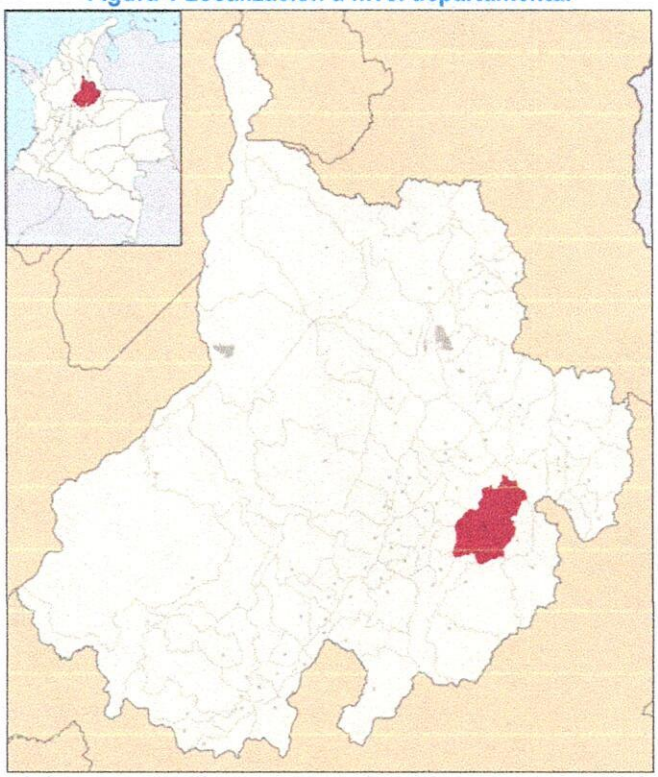
El presente informe contiene la caracterización físico-mecánica del subsuelo y las recomendaciones de cimentación para el Proyecto: **MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER**

Con base a los resultados obtenidos en el plan exploratorio se pretende conocer la naturaleza del depósito, profundidad, espesor y composición de la columna estratigráfica, nivel freático y las propiedades desde el punto de vista geotécnico, para lo cual se hace necesario realizar ensayos de laboratorio tanto de clasificación como de resistencia al corte, con el fin de estimar asentamientos y evitar al máximo falla por capacidad portante del suelo de fundación

3. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

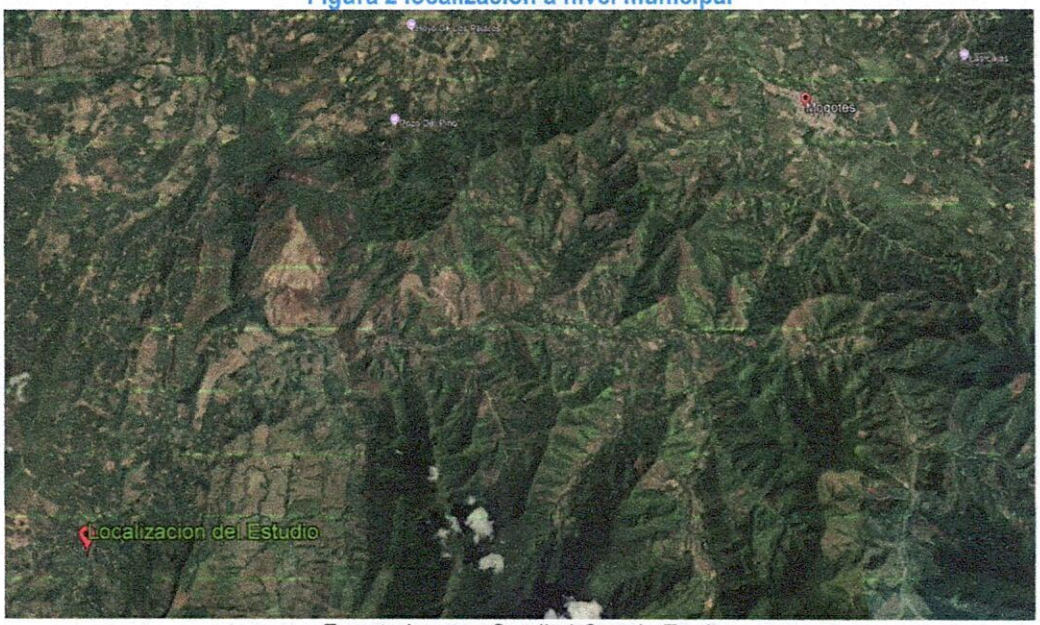
El sitio bajo estudio se encuentra localizado en el municipio de Mogotes en las coordenadas: 6°23'59.10"N 73° 5'1.74"O

Figura 1 Localización a nivel departamental



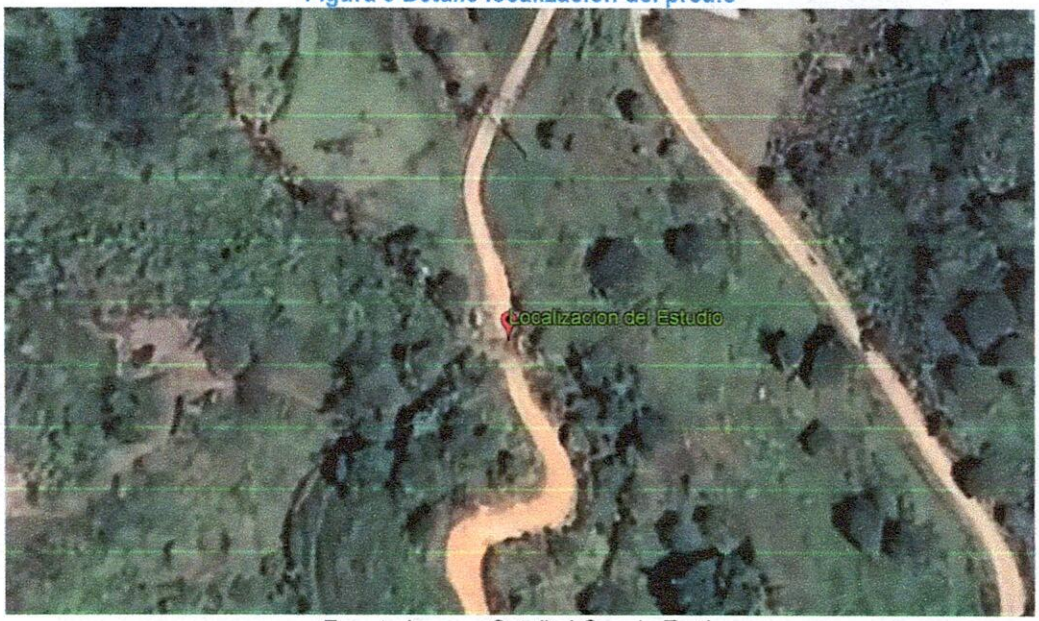
Fuente: Wikipedia

Figura 2 localización a nivel municipal



Fuente Imagen Satelital Google Earth

Figura 3 Detalle localización del predio



Fuente Imagen Satelital Google Earth

3.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

3.1.1 ALCANCE GENERAL

Dentro del alcance del estudio geotécnico realizado sobre el área de influencia del estudio, se proyecta la **"MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER"**.

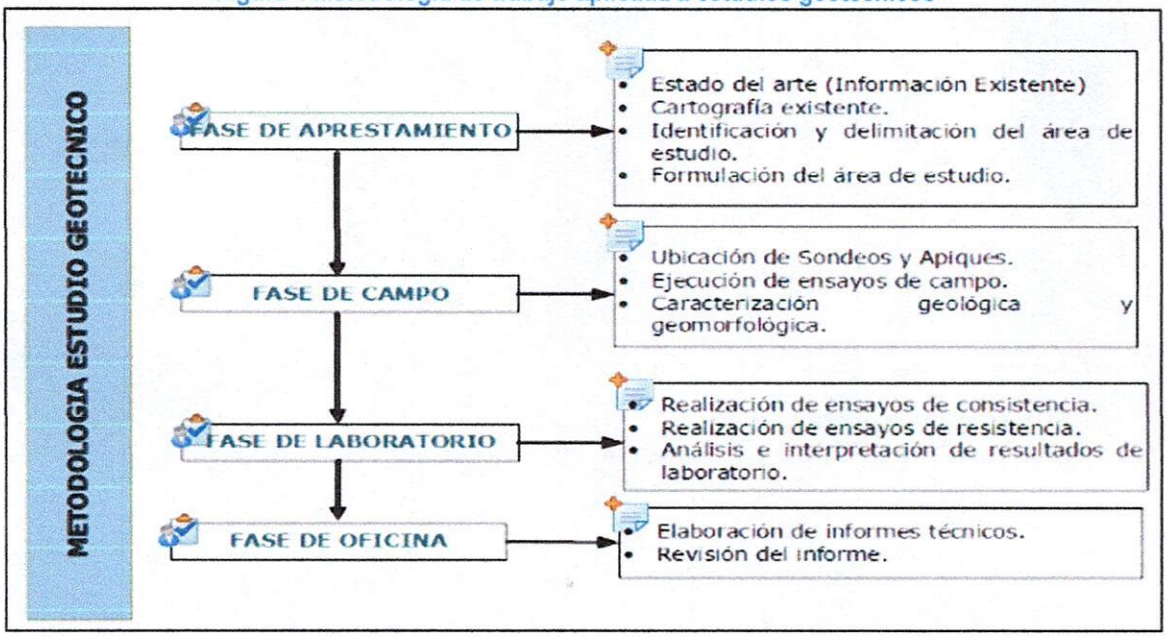
- Exploración geotécnica del subsuelo comprendida por dos (2) sondeos a percusión hasta (4.50) metros de profundidad, (rechazo en el ensayo SPT), o suelos duros y la obtención de muestras de suelo semi-inalterado.

- Ensayos de laboratorio como peso específico del suelo, granulometría, humedad del suelo, límites de consistencia, realizados a las muestras alteradas tomadas de los sondeos y apiques.

- Identificación y clasificación de los materiales encontrados.

- Determinación de las propiedades físicas y geomecánicas del suelo. Se tomó para la elaboración del presente informe, el valor hallado mediante el método de SPT de campo por ser el más crítico.

Figura 4 Metodología de trabajo aplicada a estudios geotécnicos



Fuente: Elaboración Propia

4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Establecer criterios básicos para realizar estudios geotécnicos de la estructura, basados en la investigación del subsuelo y las características, con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, cimentaciones, rehabilitación o la definición de espectros de diseño sismo resistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables.

Conocer e interpretar de manera general el comportamiento geológico del sitio de análisis.

Elaborar perfiles estratigráficos para definir las propiedades físicas y mecánicas del suelo analizado.

Recomendación sobre el sistema de cimentación más apropiado para la cimentación.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con la información suministrada el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER".**

En la exploración, se realizaron (2) sondeos mecánicos se ejecutaron, como se mencionó anteriormente, con profundidades de hasta 4.50 m bajo la superficie actual del terreno en los sitios de interés del proyecto, cumpliendo los criterios del Título H de la NSR-10. Durante su ejecución, se tomaron muestras tipo alterado, obtenidas mediante toma de muestras de cuchara partida SPLIT SPOON. Cada muestra fue clasificada visualmente en campo, rotulada y adecuadamente empacada para su transporte al laboratorio. De los sondeos realizados se elaboró un registro de campo, en el cual se consignó la información relacionada con el tipo y profundidad de cada muestra, descripción visual de los materiales, profundidad a la cual se muestrea y resultados de los ensayos de campo efectuados.

4.2 EXPLORACIÓN DE CAMPO

4.2.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Con el objeto de conocer las características físicas y obtener muestras de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo, en el área del proyecto se programaron dos (2) sondeos de perforación cuya profundidad alcanzada se encuentra hasta los 4.50 metros. se da por terminado el ensayo para esta categoría.

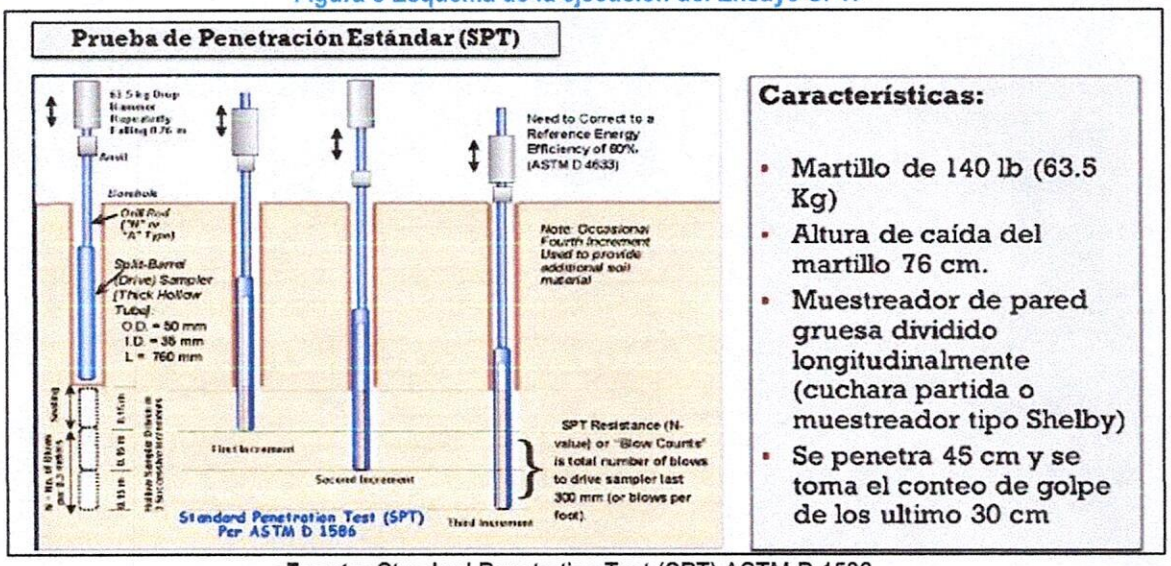
Se realizaron sondeos continuos en tramos de 0.45 cm empleando el método de percusión y rotopercusión mediante el uso de un equipo manual (Barreno de mano). Simultáneamente se llevó a

cabo el ensayo de penetración estándar para establecer un índice complementario de la resistencia del subsuelo, y obtener un muestreo continuo del sector bajo estudio.

Tipo de muestras obtenidas: Muestras sobre las cuales se realizaron diferentes ensayos de laboratorio para determinar las propiedades índices y mecánicas de los materiales presentes en el sector.

Perforaciones Realizadas: En la siguiente tabla se muestra la relación de las perforaciones ejecutadas, así como el resumen del resultado del ensayo de penetración estándar SPT.

Figura 5 Esquema de la ejecución del Ensayo SPT.



Fuente: Standard Penetration Test (SPT) ASTM-D 1586

Tabla 1 Cuadro de perforación Sondeo 1

REGISTRO DE PERFORACION

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS E NEL MUNICIPIO DE MOGOTES - SANTANDER	**FECHA:**	11/10/2024
LOCALIZACION:	VEREDA SANTA LUCIA	**No SONDEO:**	1



ESQUEMA DE LOCALIZACION DEL SONDEO	
N:	6.399657
E:	-73.083833

Sondeo Realizado a Profundidad de 4.50 metros.

**Nota: cuando se superan o igualan los 100 golpes en el ensayo del SPT en un intervalo de 30 cm se tomará como rechazo*

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	Nivel Freatico	Golpes		
Inicio	Fin	Gen.	SUCS			0 - 6"	6" - 12"	12" - 18"
0.00	0.50	M1		Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		2	3	5
0.50	1.00					8	9	11
1.00	1.50			Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		13	16	18
1.50	2.00					21	23	27
2.00	2.50	M2		Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		30	31	33
2.50	3.00					35	37	39
3.00	3.50			Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		36	38	41
3.50	4.00	M3				40	42	43
4.00	4.50					42	44	45

OBSERVACIONES:

Se evidencio que no hubo cambio de material en la perforacion y/o sondeo realizado. En todo caso primará el concepto del ingeniero geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados. No se encontro nivel freatico.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO MUESTRA A MUESTRA

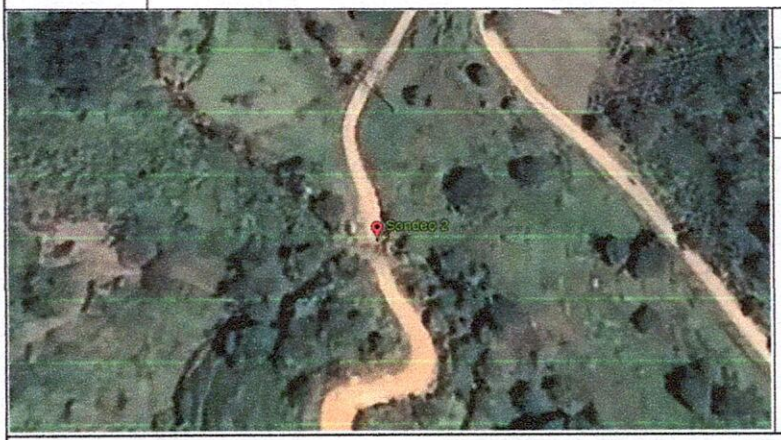


Fuente: Exploración de Campó (Elaboración Propia)

Tabla 2 Cuadro de perforación Sondeo 2

REGISTRO DE PERFORACION

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS E NEL MUNICIPIO DE MOGOTES - SANTANDER	**FECHA:**	11/10/2024
LOCALIZACION:	VEREDA SANTA LUCIA	**No SONDEO:**	2



ESQUEMA DE LOCALIZACION DEL SONDEO	
N:	6.399751
E:	-73.083816

Sondeo Realizado a Profundidad de 4.50 metros.

***Nota:** cuando se superan o igualan los 100 golpes en el ensayo del SPT en un intervalo de 30 cm se tomará como rechazo*

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	Nivel Freatico	Golpes		
Inicio	Fin	Gen.	SUCS			0 - 6"	6" - 12"	12" - 18"
0.00	0.50			Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		2	4	4
0.50	1.00					6	8	9
1.00	1.50	M1		Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		11	13	15
1.50	2.00					16	19	20
2.00	2.50			Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		22	24	26
2.50	3.00					26	29	31
3.00	3.50	M2		Corresponde a material clastico compuesto Caliza gris arenosa a arcillosa, lutita gris y margas e intercalaciones de areniscas de grano fino, de consistencia firme y compacidad media, sin presencia de humedad, Suelo Proveniente Formación Tablazol (Kit)		32	34	35
3.50	4.00					35	38	39
4.00	4.50					41	50	50

OBSERVACIONES:

Se evidencio que no hubo cambio de material en la perforacion y/o sondeo realizado. En todo caso primará el concepto del ingeniero geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados. No se encontro nivel freatico.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO MUESTRA A MUESTRA



Fuente: Exploración de Campó

5. ZONIFICACIÓN SÍSMICA.

Con base en la sección 3 de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD- CCP-14, se puede establecer que el área en estudio se encuentra en la región 5.

A continuación, se presentan los parámetros básicos necesarios para el diseño sísmico de las estructuras:

- ✓ Coeficiente de Aceleración pico del terreno: PGA = 0.25
- ✓ Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de Vibración de 0.2S: SS= 0.50.
- ✓ Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de Vibración de 1.0S: S1= 0.25.

A partir de los factores de corrección propuestos anteriormente para el sondeo realizado, se clasifica el perfil del suelo según la tabla 3.10.3.1-1 — **DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO** es **D**, debido a que se encuentra dentro los rangos, cumpliendo los 50 golpes/pie < NSPT >15 golpes/pie

Tabla 3 Definición del Tipo de Perfil de Suelo

No Sondeo	Nspt	Tipo de Perfil del Suelo
1	49	**D**
2	39	**D**

Fuente: Elaboración Propia

5.1 CLASIFICACION DEL PERFIL DEL SUELO

Tabla 4. Clasificación de los perfiles de suelo.

Tabla 3.10.3.1-1 — Definición de los Tipos de Perfil de Suelo

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

Fuente CCP-14 Sección 3

Nota: Esta tabla corresponde en forma idéntica a la Tabla A.2.4-1 del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, con la única excepción que en la definición de los perfiles Tipo E con espesores mayores de 3 m el límite para la resistencia al corte no drenado, el valor límite es 50 kPa (kg/cm2) en el Reglamento NSR-10.

Según la Tabla 3.10.3.1-1 para este valor de velocidad de onda de corte le corresponde un perfil de suelo tipo **D.**

5.2 FACTORES DE SITIO

Los factores de sitio Fpga, Fa y Fv, se deben determinar a partir del tipo de suelo y de los valores de los coeficientes PGA. SS y S1

Tabla 5. Valores del factor de sitio Fpga.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos (Véase la Nota 1)				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Fuente CCP-14 Sección 3

Para un perfil de suelo tipo D y un PGA de 0.25 el valor de factor de sitio Fpga es igual a 1.30

Tabla 6. Valores del factor de sitio Fv.

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de $1.0s$ (Véase la Nota 1)				
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Fuente CCP-14 Sección 3

Para un perfil de suelo tipo D y un S1 = 0.25 el valor de factor de sitio Fv es igual a 1.90

Tabla 7 Valores del factor de sitio Fa.

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de $0.2s$ (Véase la Nota 1)				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Fuente CCP-14 Sección 3

Para un perfil de suelo tipo D y un SS es = 0.50 el valor de factor de sitio Fa es igual a 1.40

5.3 COEFICIENTE DE ACELERACIÓN DE RESPUESTA ESPECTRAL HORIZONTAL PARA UN PERIODO DE 0.2S (SDS)

El coeficiente de aceleración de respuesta horizontal para un periodo de 0.2s depende del valor del factor de sitio Fa y el valor del coeficiente de aceleración espectral horizontal para un periodo de vibración de 0.2S.

$$SDS= Fa*Ss$$
$$SDS= 1.40*0.50=0.70$$

5.4 COEFICIENTE DE ACELERACIÓN DE RESPUESTA ESPECTRAL HORIZONTAL PARA UN PERIODO DE 1.0S (SD1).

El coeficiente de aceleración de respuesta horizontal para un periodo de 1.0s depende del valor del factor de sitio Fv y el valor del coeficiente de aceleración espectral horizontal para un periodo de vibración de 1.0S.

$$SD1= Fv*S1$$
$$SD1= 1.90*0.25=0.47$$

5.5 COEFICIENTE DE LA ACELERACIÓN SÍSMICA PARA EL DISEÑO DEL MURO (11.6.5.2 CCP-14)

El coeficiente sísmico de aceleración horizontal (kh) para el cálculo de las presiones y las fuerzas sísmicas laterales del suelo debe determinarse con base en el PGA, en la superficie del terreno (es decir kho= FpgaPGA=As, donde Kho es el coeficiente sísmico de aceleración horizontal suponiendo que no ocurre ningún desplazamiento del muro).

$$k_{ho} = F_{pga}PGA = 1.30 * 0.25 = 0.32$$

El coeficiente de aceleración sísmica de diseño es kh=0.32g.

El coeficiente sísmico de aceleración vertical, kv, debe suponerse igual a cero para el cálculo de las presiones laterales del suelo a menos que el muro este significativamente afectado por efectos de una fuente cercana (ver el Articulo 3.10 CPP – 14).

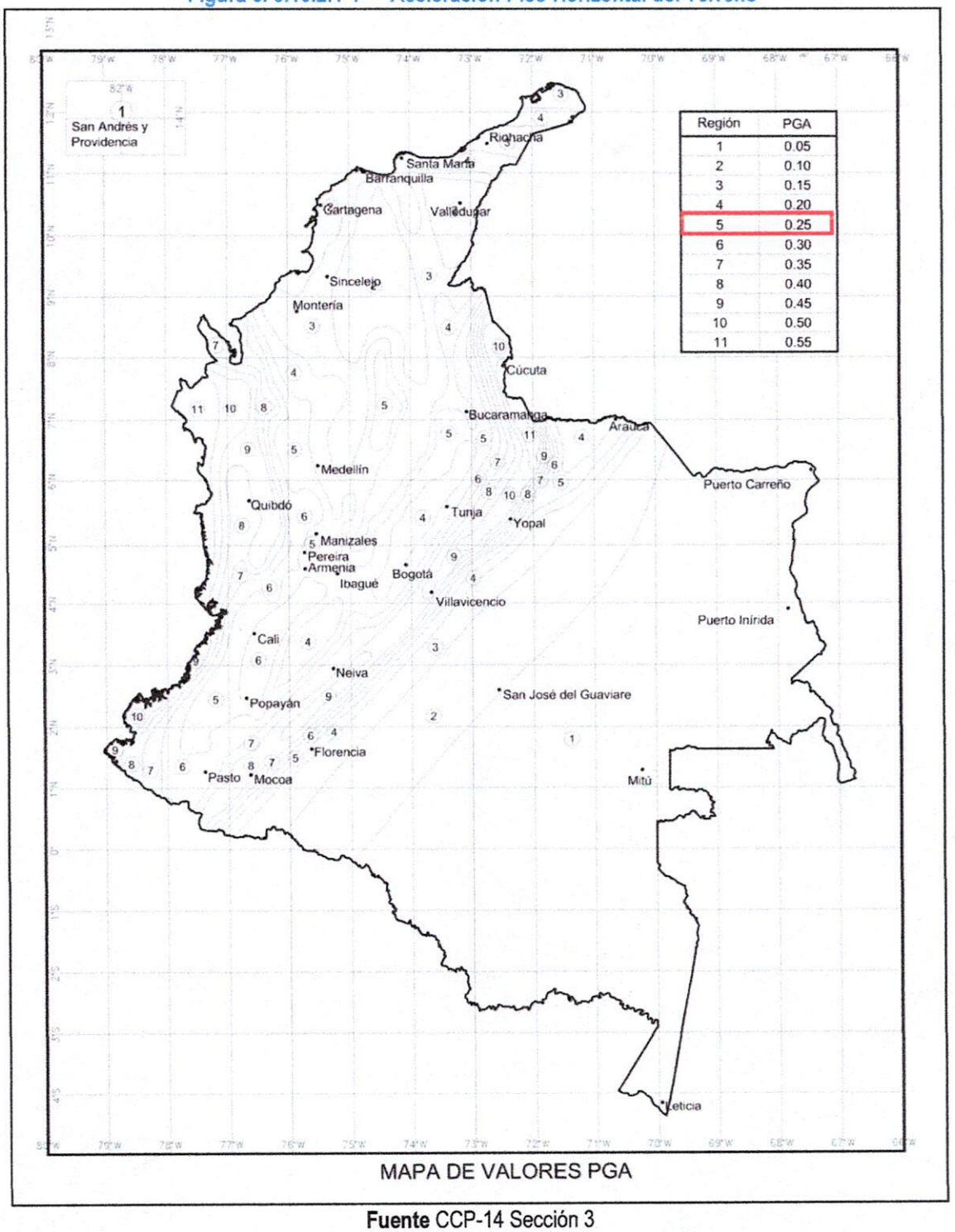
5.6 CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO

Requerimientos amenaza sísmica

El INVÍAS, a través de la Dirección Técnica, desarrolló la nueva Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP-14), con la cual se actualiza -después de 18 años- el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (CCP 95).

Zona de amenaza sísmica, en el Mogotes de Torres se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica **Alta.**

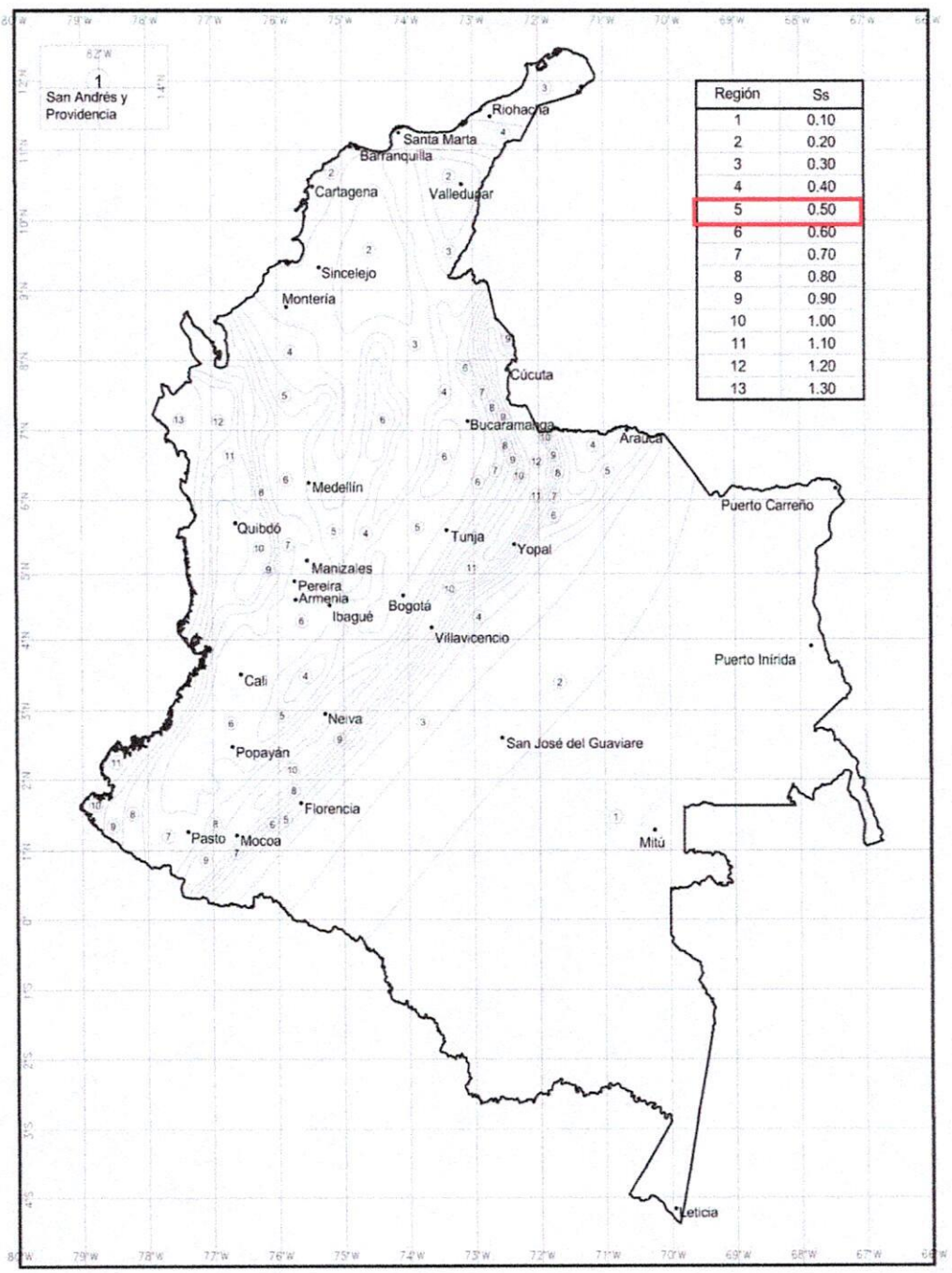
Figura 6. 3.10.2.1-1 — Aceleración Pico Horizontal del Terreno



MAPA DE VALORES PGA

Fuente CCP-14 Sección 3

Figura 7. 3.10.2.1-2 — Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal

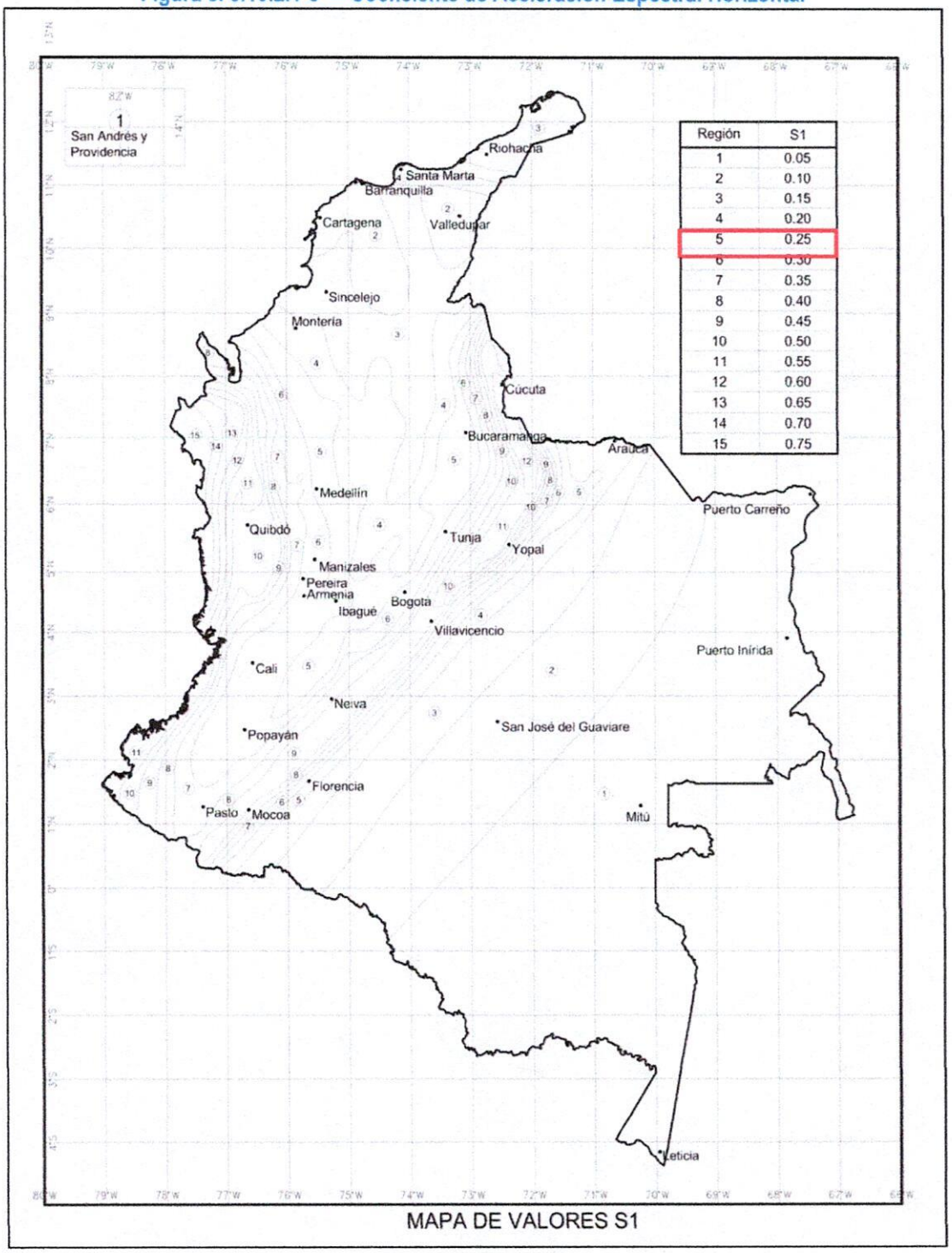


Región	Ss
1	0.10
2	0.20
3	0.30
4	0.40
5	0.50
6	0.60
7	0.70
8	0.80
9	0.90
10	1.00
11	1.10
12	1.20
13	1.30

MAPA DE VALORES Ss

Fuente CCP-14 Sección 3

Figura 8. 3.10.2.1-3 — Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal



Región	S1
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
6	0.30
7	0.35
8	0.40
9	0.45
10	0.50
11	0.55
12	0.60
13	0.65
14	0.70
15	0.75

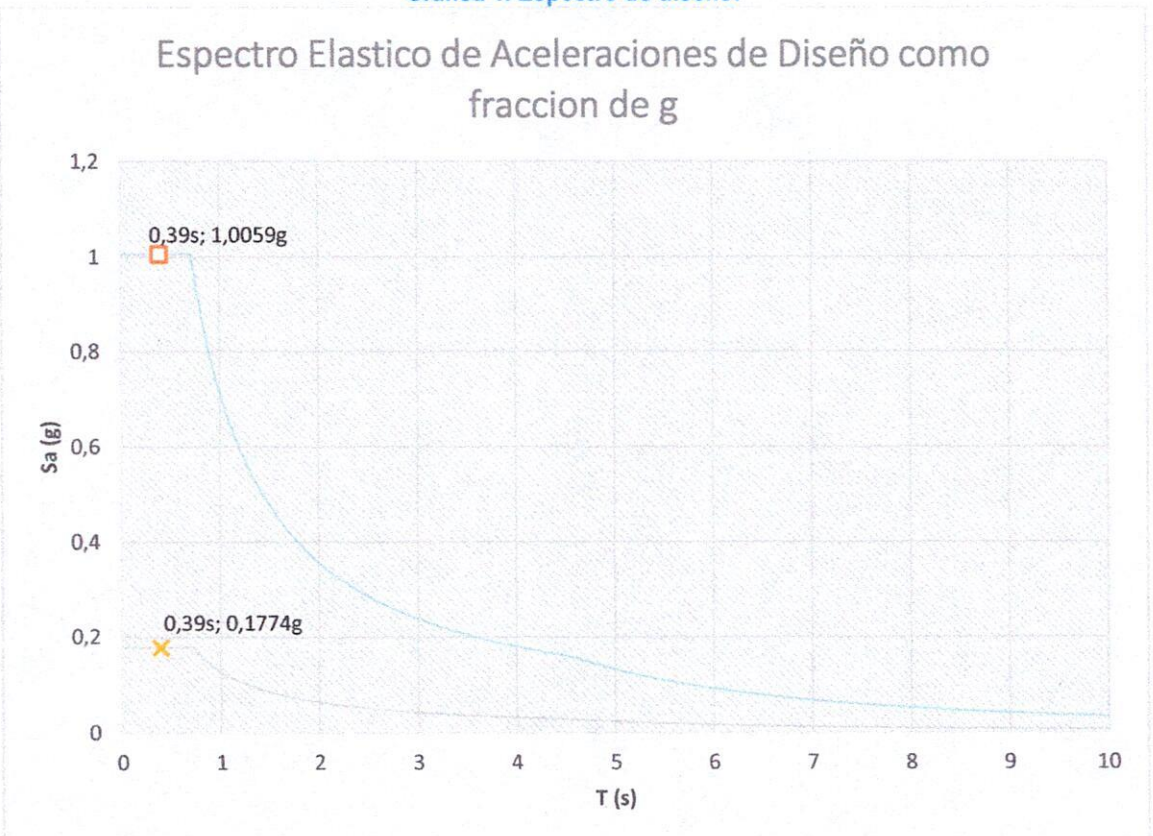
MAPA DE VALORES S1

Fuente CCP-14 Sección 3

Tabla 8. Datos para espectro de diseño.

Valores	
Departamento	**Santander**
Municipio	**Mogotes**
Aa	0.25
Av	0.25
ZAS	Alta
Ae	0.10
Ad	0.06
Tipo Suelo	**D**
Fa	**1.29**
Fv	**1.90**

Grafica 1. Espectro de diseño.



6. CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA

6.1 CRITERIOS UTILIZADOS

Para las investigaciones geotécnicas se utilizaron los criterios de geología y geotecnia, de acuerdo con el estado del conocimiento de estas ciencias y a los lineamientos específicos por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14 – Invías.

- Se analizó la información de los estudios geológicos y geotécnicos realizados anteriormente en el área, con el objeto de tener una información básica de las características geológicas y geotécnicas de toda el área en estudio.

- Se realizaron sondeos utilizando equipos de perforación a percusión y apiques y ensayos de laboratorio del material recuperado, para obtener las propiedades geotécnicas de los suelos.

- Se calcularon los parámetros requeridos para el diseño de cimentaciones del proyecto.

6.2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Una vez terminada cada una de las perforaciones se procede a medir, dando como resultado que, en el nivel de la tabla de agua establecido para este suelo, se encuentra nivel Freático. Se encontró nivel freático. Ver Tabla Perfiles Estratigráficos.

Se realizó el monitoreo de los niveles freáticos en los sondeos durante el tiempo de realización del estudio se presentan nivel freático.

En conclusión, se considera que los trabajos de excavación proyectados se presentan infiltraciones por el agua del nivel freático.

Así mismo se destaca que este nivel corresponde a un valor puntual en tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas subterráneas.

Tabla 9 Perfil Estratigráfico Sondeo 1

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

MÉTODO DE PENETRACIÓN NORMAL Y MUESTREO CON TUBO PARTIDO DE LOS SUELOS

INV E-111 - 13 / ASTM D 1588

CODIGO:	001 - Ing
FECHA:	2/01/2023
REVISION:	3/01/2023
VERSION	V.1
	PÁGINA 1 DE 1

CLIENTE	MUNICIPIO DE MOGOTES	FECHA:	11/10/2024
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER	PERFORACIÓN No.	1
LOCALIZACIÓN	VEREDA SANTA LUCIA		

COORDENADAS	N:	6.399657	E:	-73.083833	Nivel Freatico nf	Lect. Inicial:	0.00	Lect. Final:	4.50	Profundidad del Sondeo (m)	4.50

Profundidad	Muestra No	Avance SPT, m			Símbolo	Clasificacion S.U.C.S	NF	Gráfica Nspt	Contenido Humedad %	Limite Liquido %	Indice Plasticidad %
		0.15	0.15	0.15				No Golpes 0 20 40 60 80 100			
0.00 0.50	1	2	3	5		Limos Inorgánicos y arenas muy finas, o limos arcillosos con ligera plasticidad, humedad media, que clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos S.U.C.S como (ML)		0.00	28.70	24.10	4.60
0.50 1.00		8	9	11				1.00			
1.00 1.50		13	16	18							
1.50 2.00		21	23	26				2.00			
2.00 2.50	2	30	31	33		Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad, humedad media, que clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos S.U.C.S como (CL)			23.20	16.30	9.60
2.50 3.00		35	37	39				3.00			
3.00 3.50		36	38	41							
3.50 4.00	3	40	42	43		Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad, humedad media, que clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos S.U.C.S como (CL)			28.40	19.00	9.30
4.00 4.50		42	44	45				4.00			

EQUIPO DE PERFORACIÓN				DATOS DE CAMPO					
Masa del Martillo, kg:	63.5	Caida, m	0.76	Spt	Sondeo	Tipo de Muestra	C:	Muestra cuchara partida	Nivel Freático Inicial: ▼	Nivel Freático Final: ▲

Jhon Fernando Sarmiento

Ingeniero Civil Especialista en Geotecnia

APROBO

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Perfil Estratigráfico Sondeo 2

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

MÉTODO DE PENETRACIÓN NORMAL Y MUESTREO CON TUBO PARTIDO DE LOS SUELOS

INV E-111 - 13 / ASTM D 1588

CODIGO:	001 - Ing
FECHA:	2/01/2023
REVISION:	3/01/2023
VERSION	V.1
PAGINA 1 DE 1	

CLIENTE	MUNICIPIO DE MOGOTES	FECHA:	11/10/2024
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER	PERFORACIÓN No.	2
LOCALIZACIÓN	VEREDA SANTA LUCIA		

COORDENADAS	N:	6.399751	E:	-73.083816	Nivel Freatico nf	Lect. Inicial:	0.00	Lect. Final:	4.50	Profundidad del Sondeo (m)	4.50

Profundidad	Muestra No	Avance SPT, m			Simbolo	Clasificacion S.U.C.S	Nf	Gráfica Nspt (No Golpes)	Contenido Humedad %	Limite Liquido %	Indice Plasticidad %
		0.15	0.15	0.15							
0.00 0.50		2	4	4							
0.50 1.00		6	8	9							
1.00 1.50	1	11	13	15		Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad, humedad media, que clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos S.U.C.S como (CL)			29.30	18.80	10.60
1.50 2.00		16	19	20							
2.00 2.50		22	24	26							
2.50 3.00		26	29	31							
3.00 3.50	2	32	34	35		Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad, humedad media, que clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos S.U.C.S como (CL)			26.50	21.50	4.90
3.50 4.00		35	38	39							
4.00 4.50		41	50	50							

EQUIPO DE PERFORACIÓN				DATOS DE CAMPO					
Masa del Martillo, kg:	63.5	Caida, m	0.76	Spt	Sondeo	Tipo de Muestra	C:	Muestra cuchara partida	Nivel Freático Inicial: ▼ Nivel Freático Final: ▲

Jhon Fernando Sarmiento
Ingeniero Civil Especialista en Geotecnia
APROBO

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En conclusión, se considera que los trabajos de excavación proyectados presentan infiltraciones por el agua del nivel freático. Así mismo se destaca que este nivel corresponde a un valor puntual en tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas subterránea. De igual manera se presentan las recomendaciones para el control de infiltraciones bajo nivel freático.

6.2.2 RECOMENDACIÓN PARA EL CONTROL DE FILTRACIONES EN EXCAVACIONES BAJO NIVEL FREÁTICO.

Si el nivel freático se encuentra por encima del fondo de la zanja, el nivel del agua debe reducirse por lo menos hasta el fondo de esta, pero preferiblemente hasta 0,20 m por debajo de esta. Para esto pueden usarse diferentes técnicas dependiendo de la naturaleza del material.

Para suelos arenosos o limosos, se recomienda realizar un sistema de pozos de drenaje conectados a una tubería y una bomba, el espaciamiento de dichos pozos y la profundidad a la cual deben ser instalados dependen del nivel freático y la permeabilidad del suelo. Es importante usar un filtro alrededor de los puntos de succión en arena gruesa o grava para evitar atacar los pozos con material fino proveniente de la zanja. Si el suelo está compuesto de arcilla o roca firma, se recomienda el uso de sumideros y bombas.

Si los filtros temporales en piedra, grava, cascajo, arena o tubería perforada se conectan al alcantarillado, tales conexiones deben taponarse una vez terminada la obra con el fin de restablecer las condiciones iniciales del terreno.

Cuando el agua no puede mantenerse por debajo del fondo de la zanja se deben realizar subdrenes, cuya profundidad depende de la cantidad de agua en la zanja, con agregado de un solo tamaño (¾" (19 mm) – 1" (25 mm)) totalmente cubiertos en geotextil. Si aun así el agua no puede mantenerse por debajo del fondo de la zanja se debe usar un geotextil alrededor del lecho, y si es necesario en el área de la tubería, para evitar que se contamine con el material nativo. Se debe utilizar grava o piedra triturada para el lecho y el relleno.

6.3 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Una vez descritas las muestras recuperadas en cada una de las perforaciones, se identificaron las muestras representativas y se realizaron ensayos de laboratorio de caracterización y resistencia.

Tabla 11 Ensayo de laboratorio y normas aplicadas

ENSAYOS REALIZADOS	NORMA	N° ENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63 –AASHTO T88 I.N.V.E 123	5
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo.	ASTM D2216 I.N.V.E. 122	5
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	ASTM D4318-AASHTO T89-60 I.N.V.E 126	5
Peso unitario	ASTM D 100 I.N.V.E 128	5
Clasificación de suelos	ASTM D2487	5

Fuente Nsr-10 - Exploración en campo

Se evidencio que no hubo cambio de material en la perforación y/o sondeo realizado. En todo caso primará el concepto del ingeniero Geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados

H.3.3.2 — TIPO Y NÚMERO DE ENSAYOS — El tipo y número de ensayos depende de las características propias de los suelos o materiales rocosos por investigar, del alcance del proyecto y del criterio del ingeniero Geotecnista. El ingeniero Geotecnista ordenará los ensayos de laboratorio que permitan conocer con claridad la clasificación, peso unitario y permeabilidad de las muestras escogidas. Igualmente, los ensayos de laboratorio que ordene el ingeniero Geotecnista deben permitir establecer con claridad las propiedades geomecánicas de compresibilidad y expansión de las muestras escogidas.

Tabla 12. Resumen de ensayos de laboratorio Sondeo 1

Prof. (m)	W%	%Finos	%L.L.	%L.P.	% I.P.	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	Tipo de suelo NSR-10
0.00 – 1.00	13.30	61.00	28.70	24.10	4.60	Limos Inorgánicos ML	Cohesivo
2.00 – 3.00	19.70	94.80	23.20	13.60	9.60	Arcilla Arenosa CL	Cohesivo
3.50 – 4.50	16.70	85.80	28.40	19.00	9.30	Arcilla Arenosa CL	Cohesivo

Fuente: Exploración en campo (Elaboración Propia.)

Tabla 13. Resumen de ensayos de laboratorio Sondeo 2

Prof. (m)	W%	%Finos	%L.L.	%L.P.	% I.P.	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	Tipo de suelo NSR-10
1.00 – 1.50	25.20	91.20	29.30	18.80	10.60	Arcilla Arenosa CL	Cohesivo
3.00 – 3.50	5.60	54.00	26.50	21.50	4.90	Arcilla Arenosa CL	Cohesivo

Fuente: Exploración en campo (Elaboración Propia.)

Convenciones:

W	= Humedad
% Finos	= Pasantes del tamiz ASTM 200
L.L.	= Límite Líquido
L.P.	= Límite Plástico
I.P.	= Índice Plástico
S.U.C.S.	= Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

H.3.3.3 — PROPIEDADES BÁSICAS — Las propiedades básicas para la caracterización de suelos y rocas son como mínimo las siguientes:

H.3.3.3.1 — Propiedades básicas de los suelos — Las propiedades básicas mínimas de los suelos a determinar con los ensayos de laboratorio son: peso unitario, humedad y clasificación completa para cada uno de los estratos o unidades estratigráficas y sus distintos niveles de meteorización.

Igualmente debe determinarse como mínimo las propiedades de resistencia en cada uno de los materiales típicos encontrados en el sitio mediante compresión simple o corte directo en suelos cohesivos, y corte directo o SPT en suelos granulares.

Según las perforaciones, la descripción de las muestras obtenidas en los mismos y para efectos de diseño se definió un estrato como se mencionó en las anteriores tablas.

SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES: Se consideran como suelos no cohesivos o granulares los que cumplen las siguientes condiciones, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SCUS), con algunas modificaciones:

(a) Todos los materiales clasificados como **GW, GP, GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC**.

(b) Todos los materiales clasificados como **GM, GC, GM-GC, SM, SC, SM-SC**, en Los cuales 30% o menos del peso pase por tamiz No 200 y que tengan límite líquido wL ≤ 30% e índice plástico IP ≤ 10%.

H.2.5.2 - SUELOS COHESIVOS: Se consideran como suelos cohesivos todos aquellos que no cumplan con las condiciones de suelos no cohesivos o granulares

6.2.3 ENSAYO DE RESISTENCIA

De la exploración se han tomado muestras inalteradas para ensayos de corte directo, con el objeto de evaluar los parámetros geomecánicos.

Tabla 14 Ensayo de Resistencia de la zona de influencia al proyecto

Sondeo	Profundidad Ensayo	Cohesión (kg/cm2)	Fricción interna (°).
1	3.00	28.36	21.7
2	1.50	34.75	19.1

Fuente: Exploración en campo (Elaboración Propia.)

6.4 CORRECCIONES PARÁMETROS ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Los datos que entrega el (SPT), deben corregirse por múltiples factores, los cuales consideran parámetros tales como: diámetro de la perforación, uso de tubo guía, longitud de barras que penetran el suelo y nivel aplicado de energía durante el ensayo. Teóricamente, la energía aplicada durante el ensayo depende de la masa y altura de caída del martillo, pero estos valores se ven mermados debido a distintos factores tales como: la manipulación del operador, multiplicidad de equipos existentes, diferentes configuraciones del martillo de hinca, altura de control de caída, etc. Para motivos de este

estudio, el índice de penetración estándar se corregirá solo por presión de confinamiento, el cual está definido por la siguiente expresión:

Es por estos motivos, que el índice de penetración estándar medido en terreno debe corregirse por diferentes factores, los cuales se detallan a continuación, para de esta forma obtener el índice corregido (N1)60, el cual está definido por la siguiente expresión.

$$N_1 = N * C_N$$

Dónde:

N_1: Índice de penetración estándar corregido por presión de confinamiento de 0,1 MPa
N: Índice de penetración estándar
C_N: Corrección confinamiento

6.5 OBTENCIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE MEDIANTE ENSAYO DE SPT.

El ensayo de SPT consiste en hincar un toma-muestras en el terreno contando el número de golpes necesarios para hincar tramos de 6" (150 cm). La hinca se realiza mediante una masa de 140.0 lb (63.5Kg) que cae desde una altura de 30 pulgadas (76.0 cm) en una cabeza de golpeo o yunque, lo que corresponde a un trabajo técnico de 0.50 KJ por golpe.

El número de golpes requeridos para la penetración del muestreador de tres intervalos de 15.0 cm es registrado en los formatos de campo. El número de golpes requeridos para los dos últimos intervalos se suman para dar el número de penetración estándar a esa profundidad. A esta cifra se le llama generalmente el valor N (American Society for Testing and Materials 1997, designación D-1586).

Para casi todas estas variables hay factores de corrección a la energía teórica de referencia Er y el valor de N de campo debe corregirse.

Combinando la ecuación de Schmertmann, con un factor n de 1,25 para valores de NSPT bajos, con la regresión logarítmica obtenida para los valores NSPT superiores a 25 golpes, se obtiene una nueva ecuación se visualiza en la Fig.

$$\emptyset = 5.35 * \mathrm{LN}(\mathrm{Nspt}) + 14.44$$

Fuente: Obtención de parámetros geomecánicos a partir de ensayos a penetración dinámica continua en suelos mixtos cohesivos – granulares. Capítulo 2 – Página 9

Los valores de ángulo de rozamiento obtenidos por dicha ecuación son conservativos, con lo que dicha ecuación se situaría por el lado de la seguridad y se adaptaría mejor a suelos de carácter mixto, en los cuales el alto contenido en finos reduce sustancialmente el ángulo de rozamiento.

6.6 PARAMETROS DE SUELO

Se realiza el ajuste de los valores de Nspt obtenidos en campo debido al efecto de la energía incidente N 60.

El coeficiente de de correcion (CN) se determina mediante la expresion dada por liao y Whitman en 1986

$$\gamma_{SUM} = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

Donde:

- ✓ γ_w =*Peso unitario del agua.*(ton/m^3)

el esfuerzo efectivo viene dado por:

$$\sigma' = \gamma_{SUM} * h$$

Factor de corrección ***CN:***

$$C_N = \left[\frac{1}{\left(\frac{\sigma_o'}{p_a}\right)}\right]^{0.5}$$

6.6.1. PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE DE ARENAS Y ARCILLAS SEGÚN TERZAGHI Y PECK, BASADOS EN LOS ENSAYOS DE SPT.

ARENAS			
N	Compacidad (%)	Densidad	Angulo ϕ
0-4	Muy Floja	8 -15	< 30°
4-10	Suelta	15 35	30 ° - 35°
10-30	Media	35 – 65	35° - 40°
30-50	Densa	65 -85	40° - 45°
> 50	Muy Densa	85 - 100	< 45 °

Fuente: (Terzaghi y Peck)

ARCILLAS			
N	Consistencia	Qu (Kg/cm²)	*Cu(Kg/cm²)
< 2	Muy Blanda	< 0.25	0.125
2 -4	Blanda	0.25 – 0.5	0.125 – 0.25*
4 - 8	Media	0.5 -1.0	0.25 – 050
8 – 15	Firme	1.0 – 2.0	0.50 – 1.0
15 – 30	Muy Firme	2.0 – 4.0	1.0 – 2.0
> 30	Dura	> 4	> 2.0

Fuente: (Terzaghi y Peck)

OBTENCION DE PARÁMETROS GEOMECANICOS A PARTIR DEL SPT

Tabla 15. Obtención de Parámetros Geomecánicos Ncorregido Sondeo 1

SONDEO 1										
PARAMETROS DE SUELO										
Profundidad		h(m)	Ysum	N SPT (Campo)	N 60	Esfuerzo efectivo (ton/m2)	CN* (L&W)	N1 60	φ**	Cohesion
0.00	0.50	0.25	1.63	8	4.8	0.41	4.95	39.6	25.57	21.12
0.50	1.00	0.75	1.63	20	12.0	1.63	2.48	29.7	30.47	52.80
1.00	1.50	1.25	1.63	34	20.4	2.45	2.02	41.3	33.31	89.76
1.50	2.00	1.75	1.73	49	29.4	3.46	1.70	50.0	35.26	129.36
2.00	2.50	2.25	1.73	64	38.4	4.33	1.52	58.4	36.69	168.96
2.50	3.00	2.75	1.73	76	45.6	5.19	1.39	63.3	37.61	200.64
3.00	3.50	3.25	1.88	79	47.4	6.58	1.23	58.4	37.82	208.56
3.50	4.00	3.75	1.88	85	51.0	7.52	1.15	58.8	38.21	224.40
4.00	4.50	4.25	1.88	89	53.4	8.46	1.09	58.1	38.45	234.96

Fuente: Elaboración Propia (Elaboración Propia.)

Tabla 16. Obtención de Parámetros Geomecánicos Ncorregido Sondeo 2

SONDEO 2										
PARAMETROS DE SUELO										
Profundidad		h(m)	Ysum	N SPT (Campo)	N 60	Esfuerzo efectivo (ton/m2)	CN* (L&W)	N1 60	φ**	Cohesion
0.00	0.50	0.25	1.67	8	4.8	0.42	4.89	39.2	25.57	21.12
0.50	1.00	0.75	1.67	17	10.2	1.67	2.45	25.0	29.60	44.88
1.00	1.50	1.25	1.67	28	16.8	2.51	2.00	33.6	32.27	73.92
1.50	2.00	1.75	1.86	39	23.4	3.72	1.64	38.4	34.04	102.96
2.00	2.50	2.25	1.86	50	30.0	4.65	1.47	44.0	35.37	132.00
2.50	3.00	2.75	1.86	60	36.0	5.58	1.34	48.2	36.34	158.40
3.00	3.50	3.25	1.80	69	41.4	6.30	1.26	52.2	37.09	182.16
3.50	4.00	3.75	1.80	77	46.2	7.20	1.18	54.4	37.68	203.28
4.00	4.50	4.25	1.80	100	60.0	8.10	1.11	66.7	39.08	264.00

Fuente: Elaboración Propia (Elaboración Propia.)

7. ALTERNATIVAS DE CIMENTACION

7.1 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE MEDIANTE METODOLOGÍA ECUACION GENERAL MODIFICADA PARA FALLA GENERAL.

La metodología de cálculo de la capacidad de carga admisible mediante metodología ecuación general modificada para falla general Meyerhof (1963).

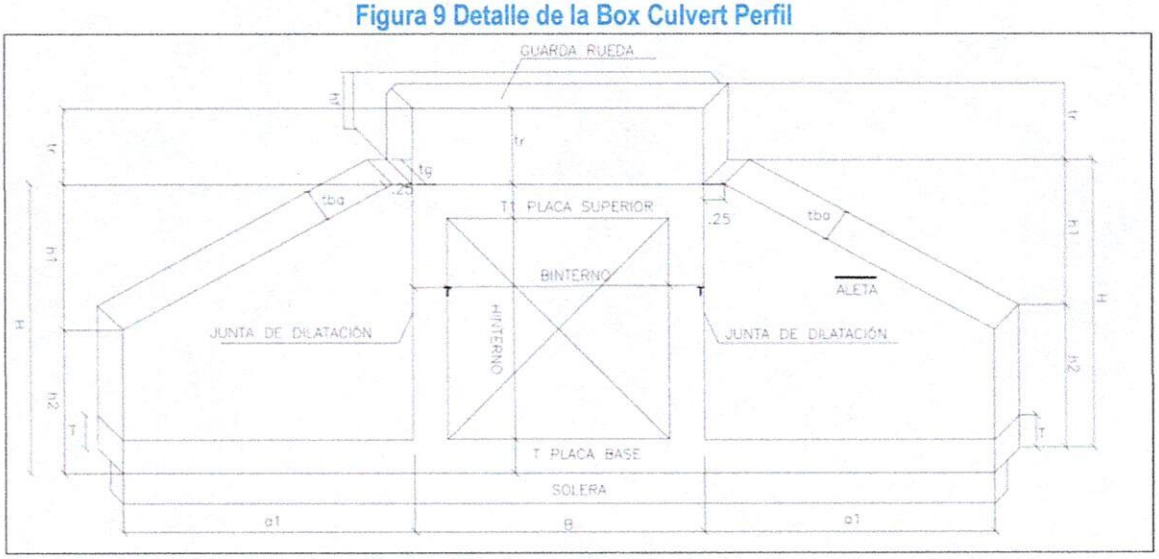
Meyerhof (1963)

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} y B N_y F_{ys} F_{yd} F_{yi}$$

c	= Cohesión
q	= Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base
$y.$	= Peso unitario del suelo
B:	= Ancho de la cimentación (=diámetro para una base circular)
F_{cs}, F_{qs}, F_{ys}	= Factores de Forma
F_{cd}, F_{qd}, F_{yd}	= Factores de Profunidad
F_{ci}, F_{qi}, F_{yi}	= Factores de Inclinacion de Carga
N_c, N_q, N_y	= Factores de Capacidad de Carga

Nota: *Se toma como Q admisible el valor hallado mediante el método de SPT DE CAMPO por ser el más crítico*

Figura 9 Detalle de la Box Culvert Perfil



Fuente: Cartilla Colombia Rural

7.2 CAPACIDAD PORTANTE

Sondeo Critico

DATOS DE ENTRADA

Cohesión	C_u	=	0.55	kg/cm^2	=	44.88	kN/m^2
Ángulo de Fricción Interna	ϕ	=	0.00	°	=	0.00	rad
Peso Unitario Especifico Total	γ	=	1.63	T/m^3	=	15.99	kN/m^3
Peso Unitario Especifico Saturado	γ_{sat}	=	1.63	T/m^3	=	15.99	kN/m^3
Ángulo de Inclinación de la Carga	β	=	0	°	=	0.0	rad
Nivel Freático	D_{NF}	=	0.00	m			
Nivel de Fundación	D_F	=	0.70	m			

FACTORES DE CARGA

Forma	N_c	=	5.14
Profundidad	N_q	=	1.00
Inclinación	N_γ	=	0.00

FACTORES DE SEGURIDAD

Básico Min.	FS_{BM}	=	1.20
indirecto	FS_i	=	3.00

Capacidad de Soporte

B	L	B/L	Df/B	A	F_{cs}	F_{qs}	$F_{\gamma s}$	F_{cd}	F_{qd}	$F_{\gamma d}$	F_{ci}	F_{qi}	$F_{\gamma i}$	γ'	q	1	2	3	σ_u	σ_{adm}	σ_{adm}	F_s
m	m			m^2	FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN			kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	T/m^2	kN
0.80	1.60	0.50	0.88	1.28	1.10	1.00	0.80	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	341.81	4.33	0.00	346.1	115.4	11.8	147.7
1.00	2.00	0.50	0.70	2.00	1.10	1.00	0.80	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	324.09	4.33	0.00	328.4	109.5	11.2	218.9
1.20	2.40	0.50	0.58	2.88	1.10	1.00	0.80	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	312.27	4.33	0.00	316.6	105.5	10.8	303.9
1.50	3.00	0.50	0.47	4.50	1.10	1.00	0.80	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	300.46	4.33	0.00	304.8	101.6	10.4	457.2
2.00	4.00	0.50	0.35	8.00	1.10	1.00	0.80	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	288.64	4.33	0.00	293.0	97.7	10.0	781.3
0.80	2.40	0.33	0.88	1.92	1.06	1.00	0.87	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	331.72	4.33	0.00	336.0	112.0	11.4	215.1
1.00	3.00	0.33	0.70	3.00	1.06	1.00	0.87	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	314.52	4.33	0.00	318.8	106.3	10.8	318.8
1.50	4.50	0.33	0.47	6.75	1.06	1.00	0.87	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	291.58	4.33	0.00	295.9	98.6	10.1	665.8
2.00	6.00	0.33	0.35	12.00	1.06	1.00	0.87	1.14	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	280.12	4.33	0.00	284.4	94.8	9.7	1137.8
2.50	7.50	0.33	0.28	18.75	1.06	1.00	0.87	1.11	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	273.24	4.33	0.00	277.6	92.5	9.4	1734.8
3.00	9.00	0.33	0.23	27.00	1.06	1.00	0.87	1.09	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	268.65	4.33	0.00	273.0	91.0	9.3	2456.8
3.50	10.50	0.33	0.20	36.75	1.06	1.00	0.87	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	265.37	4.33	0.00	269.7	89.9	9.2	3303.8
4.00	12.00	0.33	0.18	48.00	1.06	1.00	0.87	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	262.92	4.33	0.00	267.2	89.1	9.1	4275.9
4.50	13.50	0.33	0.16	60.75	1.06	1.00	0.87	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	4.33	261.00	4.33	0.00	265.3	88.4	9.0	5373.0

7.2.1. ANALISIS DE CARGAS VS CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO

El Box Culvert, genera la siguiente carga sobre el suelo:

Tabla 17 Cargas de Servicio de la Estructura

BOX					
	h	b	l	Cant	Peso
muros	1.50	0.25	7.00	2.00	12.60
tapa	0.40	2.00	7.00	1.00	13.44
fondo	0.40	2.00	7.00	1.00	13.44
				total (Ton)=	39.48
				total (Kn)=	387.30
				total (Ton/m2)=	2.82
				total (Kn&m2)=	27.66

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el estudio de suelos realizado, el suelo sobre el cual se cimentará la estructura tiene una capacidad portante en el sondeo más crítico es de 9.4 Ton/m2 para el cual se esperan asentamientos máximos de 3.6 mm de acuerdo con las dimensiones del Box

$$2.82\frac{Ton}{m^2} < 9.4\frac{Ton}{m^2}$$

"Cumple"

La capacidad admisible es mayor a la carga que proporciona la estructura. Por lo tanto, se cumple con este parámetro.

7.2.2. CIMENTACION

De acuerdo con la naturaleza del suelo y la tipología de la estructura, se recomienda transmitir las cargas generadas por la construcción del Box a través de la losa inferior. La profundidad de instalación de la tubería deberá satisfacer los requerimientos geotécnicos de la cimentación y estructurales del tipo de tubería seleccionada durante y después de la construcción. En el numeral 4.4 del Manual de Drenaje para Carreteras se desarrolla todos los aspectos a ser considerados para su diseño. Desde el punto de vista seguridad de ser posible por las condiciones locales de la topografía del terreno, los muros cabezales en el caso de la configuración aleta -aleta y/ o poceta - aleta, se podrían localizar lo más lejanos del borde externo de la calzada, siempre y cuando no se excedan los límites del derecho de vía ni que esta prolongación afecte el presupuesto de la obra. La longitud del ancho sugerido para la poceta es de 1.80 m, sin embargo, si las condiciones constructivas y económicas no lo permite, se podrá disminuir hasta 1.50 m, el cual es el mínimo sugerido por Manual de Drenaje para carreteras (2009).

7.3 ASENTAMIENTOS ESPERADOS

Para el análisis de asentamientos inmediatos se utilizó la formulación de cálculo de asiento elástico y granular de zapata rígida, tomando como base los resultados del SPT.

7.4 ASENTAMIENTO ZAPATAS AISLADAS

7.4.1. VALIDACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Con base en la estratigrafía encontrada y de acuerdo con los parámetros geo mecánicos obtenidos a partir del programa de trabajos de campo y ensayos de laboratorio se obtuvo lo siguiente:

ASENTAMIENTOS

De los análisis se obtuvo la siguiente condición de asentamientos elásticos para el nivel de cargas esperadas, con valores hasta de 2,5 cm.

Tabla 18 Calculo de Asentamiento Sondeo Critico

ASENTAMIENTO DEL SUELO SOBRE UNA CARGA RECTANGULAR

UBICACIÓN: VEREDA SANTA LUCIA SONDEO 2

Datos de entrada

Geometría cimentación	
B (m)	2.00
L (m)	7.00
z (m)	0.70
Carga	
q (kPa)	92.5
Terreno	
E (kPa)	56800.0
ν	0.30

Resultados			
Cálculo asentamiento		Cálculo tensión	
ξ_s	3.5	m	2.857
Is (esquina)	0.940	n	10.000
Is (centro)	1.880	$m^2+n^2+1 < m^2n^2$	**1.0**
$\delta_{esquina}$ (m)	**0.003**	Iz	**0.2460**
δ_{centro} (m)	**0.006**	Δσ (kPa)	**22.76**
$\delta_{esquina}$ (mm)	**2.8**		
δ_{centro} (mm) Total	**5.6**		

Asentamiento en el centro de una cimentación de dimensiones B x L (Giroud, 1968)

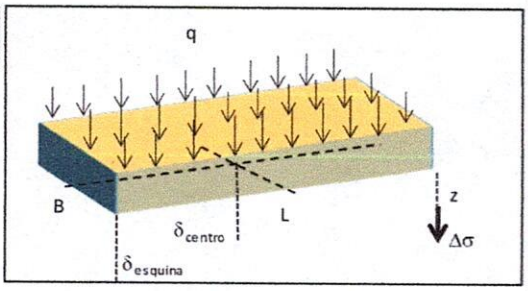
$$I_s = \frac{2}{\pi}\cdot\left[\ln\left(\xi_s + \sqrt{1+\xi_s^2}\right) + \xi_s \cdot \ln\frac{1+\sqrt{1+\xi_s^2}}{\xi_s}\right]$$

Nota: El Is para el asiento en la esquina es igual al la mitad del valor del Is en el centro

$$\xi_s = L / B$$

$$s = \frac{q\cdot B\cdot(1-\nu^2)}{E}\cdot I_s$$

E: Módulo elástico del terreno
ν: Coeficiente de Poisson del terreno
I_s: Factor de influencia que depende de la relación L/B

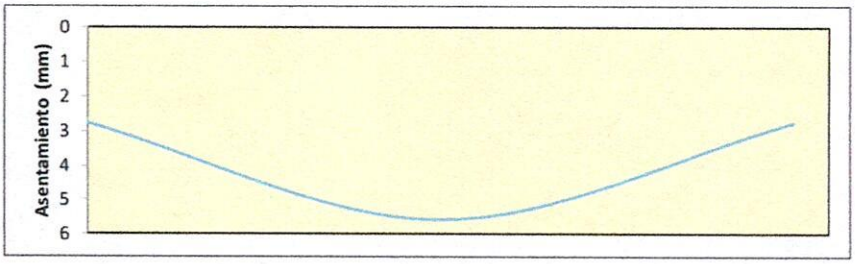


Incremento de tensión en un punto situado bajo la esquina de la zapata a una profundidad z:

$$I_z = \frac{1}{4\cdot\pi}\cdot\left[\frac{2\cdot m\cdot n\cdot\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2\cdot n^2+1}\left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1}\right)+\operatorname{arctg}\left(\frac{2\cdot m\cdot n\cdot\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2\cdot n^2+1}\right)\right] \quad > \quad m^2+n^2+1 < m^2\cdot n^2$$

$$I_z = \frac{1}{4\cdot\pi}\cdot\left[\frac{2\cdot m\cdot n\cdot\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2\cdot n^2+1}\left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1}\right)+\operatorname{arctg}\left(\frac{2\cdot m\cdot n\cdot\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2\cdot n^2+1}\right)+\pi\right]$$

$m = B/z$ y $n = L/z$



OBSERVACIÓN:

Jhon Fernando Sarmiento

Ingeniero Civil Especialista en Geotecnia

APROBO

Fuente: Elaboración Propia

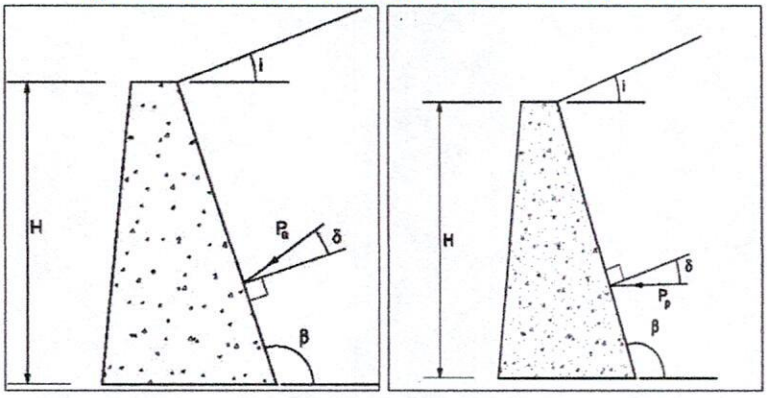
De acuerdo con las cargas aplicadas según valoración estructural y al tipo de cimentación, se estiman asentamientos teóricos máximos del orden entre 1.0 a 2.5 cm, y diferenciales menores de 1.5 cm.

El Ingeniero estructural deberá tener en cuenta para el diseño de los elementos de cimentación y vigas de amarre, los asentamientos diferenciales mencionados o deformaciones máximas de 1/300 de la luz.

7.5 COEFICIENTE DE PRESION LATERAL

Los suelos del sector presentan valores de penetración estándar constantes. Por esa razón, se recomienda la adopción de coeficientes de presión.

Figura 10 Coeficiente de Presión Lateral Activo y Pasivo



Fuente: Elaboración Propia

Los coeficientes de presión se determinan mediante las expresiones:

$$K_o = 1 - Sen\emptyset \quad K_a = \frac{1 - Sen\emptyset}{1 + Sen\emptyset} \quad K_p = \frac{1 + Sen\emptyset}{1 - Sen\emptyset}$$

Con lo cual se obtienen:

Nota: *los valores consignados a continuación, son los promedios de los ángulos de fricción que se tomó a la profundidad de Cimentación.*

Sondeo 1		
Profundidad de Cimentacion 0.70 m		
Ø'	fi	30.47

OUTPUTS

Coulomb	**Ka=**	**0.327**
	Kp=	**4.261**
Rankine	**Ka=**	**0.327**
	Kp=	**3.058**
Reposo	**K_0=**	**0.4929**

Sondeo 2		
Profundidad de Cimentacion 0.70 m		
Ø'	fi	29.60

OUTPUTS

Coulomb	**Ka=**	**0.327**
	Kp=	**4.261**
Rankine	**Ka=**	**0.339**
	Kp=	**2.952**
Reposo	**K_0=**	**0.5061**

7.6 MÓDULO DE REACCIÓN O COEFICIENTE DE BALASTRO (KS)

Para resolver esta situación, se utiliza muy frecuentemente, el "Coeficiente de Balasto" o "Módulo de Reacción del Suelo" también conocido como "Coeficiente de Sulzberger", estudiado muy en profundidad por Terzaghi.

Este parámetro asocia la tensión transmitida al terreno por una placa rígida con la deformación o la penetración de esta en el suelo, mediante la relación entre la tensión aplicada por la placa "q" y la

penetración o asentamiento de esta "y". Generalmente se la identifica con la letra "k" Este módulo, se obtiene mediante un simple ensayo de carga sobre el terreno.

Para nuestro caso utilizamos se emplea una correlación empírica que relaciona los valores de N en golpes/pie del ensayo de penetración estándar, ancho y longitud del cimiento en metros expuesta por Cernica en el año de (1995) en su libro Geotechnical Engineering – Foundation Design - John Wiley p. 255.

$$Ks = \frac{N}{5.5}$$

Remplazando:

Para cimientos cuadrados B = L (ancho = largo)

Sondeo 1					***Sondeo 2***				
N	=	*20*	*Profundidad*	*0.70*	*N*	=	*17*	*Profundidad*	*0.70*
Ks	=	*3.64*	*Kg/cm3.*		*Ks*	=	*3.09*	*Kg/cm3.*	

8. CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES

8.1. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Como característica especial, todas las arcillas tienen, de una forma u otra, la propiedad de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan de nuevo según las condiciones ambientales. Como minerales activos se reconocen la montmorillonita, la vermiculita y algunas variedades de haloisita; la particularidad de estos radica en que tienen la propiedad de "absorber" moléculas de agua dentro de su propia estructura molecular. Debido a la composición limosa y arcillosa de los materiales en el predio se evalúa el potencial de expansividad del suelo siguiendo los lineamientos del numeral h.9.1 suelos expansivos de la norma NSR - 10. En la tabla 19, contenido se presentan los criterios de valoración del potencial de expansión, a partir de los resultados obtenidos del laboratorio.

Tabla 19. Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Limite liquido LL , en (%)	Limite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)	Porcentaje de particulas 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

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

Nota: *los valores consignados a continuación, son los promedios de los resultados de laboratorio que se le realizo a cada una de las muestras extraídas en la ejecución de cada sondeo, para la clasificación de suelos expansivos.*

Tabla 20. Resultado Clasificación de suelos expansivos Sondeo 1

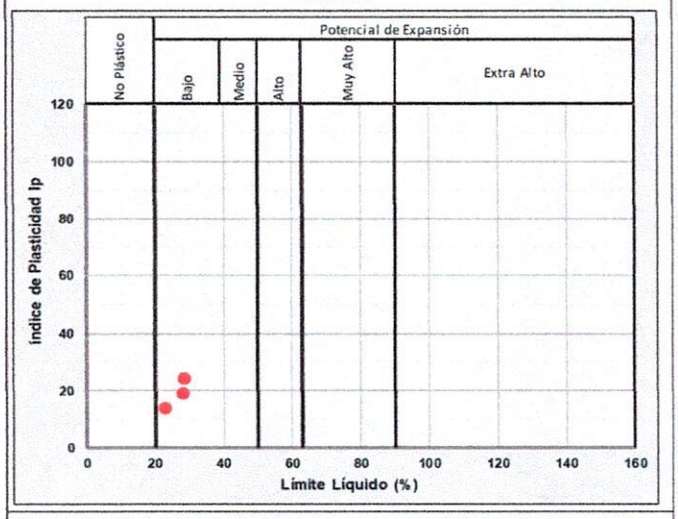
CRITERIO PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE SUELOS EXPANSIVOS (CON RESULTADOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA)

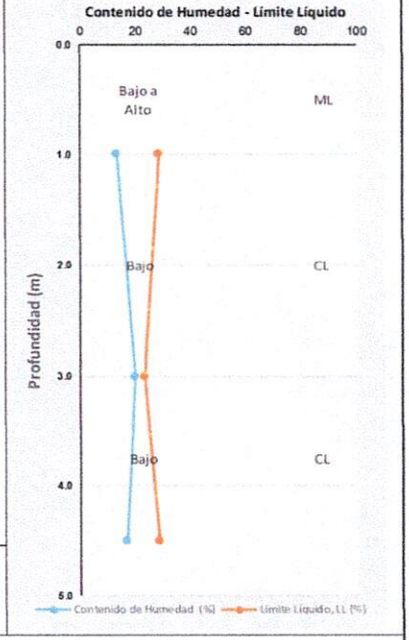
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA SANTA LUCIA	**FECHA:**	11/10/2024

Criterio de evaluación:	**Norma Sismo Resistencia NSR-10 Titulo H - Colombia**

Muestra No.	Profundidad (m)		Clasificación S.U.C.S.	Contenido de Humedad (%)	Límite Líquido, L_L (%)	Índice de Plasticidad, I_p (%)	Límite de contraccción, *Lc* (%)	Criterio de Evaluación potencial de suelos expansivos
	DESDE	HASTA						
1	0.0	1.0	ML	13.30	28.70	24.100	4.60	**Bajo a Alto**
2	2.0	3.0	CL	19.70	23.20	13.600	9.60	**Bajo**
3	3.5	4.5	CL	16.70	28.40	19.000	9.30	**Bajo**

Criterio del Potencial de Expansión Norma Sismo Resistencia NSR-10 Titulo H - Colombia





Cuando en el análisis da como resultado que el suelo es potencialmente expansivos, el Profesional Responsable debe verificar la existencia o no de suelos expansivos mediante los resultados de ensayo: MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA HINCHAMIENTO O COLAPSO UNIDIMENSIONAL DE SUELOS, ASTM D 4546-21

Ing. John Fernado Sarmiento Duran
Especialista en Geotecnia

Fuente: Exploración en Laboratorio (Elaboración Propia.)

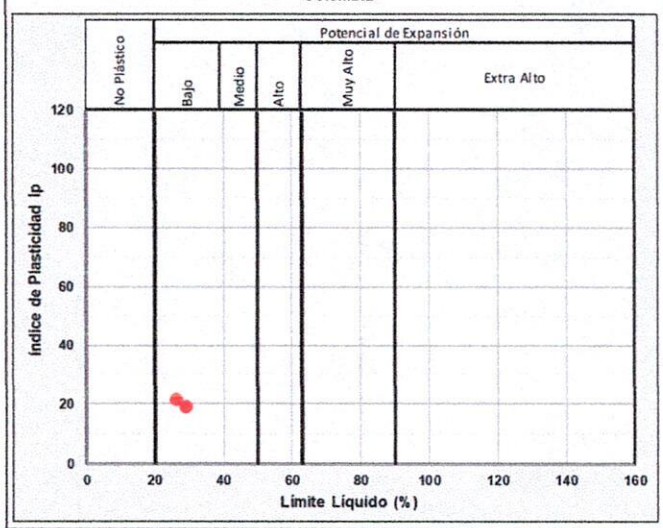
Tabla 21 Resultado Clasificación de suelos expansivos Sondeo 2

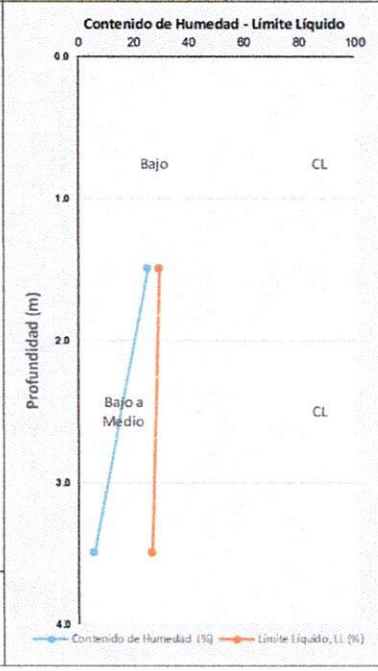
CRITERIO PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE SUELOS EXPANSIVOS (CON RESULTADOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA)

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA SANTA LUCIA	**FECHA:**	11/10/2024
Criterio de evaluación:	**Norma Sismo Resistencia NSR-10 Titulo H - Colombia**		

Muestra No.	Profundidad (m)		Clasificación S.U.C.S.	Contenido de Humedad (%)	Limite Liquido, L_L (%)	Índice de Plasticidad, I_p (%)	Limite de contraccción, Lc (%)	Criterio de Evaluación potencial de suelos expansivos
	DESDE	HASTA						
1	1.0	1.5	CL	25.20	29.30	18.80	10.60	**Bajo**
2	3.0	3.5	CL	5.60	26.50	21.50	4.90	**Bajo a Medio**

Criterio del Potencial de Expansión Norma Sismo Resistencia NSR-10 Titulo H - Colombia





Cuando en el análisis da como resultado que el suelo es potencialmente expansivos, el Profesional Responsable debe verificar la existencia o no de suelos expansivos mediante los resultados de ensayo: MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA HINCHAMIENTO O COLAPSO UNIDIMENSIONAL DE SUELOS, ASTM D 4546-21

Ing. John Fernado Sarmiento Duran
Especialista en Geotecnia

Fuente: Exploración en Laboratorio (Elaboración Propia.)

8.2. POTENCIAL DE EXPANSION

En los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas del sondeo, se encontró que los suelos no presentan límite líquido, límite de contracción, e índice de plasticidad presentados anteriormente. En base a los resultados, se puede esperar una significativa actividad de expansión - contracción y por lo tanto presenta una compresibilidad de **Bajo.** Los datos referidos son estimados a partir de los ensayos de laboratorio y correlaciones existentes.

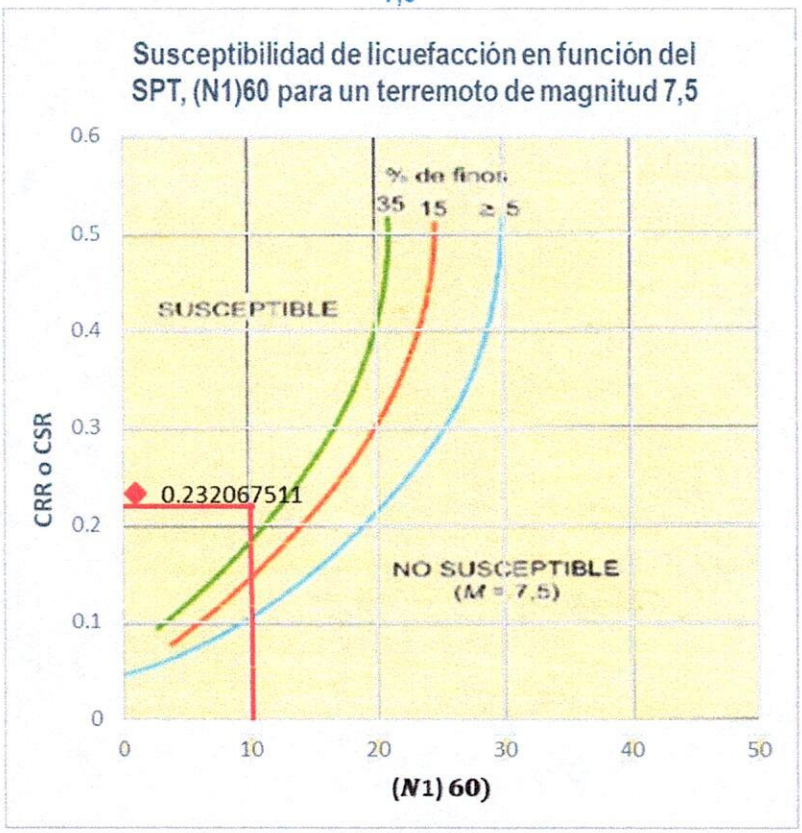
8.3. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN

Criterios históricos. Basado en observaciones de predios vecinos donde se realiza el proyecto no se evidencian edificaciones con problemas presentados por suelos licuables en el pasado.

Criterios de composición. Está en función del tipo de suelo. Suelos arcillosos, suelos especialmente sensibles capaces de presentar ablandamiento, siendo su comportamiento similar al de suelo licuado. O bien, aquellos suelos compuestos por partículas del mismo tamaño son más susceptibles a la licuefacción de los suelos con respecto a suelos con una amplia gama de tamaños de partículas. En un suelo con muchas partículas de diferentes tamaños, las pequeñas partículas tienden a llenar los huecos entre las partículas más grandes reduciendo así la tendencia de densificación y el desarrollo presión de poros cuando son sacudidos. El proceso geológico produce partículas redondeadas, si el ángulo de fricción entre las partículas es mayor que entre las partículas redondeadas tenemos un depósito de suelo con partículas angulares es normalmente más fuerte y menos susceptible a la licuefacción.

Criterios Estado. El primer "estado" de un suelo se define por su densidad y tensión efectiva al momento que se somete a una carga rápida. En un determinado nivel de esfuerzos eficaces y flexibles, los suelos son más susceptibles a la licuefacción de los suelos más densos. Para una determinada densidad, los suelos firmes son generalmente más susceptibles a la licuefacción de los suelos a bajas densidad. A pesar del porcentaje de finos, se hace el análisis de licuación para el sondeo más crítico:

Figura 11 Susceptibilidad de licuefacción en función del SPT, (N1)60 para un terremoto de magnitud 7,5



Fuente: Vallejos, L (2002)

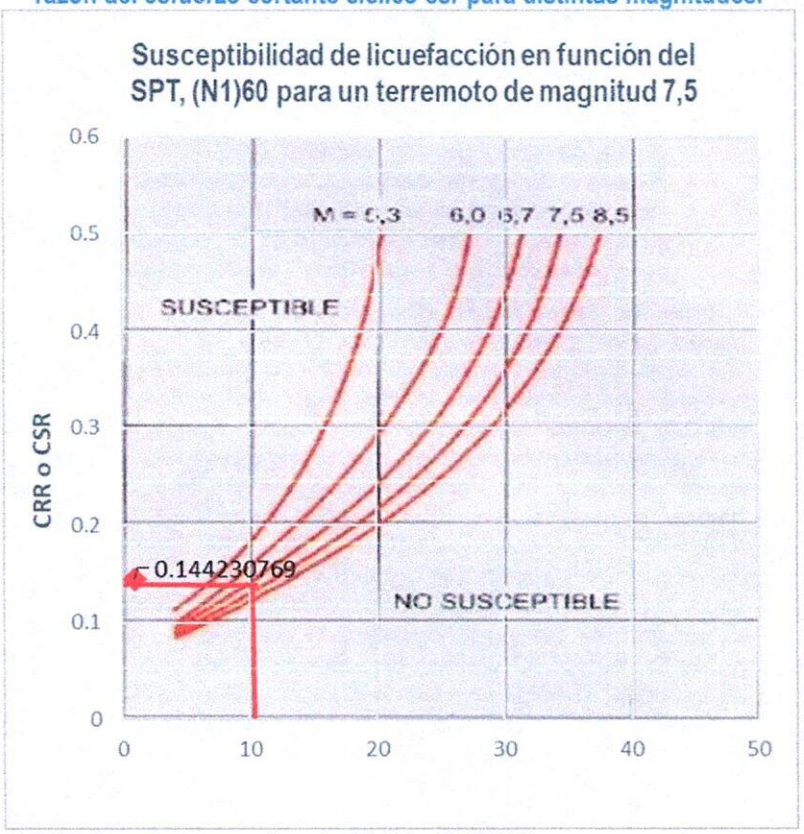
Para $N_{60\ promedio}$ = 10.2 a la profundad de cimentación de 0.70 Metros

Valor CRR = 0.23

En la Figura 11 se muestra la relación entre CRR ó CSR y el valor (N1)60 indicando el límite entre los suelos susceptibles y los no susceptibles de licuefacción para un terremoto de magnitud 7,5 y distintos porcentajes de finos.

Vallejos (2002), opina que a partir de datos experimentales se puede estimar si el suelo es susceptible de licuefacción. Calculando el valor de CSR para un valor (N1)60, en la Figura 12 se indica si es posible la licuefacción para varias magnitudes de terremotos.

Figura 12 Susceptibilidad de licuefacción de un suelo en función de (N1)60 y la razón del esfuerzo cortante cíclico csr para distintas magnitudes.



Fuente: Vallejos, L (2002)

Valor CSR = 0.14

FS = CRR/CSR = 0.23/0.14 = Fs 1.64

Condición ineludible: Si FS < 1 significa licuefacción inicial realizable A partir de los 15 m de profundidad no se han conocido fenómenos de licuefacción en suelos.

El nivel freático, en la mayoría de los casos en los que se ha presentado la licuefacción se encontraba a poca profundidad, inferior a 3 m; por debajo de los 5 m de profundidad, la susceptibilidad a la licuefacción es muy baja.

De igual forma se realizó el cálculo de licuación para la estructura, donde se toma como Q admisible el valor hallado mediante el método de SPT DE CAMPO por ser el más crítico, con otro método donde el resultado obtenido es que no se presenta licuación

8.4. EVALUACIÓN DE COLAPSO EN SUELOS

Se identifican como suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales. Que sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan.

Existen 4 tipos de suelos colapsables que se listan a continuación:

a) Suelos aluviales y coluviales
b) Suelos eólicos
c) Cenizas volcánicas
d) Suelos residuales

Geológicamente los materiales encontrados en el presente estudio corresponden a suelos de origen a la formación Simití, por lo tanto, se hace necesario verificar las condiciones de colapsabilidad del suelo, siguiendo los lineamientos del numeral H.9.3 SUELOS COLAPSABLES de la NSR-10.

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.

PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 1

Peso Específico del agua

$\gamma_w = 1$	(Tf / m^3)

DATOS		INCÓGNITA					
		γ_s (Tf / m^3) Peso Específico del suelo	γ_d (Tf / m^3) Peso Específico seco	γ_{sat} (Tf / m^3) Peso Específico saturado	ω Humedad	n Porosidad	e Índice de huecos
γ_d	w	2.068	-	1.842	-	0.212	0.269
1.63	0.13						
γ_d	w	2.577	-	2.059	-	0.329	0.490
1.73	0.19						
γ_d	w	2.689	-	2.181	-	0.301	0.430
1.88	0.16						

Fuente: Elaboración Propia

PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2

Peso Específico del agua

γ_w = 1	(Tf / m³)

DATOS		INCÓGNITA					
		γ_s (Tf / m³) Peso Específico del suelo	γ_d (Tf / m³) Peso Específico seco	γ_{sat} (Tf / m³) Peso Específico saturado	ω Humedad	n Porosidad	e Índice de huecos
γ_d	w						
1.67	0.25	2.867	-	2.088	-	0.418	0.717
γ_d	w						
1.86	0.06	2.094	-	1.972	-	0.112	0.126

Fuente: Elaboración Propia

EVALUACION DE COLAPSABILIDAD SONDEO 1

COLAPSABILIDAD DE LOS SUELOS
CRITERIO: TITULO H - H.9.3.3 NSR-10

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + w_\ell}$$

# Sondeo	Prof. Muestra	γ_w =	γ_d =	G_s =	W_t =	$\gamma_{d\ crit}$ =	$\gamma_d / \gamma_{d\ crit}$ =	*Criterio*
Sondeo 1	0.00 - 1.00	1.00	1.63	2.068	13.30	1.62	**1.005**	Estable
	2.00 - 3.00		1.73	2.577	19.70	1.71	**1.012**	Estable
	3.50 - 4.50		1.88	2.689	16.70	1.86	**1.013**	Estable

Fuente: Elaboración Propia

EVALUACION DE COLAPSABILIDAD SONDEO 2

COLAPSABILIDAD DE LOS SUELOS
CRITERIO: TITULO H - H.9.3.3 NSR-10

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + w_\ell}$$

# Sondeo	Prof. Muestra	γ_w =	γ_d =	G_s =	W_t =	$\gamma_{d\ crit}$ =	$\gamma_d / \gamma_{d\ crit}$ =	*Criterio*
Sondeo 2	1.00 - 1.50	1.00	1.67	2.867	25.20	1.66	**1.003**	Estable
	3.00 - 3.50		1.86	2.094	5.60	1.87	**0.993**	Crítico

Fuente: Elaboración Propia

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se evidencia en el subcapítulo 7.2, se propone la cimentación de la estructura, con una dimensión variable dependido al cálculo estructural, esta oficina propone una profundidad de emplazamiento o desplante de 0.70 mt.

La capacidad portante obtenida en el sondeo más crítico es de 92.5. Kn/m2 (9.4 Ton/m2), a una profundidad de cimentación de 0.70 metros, con unas dimensiones de 2*2*7m, un asentamiento esperado de 5.60 mm.

Tabla 22 Detalle dimensiones de la estructura

Box Culvert		
LARGO	7.0	m
ANCHO	2.0	m
ALTO	2.0	m
CIMENTACION	0.70	m

Fuente: Elaboración Propia

Según la Tabla 3.10.3.1-1 para este valor de velocidad de onda de corte le corresponde un perfil de suelo tipo **D.**

Se recomienda programar visitas de un Geotecnista durante la construcción de la cimentación, con el fin de inspeccionar el proceso de excavación, la construcción de los elementos de cimentación y la aprobación del suelo de fundación.

Para todas las cimentaciones a realizar, se deberá garantizar el retiro total de cualquier tipo de escombros, material deletéreo o con contenido de materia orgánica. En el caso que se requiera deberá sobre excavarse para retirar el material y reemplazar con material seleccionado además de concreto ciclópeo como soporte de la cimentación, si es el caso.

En el caso estar en época de lluvia y que sea necesario dejar abierta una excavación por más de 24 horas, una vez alcanzado el nivel de cimentación establecido se deberá colocar sobre éste una capa de concreto pobre de 50 cm de espesor.

Se recomienda que el estrato definitivo de cimentación solo se alcanzará una vez se disponga de todos los elementos necesarios para las tareas de construcción de esta. Dado el caso que se requiera avanzar en las labores de excavación se propone realizarlas hasta un nivel mínimo de 0.50 m por encima del nivel definitivo, a manera de protección.

Los planos de cimentación producto de las anteriores recomendaciones serán revisados y aprobados por esta oficina. Sin dicho visto bueno en los planos no tendrán ninguna validez.

La implantación del proyecto queda sujeta a las condiciones topográficas del momento de la construcción y, por lo tanto, todas las medidas de los planos definitivos deberán ser verificadas in situ.

Se recomienda el acopio de los residuos de la excavación de las losas de fundación lejos de las bermas del frente de excavación o en su defecto, a una distancia mínima de 6m fuera del paramento de la excavación.

Se recomienda llevar un estricto control de calidad en la etapa constructiva con el fin de garantizar la calidad de los materiales y el cumplimiento de las recomendaciones hechas en este informe.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes deberá entibarse de manera satisfactoria para el Interventor. Los entibados deberán ser retirados antes de rellenar las excavaciones. Todos los cortes mayores a 1.5 m se deben entibar.

9.1. PROCEDIMIENTO PARA EXCAVACIONES PROFUNDAS

En los trabajos de excavación, se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno, y forma de realización de los trabajos.

En general, se considera que las excavaciones con profundidades superiores a (1,50) metros, deben disponer de sistemas de contención de tierras, entibaciones, de protección y rescate de los trabajadores.

Una vez localizada el área y teniendo los niveles topográficos, se procede a realizar la excavación mecánica o perfilada con la retroexcavadora o retro cargador y haciendo el cargue del material en la volqueta estacionada o al sitio de acopio temporal.

El sitio para excavar se debe encontrar en condiciones secas, de no ser así, se usará bomba o se planeará un drenaje por gravedad para evacuar el agua acumulada.

Todos los trabajos de excavación se harán coordinadamente con las obras de arte, drenaje y obras de superficies excavadas de protección y de estabilidad de taludes.

Las excavaciones que representen riesgo para las personas, equipos o instalaciones deberán revisarse la posibilidad de entibar o tender el talud hasta su ángulo de reposo.

En caso de profundidades mayores a 1.5 m, y dependiendo de la calidad del terreno se deben prever medidas de trabajo en alturas, de acuerdo con lo descrito en el programa de protección contra caídas de alturas.

El ayudante de obra destinado a la retroexcavadora debe garantizar que cuando el equipo esté trabajando no hallan trabajadores en el área de giro.

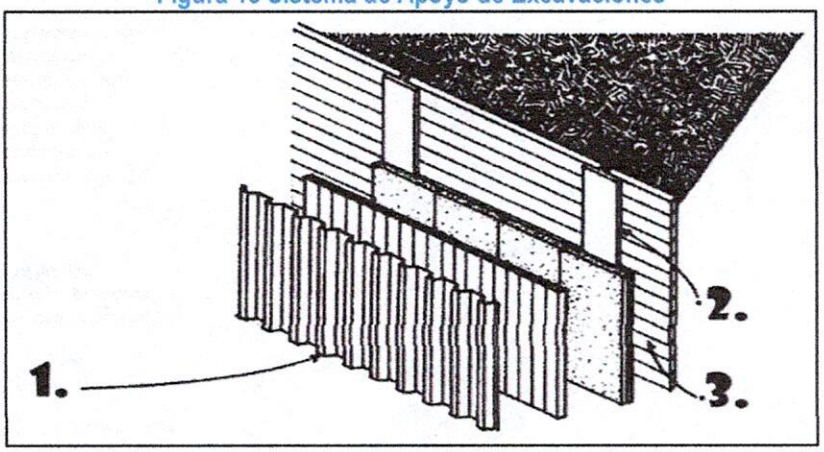
El material de excavación es dispuesto temporalmente a mínimo 1.0 m del borde de la excavación o es cargado inmediatamente en volquetas, para luego ser llevado a la zona de disposición de materiales o trasladado de acuerdo con las instrucciones del área técnica y/o construcciones.

9.2. RECOMENDACIONES PARA PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS EXCAVACIONES

Se recomienda utilizar el siguiente procedimiento de excavación para la construcción de los cimientos:

- Realizar las excavaciones para cada uno de los cimientos.
- Manejar un sistema de apuntalado a medida que se realiza la excavación.
- Una malla de gallinero que evite el agrietamiento de esta protección.
- Fundir el concreto de los cimientos.

Figura 13 Sistema de Apoyo de Excavaciones



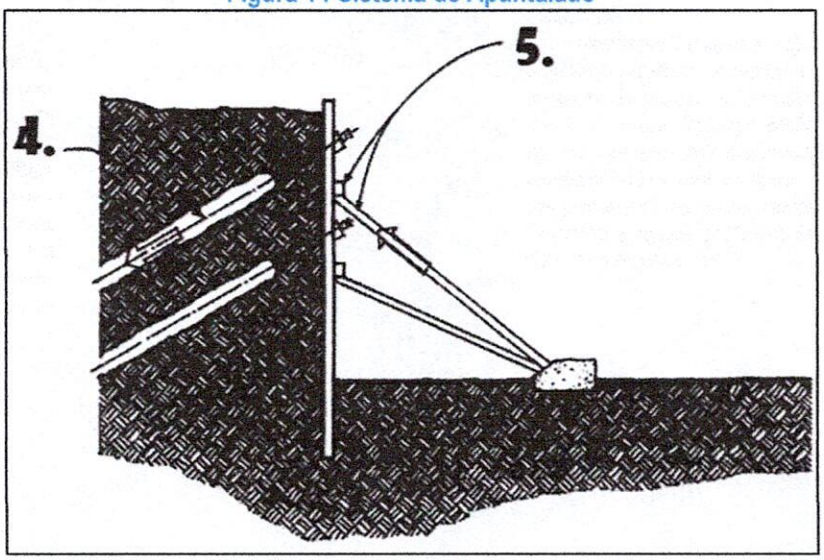
Fuente: Elaboración Propia

1. Una tablaestaca consiste en planchas de madera, acero o concreto precolado hincadas en sentido vertical lado a lado para contener al terreno y evitar que el agua se filtre hacia la excavación.

2. Las vigas o los montantes de sujeción son perfiles H de acero hincados en el suelo en sentido vertical para sustentar al entablado horizontal.

3. El entablado se refiere a los tablones de madera alineados colateralmente para retener el frente de una excavación

Figura 14 Sistema de Apuntalado



Fuente: Elaboración Propia

4. Se pueden usar brandales anclados en la roca o anclas en el suelo si el arriostramiento transversal o los puntales inclinados interfieren con la excavación o con la operación de construcción. Los brandales consisten en cables o tendones de acero que se insertan en orificios previamente barrenados a través de la tablaestaca y hasta la roca o hasta un estrato adecuado de suelo, lechado a presión para anclarlos en la roca o el suelo y posesionarlos con un gato hidráulico. Los brandales se anclan entonces en largueros de acero continuos y horizontales para mantener la tensión.

5. La tablaestaca y las vigas de sujeción con el entablado se sustentan mediante largueros horizontales continuos. Estos largueros están apuntalados con arriostramiento transversal horizontal de acero o con puntales inclinados diagonales de acero; se apoyan en blocajes de talón o en zapatas.

9.3. MATERIAL SELECCIONADO

- Se deberá utilizar un material granular que deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

Tamaño Máximo	75 mm
% pasa el tamiz N°200	<= 25% en peso
C.B.R. Laboratorio	> = 20%
Expansión Prueba C.B.R.	0.0 %
Contenido Materia Orgánica	0.0 %
Límite Líquido	➢ < 30%
Índice Plástico	< 10%

9.4. MANEJO DE AGUAS

- Es posible que durante la construcción se requiera la implementación de un sistema temporal de captación y desagüe de las aguas de escorrentía, si la construcción coincide con la época de lluvias. Este sistema podrá ser conformado por filtros temporales cañuelas, zanjas, o utilizar algún tipo de equipo mecánico como motobombas, para su rápida evacuación.

- Para la construcción proyectada y sus alrededores, se deben construir eficientes sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias o de cualquier naturaleza.

- La zona debe ser acondicionada con pendientes apropiadas y andenes de 1.0 m de ancho para evitar el acceso directo de las aguas infiltradas de escorrentía al suelo de fundación.

9.5. RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS

Cuando las condiciones del terreno y el ingeniero encargado del estudio geotécnico lo estime necesario, se hará un capítulo que contenga: estimar los asentamientos ocasionales originados en descenso del nivel freático, así como sus efectos sobre las edificaciones vecinas, diseñar un sistema de soportes que garantice la estabilidad de las edificaciones o predios vecinos, estimar los asentamientos inducidos por el peso de la nueva edificación sobre las construcciones vecinas, calcular los asentamientos y deformaciones laterales producidos en obras vecinas a causa de las excavaciones, y cuando las deformaciones o asentamientos producidos por la excavación o por el descenso del nivel freático superen los límites permisibles deben tomarse las medidas preventivas adecuadas

9.6. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE EXCAVACIONES

Los sistemas de protección de excavaciones pueden realizarse con entibados, tablestacados, cortinas de pilotes o una combinación de los anteriores. Pueden ser utilizados en aquellas excavaciones en las que, debido a sus características geométricas o a las propiedades geomecánicas del terreno, se puedan presentar problemas por inestabilidad lateral o de fondo, tubificación o deformaciones laterales excesivas. También se construyen para facilitar las labores de construcción y para garantizar la seguridad del personal o de las obras o edificaciones vecinas.

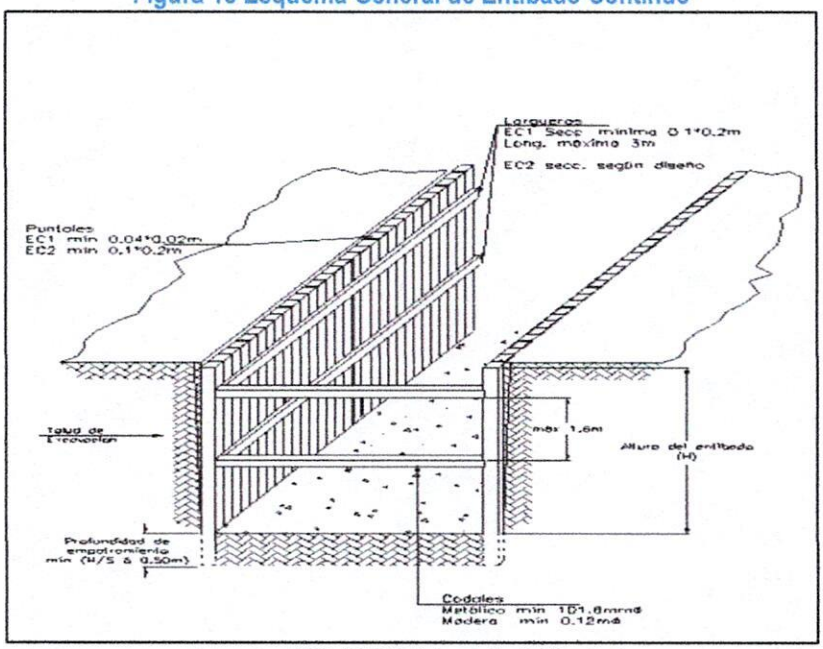
9.6.1. Tipos de entibados

Los factores que se deben tener en cuenta para definir el tipo de entibado a utilizar son:

- Profundidad de la excavación
- Propiedades geotécnicas del suelo a excavar.
- Atura del nivel freático.

- Sobrecargas en las paredes de la excavación (vehículos, materiales de acopio y edificaciones cercanas)

Figura 15 Esquema General de Entibado Continuo



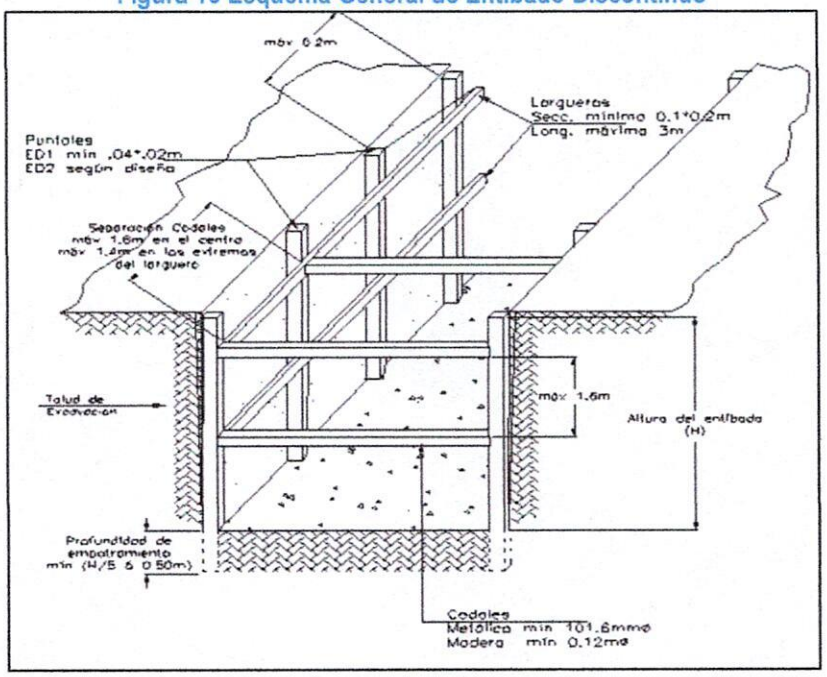
Fuente: ARL SURA (Tipos de Entibados)

- Puntales: Perfiles metálicos de sección y longitud de empotramiento definidos en el diseño.
- La longitud mínima de empotramiento es H/3, donde H - altura de excavación.
- Largueros: Vigas horizontales de madera de sección mínima 0.20 x 0.25 metros, con longitud máxima de 3.0 metros, separadas verticalmente como máximo una distancia de 1.5 metros.
- Codales: Postes metálicos telescópicos de diámetro mínimo 152.4 milímetros (6") en niveles con separación horizontal máxima de 3.0 metros.

Nota: *La madera que se use para la conformación de los entibados, debe cumplir con las que especifica el título G de la norma NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. No se admite el uso de maderas verdes, o maderas deterioradas con presencia de hongos o plagas que alteren la capacidad estructural del elemento. Adicionalmente la madera debe estar libre de grietas, alabeos y torceduras.*

La madera debe tener una densidad igual o mayor a 0,5 g/cm 3, con base en un contenido de humedad igual o menos al 15% y resistencia a la flexión igual o mayor a 15 MPa.

Figura 16 Esquema General de Entibado Discontinuo



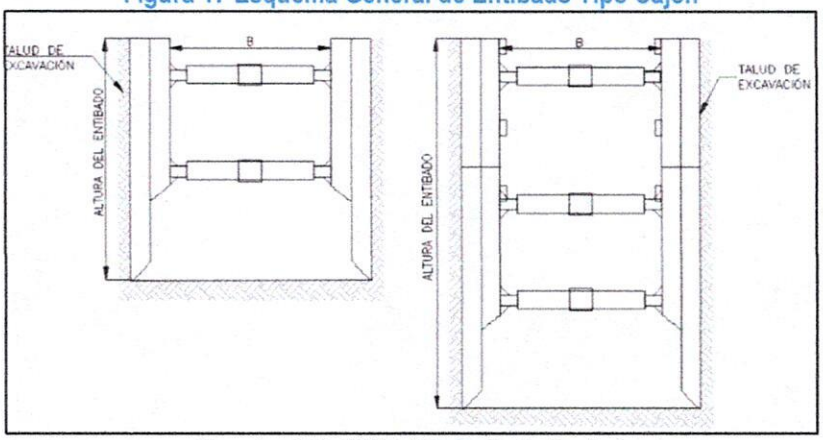
Fuente: ARL SURA (Tipos de Entibados)

Las paredes de la zanja deben ser sostenidas totalmente por tableros continuos de madera y deben ser soportados lateralmente por largueros de madera y puntales de madera o de acero. Los elementos que lo conforman son los siguientes:

- Puntales: Tablas verticales de madera de sección rectangular mínima de 0.04 x 0.20 metros, generando una superficie continua.

- Largueros: Tablas horizontales en madera de sección mínima 0.10 x 0.20 metros, con longitud máxima de 3.00 metros.
- Codales: Postes metálicos telescópicos de diámetro mínimo de 152.4 milímetros (6") o en madera de 0.15 metros de diámetro mínimo, distribuidos en niveles con separación vertical máxima de 1.60 metros y separación horizontal máxima de 1.60 metros en la zona central del larguero y de 1.40 metros en los extremos del larguero.

Figura 17 Esquema General de Entibado Tipo Cajón



Fuente: ARL SURA (Tipos de Entibados)

Son entibados continuos en acero o aluminio, conformado por paneles, articulaciones, riostras y/o codales que se ensamblan por fuera de la excavación y permiten una protección de las paredes de esta. Pueden ser utilizados para profundidades entre 1,50 – 4,50 m, adicionalmente pueden ser utilizados para zanjas con anchos entre 1,00 m – 4,50 m.

Los elementos que componen los entibados tipo cajón son los siguientes:

Paneles: Son placas de acero rectangulares que poseen puntos de izaje en la parte superior y en forma de cuchilla en la parte inferior para cortar el suelo a medida que se van instalando

Codales: Son perfiles o tubos de acero o aluminio, distribuidos en los extremos de los paneles. Los codales se acoplan en los paneles en apoyos tipo espigo, conformados por tramos de tubos integrados a los paneles. Los codales pueden tener telescopios o se pueden cortar para el ancho de zanja requerido.

Nota: Los rangos admisibles de profundidad y ancho de excavación para los cuales pueden ser utilizados estos sistemas de entibados, así como los tipos de suelo en los cuales se pueden usar, deben ser especificados en el diseño o deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de estos elementos.

9.7. ALCANCES DEL ESTUDIO Y LIMITACIONES

Evaluar las características geomecánicas de los materiales en el área de la locación mediante un programa de investigación del subsuelo consistente en una exploración directa (perforaciones), pruebas de campo y ensayos de laboratorio sobre las muestras recuperadas.

Las recomendaciones contenidas en el presente informe se basan en los datos obtenidos del plan exploratorio realizado, y en la información suministrada. Es de destacar, que el perfil estratigráfico

utilizado para diseño es producto de una interpolación de los registros de perforación obtenidos del plan exploratorio, por lo tanto, se realizaron los diseños sobre un perfil promedio.

Si durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en este informe, se deberá consultar oportunamente para estudiar la solución más adecuada. Esto también incluye cambios significativos en el diseño del proyecto final, que puedan generar variación en la localización, uso, niveles y cagas utilizados para este informe.

Este documento no podrá ser modificado sin autorización explícita del ingeniero consultor.

10. RECOPILACION Y ANALISIS DE INFORMACION EXISTENTE

Para el desarrollo del presente estudio, se consultó las siguientes fuentes de información.

- NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES (CCP-14),
- NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO SISMORESISTENTE (NSR – 10)
- BOWLES, J. (1996), Foundation Analysis and Design 5th Edition. Mc Graw Hill.
- CERNICA, Jhon N. Geotechnical Engineering – Foundation Design.
- DAS, B (2001). "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica". Thomson Learning.
- Código Colombiano Sismo resistencia NSR – 2010.
- INGEOMINAS año 1985.
- Registros de perforación y ensayos de laboratorio realizados para el presente trabajo.
- Memoria explicativa del mapa geológico generalizado del Municipio de Mogotes
- Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Mogotes - Santander.

11. CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES (CCP-14)

El presente estudio geotécnico cumple con el desarrolló la nueva Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP-14), con la cual se actualiza -después de 18 años- el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (CCP 95). El ingeniero Geotecnista da constancia de que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del estudio.



John Fernando Sarmiento Duran
Ingeniero Civil
Especialista En Geotecnia Ambiental
T.P: 68202120337STD

12. ANEXOS

13. RESULTADOS DE LABORATORIO

CSN

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13

CÓDIGO: FO-053
VERSIÓN: 3
FECHA: NOVIEMBRE 2020

FECHA	SEPT 2024
ORDEN DE SERVICIO No.	
EMPRESA SOLICITANTE	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES-SANTANDER
UBICACIÓN	MOGOTES, SANTANDER S1 M1 1M
CONTRATISTA	
FECHA DE LOS ENSAYOS	SEPT 2024
TIPO DE MATERIAL	LIMOS INORGANICOS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	100.45
PESO DE RECIP. + S.S.	95.73
PESO RECIPIENTE	60.22
PESO AGUA	4.72
PESO SUELO SECO	35.51
% HUMEDAD	13.3%

DATOS APIQUE	
APIQUE	1
MUESTRA	1
PROFUNDIDAD (m)	0.0 - 1 [m]

LÍMITES DE CONSISTENCIA

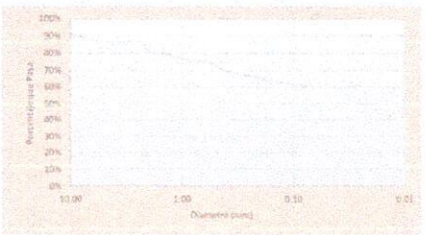
LÍMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No. GOLPES	11	24	32
RECIP. No.	7	35	45
PESO DE RECIP. + S.H.	46.2	42.43	31.31
PESO DE RECIP. + S.S.	42.16	39.25	27.42
PESO RECIPIENTE	28.12	28.18	13.85
PESO AGUA	4.04	3.18	3.89
PESO SUELO SECO	14.04	11.07	13.57
% HUMEDAD	28.77	28.73	28.67

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	51	70
PESO DE RECIP. + S.H.	54.98	86.72
PESO DE RECIP. + S.S.	53.11	85.62
PESO RECIPIENTE	45.49	80.97
PESO AGUA	1.87	1.10
PESO SUELO SECO	7.62	4.65
% HUMEDAD	24.54	23.66

GRADACIÓN

Peso inicial:	1200	gr	Peso final:	468.40	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				100.0%
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40	38.1	3.2%	3.2%	96.8%
3/4"	19.00	37.1	3.1%	6.3%	93.7%
1/2"	12.70	14.4	1.2%	7.5%	92.5%
3/8"	9.53	19.8	1.7%	9.1%	90.9%
4	4.75	49.8	4.2%	13.3%	86.7%
8	2.36			13.3%	86.7%
10	2.00	66.8	5.6%	18.8%	81.2%
12	1.68			18.8%	81.2%
20	0.84	66.1	5.5%	24.3%	75.7%
30	0.60			24.3%	75.7%
40	0.42	65.4	5.5%	29.8%	70.2%
60	0.25	40.6	3.4%	33.2%	66.8%
80	0.18	22.2	1.9%	35.0%	65.0%
100	0.15	16.0	1.3%	36.4%	63.6%
200	0.07	32.1	2.7%	39.0%	61.0%
Pasa 200		731.6	61.0%	100.0%	
Total		1,200.0	100%		





RESULTADOS

Limite Liquido	28.7	%
Limite Plástico	24.1	%
Indice Plastico	4.6	%
Gravas	13.3%	
Arenas	25.8%	
Finos	61.0%	

CLASIFICACIÓN

Indice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FECHA DE ENTREGA:SEPT 2024

CSN Consultoría Sistema Naval

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13

CÓDIGO: FO-053
VERSIÓN: 3
FECHA: NOVIEMBRE 2020

FECHA	SEPT 2024
ORDEN DE SERVICIO No.	
EMPRESA SOLICITANTE	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES-SANTANDER
UBICACIÓN	MOGOTES, SANTANDER S1 M2 3M
CONTRATISTA	
FECHA DE LOS ENSAYOS	SEPT 2024
TIPO DE MATERIAL	LIMOS INORGANICOS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	84.81
PESO DE RECIP. + S.S.	77.05
PESO RECIPIENTE	37.72
PESO AGUA	7.76
PESO SUELO SECO	39.33
% HUMEDAD	19.7%

DATOS APIQUE	
APIQUE	1
MUESTRA	2
PROFUNDIDAD (m)	2-3 (m)

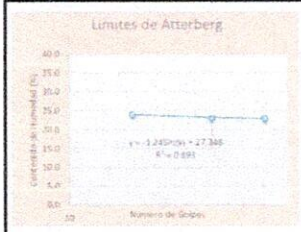
LÍMITES DE CONSISTENCIA

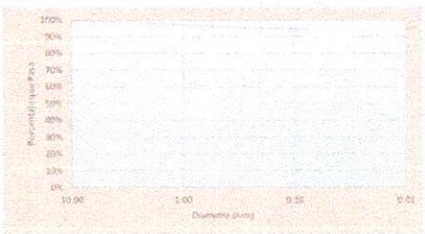
LÍMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No. GOLPES	15	25	35
RECIP. No	14	30	34
PESO DE RECIP. + S.H.	40.8	24.64	41.04
PESO DE RECIP. + S.S.	38.15	22.39	39.25
PESO RECIPIENTE	27.09	12.62	31.45
PESO AGUA	2.65	2.25	1.79
PESO SUELO SECO	11.06	9.77	7.80
% HUMEDAD	23.96	23.03	22.95

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	29	25
PESO DE RECIP. + S.H.	22.6	21.23
PESO DE RECIP. + S.S.	21.51	20.29
PESO RECIPIENTE	13.8	13.13
PESO AGUA	1.09	0.94
PESO SUELO SECO	7.71	7.16
% HUMEDAD	14.14	13.13

GRADACIÓN

Peso inicial:	1000	gr	Peso final:	52.30	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret Acum	% Pasa
3"	76.10				100.0%
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				100.0%
3/8"	9.51				100.0%
4	4.75	7.3	0.7%	0.7%	99.3%
8	2.36			0.7%	99.3%
10	2.00	10.1	1.0%	1.7%	98.3%
12	1.68			1.7%	98.3%
20	0.84	12.6	1.3%	3.0%	97.0%
30	0.60			3.0%	97.0%
40	0.42	9.9	1.0%	4.0%	96.0%
60	0.25	5.0	0.5%	4.5%	95.5%
80	0.18	2.4	0.2%	4.7%	95.3%
100	0.15	1.6	0.2%	4.9%	95.1%
200	0.07	3.4	0.3%	5.2%	94.8%
Pasa 200		947.7	94.8%	100.0%	
Total		1,000.0	100%		





RESULTADOS

Limite Liquido	23.2	%
Limite Plástico	13.6	%
Indice Plastico	9.6	%
Gravas	0.7%	
Arenas	4.5%	
Finos	94.8%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FECHA DE ENTREGA:SEPT 2024

	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13	CÓDIGO: FO-053 VERSIÓN: 3 FECHA: NOVIEMBRE 2020
FECHA	SEPT 2024	
ORDEN DE SERVICIO No.		
EMPRESA SOLICITANTE		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES-SANTANDER	
UBICACIÓN	MOGOTES, SANTANDER S1 M3 4.5M	
CONTRATISTA		
FECHA DE LOS ENSAYOS	SEPT 2024	
TIPO DE MATERIAL	LIMOS INORGANICOS	

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	127.39
PESO DE RECIP. + S.S.	120.90
PESO RECIPIENTE	82.14
PESO AGUA	6.49
PESO SUELO SECO	38.76
% HUMEDAD	16.7%

DATOS APIQUE	
APIQUE	1
MUESTRA	3
PROFUNDIDAD (m)	4-4.5 M

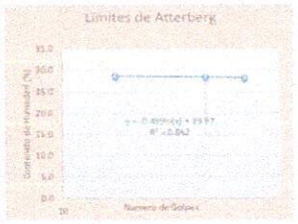
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No. GOLPES	14	25	32
RECIP. No.	7	19	5
PESO DE RECIP. + S.H.	42.64	43.77	29.34
PESO DE RECIP. + S.S.	39.56	40.32	25.78
PESO RECIPIENTE	28.81	28.21	13.16
PESO AGUA	3.08	3.45	3.56
PESO SUELO SECO	10.75	12.11	12.62
% HUMEDAD	28.65	28.49	28.21

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No	2	3
PESO DE RECIP. + S.H.	46.34	83.37
PESO DE RECIP. + S.S.	44.92	82.19
PESO RECIPIENTE	37.76	75.73
PESO AGUA	1.42	1.18
PESO SUELO SECO	7.16	6.46
% HUMEDAD	19.83	18.27

GRADACIÓN

Peso inicial:	1100	gr	Peso final:	156.50	gr
Tamiz (pig)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				100.0%
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70	15.2	1.4%	1.4%	98.6%
3/8"	9.51			1.4%	98.6%
4	4.75	14.3	1.3%	2.7%	97.3%
8	2.36			2.7%	97.3%
10	2.00	20.2	1.8%	4.5%	95.5%
12	1.68			4.5%	95.5%
20	0.84	24.3	2.2%	6.7%	93.3%
30	0.60			6.7%	93.3%
40	0.42	27.8	2.5%	9.3%	90.7%
60	0.25	19.1	1.7%	11.0%	89.0%
80	0.18	11.4	1.0%	12.0%	88.0%
100	0.15	7.7	0.7%	12.7%	87.3%
200	0.07	16.5	1.5%	14.2%	85.8%
Pasa 200		943.5	85.8%	100.0%	
Total		1,100.0	100%		





RESULTADOS

Limite Liquido	28.4	%
Limite Plástico	19.0	%
Indice Plastico	9.3	%
Gravas	2.7%	
Arenas	11.5%	
Finos	85.8%	

CLASIFICACIÓN

Indice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FECHA DE ENTREGA:SEPT 2024

CSN Consultoría Sobre Nivel | SGS

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13

CÓDIGO: FO-053
VERSIÓN: 3
FECHA: NOVIEMBRE 2020

FECHA	SEPT 2024
ORDEN DE SERVICIO No.	
EMPRESA SOLICITANTE	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES-SANTANDER
UBICACIÓN	MOGOTES, SANTANDER S2 M2 1.5M
CONTRATISTA	
FECHA DE LOS ENSAYOS	SEPT 2024
TIPO DE MATERIAL	LIMOS INORGANICOS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	72.55
PESO DE RECIP. + S.S.	65.76
PESO RECIPIENTE	38.83
PESO AGUA	6.79
PESO SUELO SECO	26.93
% HUMEDAD	25.2%

DATOS APIQUE	
APIQUE	2
MUESTRA	1
PROFUNDIDAD (m)	1.0 - 1.5 (m)

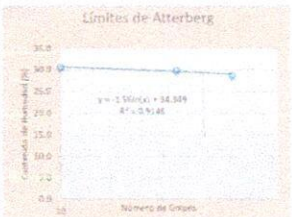
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No.	1	2	3
No. GOLPES	10	21	30
RECIP. No.	13	18	31
PESO DE RECIP. + S.H	43.24	43.79	29.81
PESO DE RECIP. + S.S.	39.8	40.1	26.13
PESO RECIPIENTE	28.58	27.76	13.37
PESO AGUA	3.44	3.69	3.68
PESO SUELO SECO	11.22	12.34	12.76
% HUMEDAD	30.66	29.90	28.84

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	49	24
PESO DE RECIP. + S.H.	51.8	45.32
PESO DE RECIP. + S.S.	49.99	44.26
PESO RECIPIENTE	41.45	37.77
PESO AGUA	1.81	1.06
PESO SUELO SECO	8.54	6.49
% HUMEDAD	21.19	16.33

GRADACIÓN

Peso inicial:	1000	gr	Peso final:	88.40	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret Acum	% Pasa
3"	76.10				100.0%
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				100.0%
3/8"	9.51				100.0%
4	4.75				100.0%
8	2.36				100.0%
10	2.00	11.5	1.2%	1.2%	98.9%
12	1.68			1.2%	98.9%
20	0.84	19.2	1.9%	3.1%	96.9%
30	0.60			3.1%	96.9%
40	0.42	20.7	2.1%	5.1%	94.9%
60	0.25	14.4	1.4%	6.6%	93.4%
80	0.18	7.9	0.8%	7.4%	92.6%
100	0.15	5.0	0.5%	7.9%	92.1%
200	0.07	9.7	1.0%	8.8%	91.2%
Pasa 200		911.6	91.2%	100.0%	
Total		1,000.0	100%		





RESULTADOS

Limite Líquido	29.3	%
Limite Plástico	18.8	%
Indice Plastico	10.6	%
Gravas	0.0%	
Arenas	8.8%	
Finos	91.2%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	9
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FECHA DE ENTREGA:SEPT 2024

CSN

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13

CÓDIGO: FO-053
VERSIÓN: 3
FECHA: NOVIEMBRE 2020

FECHA	SEPT 2024
ORDEN DE SERVICIO No.	
EMPRESA SOLICITANTE	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES-SANTANDER
UBICACIÓN	MOGOTES, SANTANDER S2 M2 3M
CONTRATISTA	
FECHA DE LOS ENSAYOS	SEPT 2024
TIPO DE MATERIAL	LIMOS INORGANICOS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	43.75
PESO DE RECIP. + S.S.	42.12
PESO RECIPIENTE	13.15
PESO AGUA	1.63
PESO SUELO SECO	28.97
% HUMEDAD	5.6%

DATOS APIQUE	
APIQUE	2
MUESTRA	2
PROFUNDIDAD (m)	3-3.5 (m)

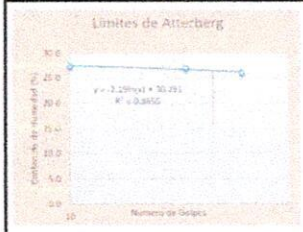
LÍMITES DE CONSISTENCIA

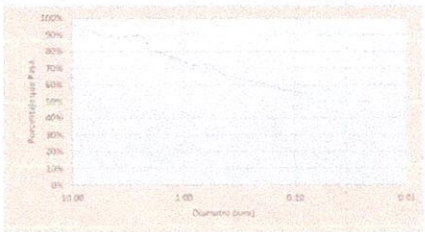
LIMITE LIQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No. GOLPES	10	21	30
RECIP. No.	13	2	41
PESO DE RECIP. + S.H.	44.25	42.78	31.81
PESO DE RECIP. + S.S.	40.81	39.59	28
PESO RECIPIENTE	28.28	27.76	13.37
PESO AGUA	3.44	3.19	3.81
PESO SUELO SECO	12.53	11.83	14.63
% HUMEDAD	27.45	26.97	26.04

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	2	3
PESO DE RECIP. + S.H.	52.8	43.32
PESO DE RECIP. + S.S.	50.99	42.26
PESO RECIPIENTE	41.43	37.67
PESO AGUA	1.81	1.06
PESO SUELO SECO	9.56	4.59
% HUMEDAD	18.93	24.15

GRADACIÓN

Peso inicial:	880	gr	Peso final:	405.00	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret Acum	% Pasa
3"	76.10				100.0%
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00	17.0	1.9%	1.9%	98.1%
1/2"	12.70	10.0	1.1%	3.1%	96.9%
3/8"	9.51	7.0	0.8%	3.9%	96.1%
4	4.75	61.0	6.9%	10.8%	89.2%
8	2.36			10.8%	89.2%
10	2.00	80.3	9.1%	19.9%	80.1%
12	1.68			19.9%	80.1%
20	0.84	68.3	7.8%	27.7%	72.3%
30	0.60			27.7%	72.3%
40	0.42	54.8	6.2%	33.9%	66.1%
60	0.25	31.5	3.6%	37.5%	62.5%
80	0.18	19.4	2.2%	39.7%	60.3%
100	0.15	16.5	1.9%	41.6%	58.4%
200	0.07	39.2	4.5%	46.0%	54.0%
Pasa 200		475.0	54.0%	100.0%	
Total		880.0	100%		





RESULTADOS

Limite Liquido	26.5	%
Limite Plástico	21.5	%
Indice Plastico	4.9	%
Gravas	10.8%	
Arenas	35.2%	
Finos	54.0%	

CLASIFICACIÓN

Indice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL-ML

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

FECHA DE ENTREGA:SEPT 2024

	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA	CODIGO: FO-30
CSN	DETERMINACION EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DEL SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO I.N.V. E 122/2013	VERSION 2
		FECHA 21/05/2018

FECHA	
ORDEN DE SERVICIO No.	
EMPRESA SOLICITANTE.	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER
UBICACIÓN	MOGOTES- SANTANDER
CONTRATISTA	
FECHA DE LOS ENSAYOS	16 SEPTIEMBRE 2024
TIPO DE MATERIAL	ML-CL

SONDEO 1	1M
CONDICION DE LA MUESTRA	
Diam. Prom. (cm)	4.00
Altura (cm)	7.00
Peso (gramos)	166.26
Area (cm²)	12.57
Volumen (cm³)	87.96
Humedad %	16.0

PESO UNITARIO (g/cm³)	
Humedo	1.89
Seco	1.63

SONDEO 1	2M
CONDICION DE LA MUESTRA	
Diam. Prom. (cm)	4.00
Altura (cm)	6.00
Peso (gramos)	140.50
Area (cm²)	12.57
Volumen (cm³)	75.40
Humedad %	7.9

PESO UNITARIO (g/cm³)	
Humedo	1.86
Seco	1.73

SONDEO 1	3M
CONDICION DE LA MUESTRA	
Diam. Prom. (cm)	4.80
Altura (cm)	7.00
Peso (gramos)	195.00
Area (cm²)	14.52
Volumen (cm³)	101.65
Humedad %	1.8

PESO UNITARIO (g/cm³)	
Humedo	1.92
Seco	1.88

SONDEO 2	1.5M
CONDICION DE LA MUESTRA	
Diam. Prom. (cm)	4.00
Altura (cm)	5.00
Peso (gramos)	120.00
Area (cm²)	12.57
Volumen (cm³)	62.83
Humedad %	14.3

PESO UNITARIO (g/cm³)	
Humedo	1.91
Seco	1.67

SONDEO	3M
CONDICION DE LA MUESTRA	
Diam. Prom. (cm)	4.00
Altura (cm)	5.00
Peso (gramos)	121.30
Area (cm²)	12.57
Volumen (cm³)	62.83
Humedad %	4.0

PESO UNITARIO (g/cm³)	
Humedo	1.93
Seco	1.86

SONDEO	4.5M
CONDICION DE LA MUESTRA	
Diam. Prom. (cm)	4.00
Altura (cm)	7.00
Peso (gramos)	172.00
Area (cm²)	12.57
Volumen (cm³)	87.96
Humedad %	8.9

PESO UNITARIO (g/cm³)	
Humedo	1.96
Seco	1.80

OBSERVACIONES	ELABORADO POR:
	APROBADO POR: MARCO ANTONIO SOLANO
	FECHA DE ENTREGA:

	INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	F-TEC-033
	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA	Versión 1
	INV E-154-13	1-Sep-23

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES		
DESCRIPCIÓN:	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER		
FECHA:	Sep-24	**PROFUNDIDAD(m):**	3.0 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1	**PERFORACIÓN No.**	SONDEO 1

TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)		91	**DIMENSIÓN DE LA MUESTRA**	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0.11	VOLUMEN (cm^3)	45.09
σn (kPa)		56.87	AREA (m^2)	0.0019
PESO MUERTO (Kg)		0.800	DIAMETRO (m)	0.05
			ALTURA (m)	0.02
DENSIDAD SECA (γ_{sd})			**HUMEDAD**	
No. DE ANILLO	1		TARA	18
W ANILLO (g)	94.10		W TARA (g)	32
W ANILLO + Wh (g)	179.30		Wt+Wh (g)	117.40
Wh (g)	85.20		Wt+Wd (g)	97.00
γh (g /cm3)	1.890		HUMEDAD	31.29
γd (g /cm3)	1.439			

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0.0	0.0	0	0.00	0.00
0.2	0.0	0.004	0.022	11.37
0.4	0.0	0.008	0.031	15.75
0.6	0.1	0.010	0.035	18.02
0.9	0.1	0.011	0.040	20.40
1.2	0.1	0.015	0.042	21.75
3.4	0.4	0.030	0.059	30.17
5.7	0.6	0.038	0.068	35.10
7.9	0.9	0.044	0.082	42.09
10.1	1.1	0.044	0.090	46.06
12.3	1.4	0.044	0.094	48.10
21.4	2.3	0.048	0.095	48.50
30.4	3.3	0.048	0.093	47.90
39.4	4.3	0.056	0.093	47.80
48.5	5.3	0.061	0.094	48.34
53.1	5.8	0.061	0.094	48.04

OBSERVACIONES:

	INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	F-TEC-033
	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA	Versión 1
	INV E-154-13	1-Sep-23

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES		
DESCRIPCIÓN:	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER		
FECHA:	Sep-24	**PROFUNDIDAD(m):**	3.0 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1	**PERFORACIÓN No.**	SONDEO 1

TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)	91	**DIMENSIÓN DE LA MUESTRA**	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)	0.11	VOLUMEN (cm^3)	45.01
σ_3 (kPa)	105.79	ÁREA (m^2)	0.002
		DIAMETRO (m)	0.05
		ALTURA (m)	0.02
DENSIDAD SECA (γ_d)		**HUMEDAD**	
No. DE ANILLO	1	TARA	25
W ANILLO (g)	94.10	W TARA (g)	41
W ANILLO + Wh (g)	179.40	Wt+Wh (g)	126.70
Wh (g)	85.3	Wt+Wd (g)	107.40
γ_h (g /cm3)	1.895	HUMEDAD	29.02
γ_d (g /cm3)	1.469		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0.0	0.000	0	0.00	0.000
0.1	0.010	0.005	0.016	8.330
0.2	0.023	0.006	0.022	11.360
0.6	0.064	0.011	0.038	19.250
1.0	0.108	0.016	0.048	24.410
1.4	0.154	0.021	0.048	24.660
3.6	0.400	0.034	0.075	38.450
5.9	0.647	0.059	0.094	48.420
8.1	0.892	0.077	0.110	56.530
10.3	1.135	0.085	0.123	63.050
12.5	1.376	0.091	0.133	68.190
21.5	2.364	0.108	0.145	74.250
30.5	3.354	0.13	0.141	72.180
39.5	4.343	0.141	0.136	69.610
48.6	5.343	0.149	0.131	67.160
53.2	5.850	0.149	0.124	63.880

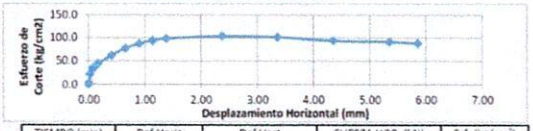
OBSERVACIONES:

CSN / CONSULTORES	**INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS**	F-TEC-033
CONSULTORES	**CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA**	Versión 1
	INV E-154-13	1-Sep-23

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES		
DESCRIPCIÓN:	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER		
FECHA:	Sep-24	**PROFUNDIDAD(m):**	3.0 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1	**PERFORACIÓN No.**	SONDEO 1

TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)		91	**DIMENSIÓN DE LA MUESTRA**	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0.11	VOLUMEN (cm^3)	45.13
σ_n (kPa)		193.86	ÁREA (m^2)	0.002
			DIAMETRO (m)	0.05
			ALTURA (m)	0.02
DENSIDAD SECA (gd)			**HUMEDAD UNITARIA**	
No. DE ANILLO	1		TARA	60
W ANILLO (g)	94.10		W TARA (g)	18.90
W ANILLO + Wh (g)	179.90		Wt+Wh (g)	100.30
Wh (g)	85.8		Wt+Wd (g)	81.90
γh (g /cm3)	1.901		HUMEDAD	29.21
γd (g /cm3)	1.471			

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



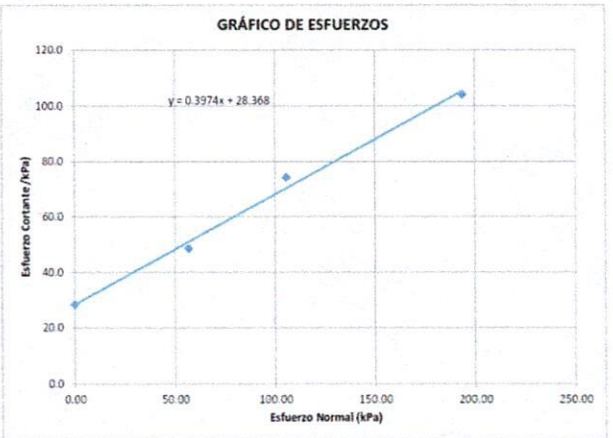
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kg/cm²)
0.0	0.00	0	0.00	0.000
0.09	0.01	0.001	0.00	2.560
0.26	0.03	0.003	0.04	22.100
0.66	0.07	0.023	0.07	34.060
1.09	0.12	0.044	0.07	37.960
1.53	0.17	0.054	0.09	43.760
3.74	0.41	0.085	0.12	62.000
5.99	0.66	0.098	0.15	77.850
8.22	0.90	0.116	0.17	87.400
10.39	1.14	0.127	0.18	94.550
12.62	1.39	0.139	0.19	98.920
21.62	2.38	0.169	0.20	104.040
30.60	3.36	0.188	0.20	101.670
39.66	4.36	0.192	0.18	93.990
48.68	5.35	0.2	0.18	91.500
53.25	5.85	0.2	0.17	88.380

OBSERVACIONES:

	INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	F-TEC-033
	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA	Versión 1
	INV E-154-13	1-Sep-23

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES		
DESCRIPCIÓN:	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER		
FECHA:	Sep-24	PROFUNDIDAD(m):	3.0 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1	PERFORACIÓN No.	SONDEO 1

GRÁFICO DE ESFUERZOS



DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Esfuerzo Normal σn (kPa)	56.869	105.786	193.858
Esfuezo Cortante τ (kPa)	48.500	74.250	104.040

Ø=	21.7
Cohesión=	28.368

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: ANGEL FLOREZ

REVISADO POR : ING. ANGY BALAGUERA

APROBADO POR: ING MARCO ANTONIO SOLANO VARGAS

FECHA DE ENTREGA: AGOSTO 2024

	INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	F-TEC-033
	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA	Versión 1
	INV E-154-13	1-Sep-23

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES		
DESCRIPCIÓN:	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER		
FECHA:	Sep-24	PROFUNDIDAD(m):	1.50 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1	PERFORACIÓN No.	SONDEO 2

TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t$_f$)		91	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0.11	VOLUMEN (cm^3)		45.09
σn (kPa)		54.35	ÁREA (m^2)		0.0019
PESO MUERTO (Kg)		0.800	DIAMETRO (m)		0.05
			ALTURA (m)		0.02
DENSIDAD SECA (γ_d)			HUMEDAD		
No. DE ANILLO	1		TARA		18
W ANILLO (g)	94.10		W TARA (g)		32
W ANILLO + Wh (g)	179.30		Wt+Wh (g)		117.40
Wh (g)	85.20		Wt+Wd (g)		97.00
γh (g /cm3)	1.890		HUMEDAD		31.29
γd (g /cm3)	1.439				

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0.0	0.0	0	0.00	0.00
0.2	0.0	0.004	0.026	13.37
0.4	0.0	0.008	0.035	17.75
0.6	0.1	0.010	0.039	20.02
0.9	0.1	0.011	0.044	22.40
1.2	0.1	0.015	0.046	23.75
3.4	0.4	0.030	0.063	32.17
5.7	0.6	0.038	0.072	37.10
7.9	0.9	0.044	0.086	44.09
10.1	1.1	0.044	0.094	48.06
12.3	1.4	0.044	0.098	50.10
21.4	2.3	0.048	0.098	50.50
30.4	3.3	0.048	0.097	49.90
39.4	4.3	0.056	0.097	49.80
48.5	5.3	0.061	0.096	49.34
53.1	5.8	0.061	0.096	49.04

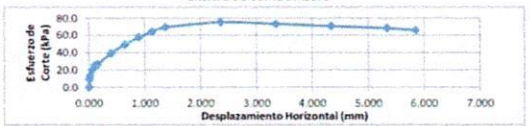
OBSERVACIONES:

	INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	F-TEC-033
	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA	Versión 1
	INV E-154-13	1-Sep-23

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES		
DESCRIPCIÓN:	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER		
FECHA:	Sep-24	**PROFUNDIDAD(m):**	1.50 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1	**PERFORACIÓN No.**	SONDEO 2

TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)		91	**DIMENSIÓN DE LA MUESTRA**		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0.11	VOLUMEN (cm^3)		45.01
σ_n (kPa)		103.27	AREA (m^2)		0.002
			DIAMETRO (m)		0.05
			ALTURA (m)		0.02
DENSIDAD SECA (,d)			**HUMEDAD**		
No. DE ANILLO	1		TARA		25
W ANILLO (g)	94.10		W TARA (g)		41
W ANILLO + Wh (g)	179.40		Wt+Wh (g)		126.70
Wh (g)	85.3		Wt+Wd (g)		107.40
γh (g /cm3)	1.895		HUMEDAD		29.02
γd (g /cm3)	1.469				

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0.0	0.000	0	0.00	0.000
0.1	0.010	0.005	0.018	9.330
0.2	0.023	0.006	0.026	13.360
0.6	0.064	0.011	0.039	20.250
1.0	0.108	0.016	0.050	25.410
1.4	0.154	0.021	0.052	26.660
3.6	0.400	0.034	0.077	39.450
5.9	0.647	0.059	0.096	49.420
8.1	0.892	0.077	0.112	57.530
10.3	1.135	0.085	0.125	64.050
12.5	1.376	0.091	0.135	69.190
21.5	2.364	0.108	0.147	75.250
30.5	3.354	0.13	0.143	73.180
39.5	4.343	0.141	0.138	70.610
48.6	5.343	0.149	0.133	68.160
53.2	5.850	0.149	0.128	65.880

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS

F-TEC-033 | Versión 1 | 1-Sep-23

CONSULTORES: **CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA**

INV E-154-13

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES
DESCRIPCIÓN:	MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRADAS EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES- SANTANDER
FECHA:	Sep-24
PROFUNDIDAD(m):	1.50 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1
PERFORACIÓN No.	SONDEO 2

TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (tf)	91	**DIMENSIÓN DE LA MUESTRA**	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)	0.11	VOLUMEN (cm^3)	45.13
σn (kPa)	203.92	AREA (m^2)	0.002
		DIAMETRO (m)	0.05
		ALTURA (m)	0.02

DENSIDAD SECA (gd)			**HUMEDAD UNITARIA**	
No. DE ANILLO	1		TARA	60
W ANILLO (g)	94.10		W TARA (g)	18.90
W ANILLO + Wh (g)	179.90		Wt+Wh (g)	100.30
Wh (g)	85.8		Wt+Wd (g)	81.90
γh (g /cm3)	1.901		HUMEDAD	29.21
γd (g /cm3)	1.471			

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



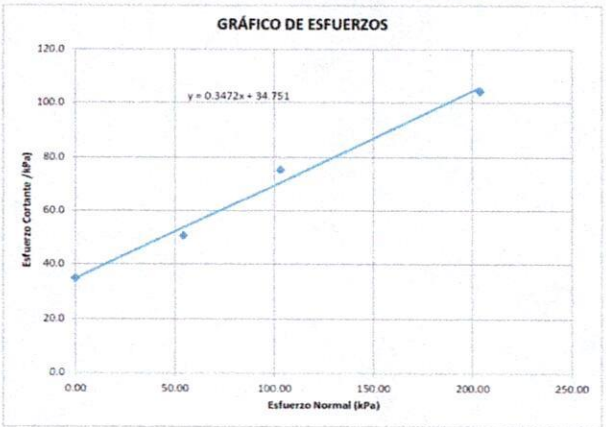
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kg/cm²)
0.0	0.00	0	0.00	0.000
0.09	0.01	0.001	0.00	2.560
0.26	0.03	0.003	0.04	22.100
0.66	0.07	0.023	0.07	34.060
1.09	0.12	0.044	0.07	37.960
1.53	0.17	0.054	0.09	43.760
3.74	0.41	0.085	0.12	62.000
5.99	0.66	0.098	0.15	77.850
8.22	0.90	0.116	0.17	87.400
10.39	1.14	0.127	0.18	94.550
12.62	1.39	0.139	0.19	98.920
21.62	2.38	0.169	0.20	104.040
30.60	3.36	0.188	0.20	101.670
39.66	4.36	0.192	0.18	93.990
48.68	5.35	0.2	0.18	91.500
53.25	5.85	0.2	0.17	88.380

OBSERVACIONES:

	INFORME DE ENSAYO DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	F-TEC-033
	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA	Versión 1
	INV E-154-13	1-Sep-23

LOCALIZACIÓN:	DEPARTAMENTO DE SANTANDER MOGOTES		
DESCRIPCIÓN:	LA CONSTRUCCION DE BOX CULVERT Y PLACA HUELLAS EN LAS VEREDA SANTA LUCIA, SANTA BARBARA, HOYO DE LOS PAJAROS Y QUEBRAD		
FECHA:	Sep-24	PROFUNDIDAD(m):	1.50 m
MUESTRA No.:	MUESTRA 1	PERFORACIÓN No.	SONDEO 2

GRÁFICO DE ESFUERZOS



DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Esfuerzo Normal σn (kPa)	54.353	103.270	205.923
Esfuerzo Cortante τ (kPa)	50.500	75.250	104.040

Ø=	19.1
Cohesión=	34.751

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: ANGEL FLOREZ

REVISADO POR : ING. ANGY BALAGUERA

APROBADO POR: ING MARCO ANTONIO SOLANO VARGAS

FECHA DE ENTREGA: AGOSTO 2024

MARCO ANTONIO SOLANO