

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANT. PUERTO MURILLO



**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE
ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL
MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE
ANTIOQUIA**

ORDENADO POR: SITES LATAM COLOMBIA

**ELABORÓ: CARLOS MARIO VERGARA MAUSSA
MAT. 22202-389145 COR**

**DIRECCIÓN DEL SITIO: PUERTO MURILLO, 05579, PUERTO
BERRÍO, ANTIOQUIA, COLOMBIA**

INFORME REALIZADO EL 14 DE MARZO DE 2025

Contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2. ANTECEDENTES	3
3. EXPLORACIÓN Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	4
3.1 Trabajos de campo	4
3.2 Trabajos de laboratorio	5
4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	8
4.1 Geología	8
4.2 Geomorfología.....	8
4.3 Clima	9
5. SISMICIDAD.....	10
6. ESTRATIGRAFÍA	11
6.1 Perfil estratigráfico, toma de muestras y descripción.....	11
6.2 Nivel de aguas freáticas.....	13
6.3 Corrección del número de golpes	13
6.4 Parámetros del suelo	14
7. ANÁLISIS DE CIMENTACIONES	16
7.1 Capacidad de carga.....	16
7.2 Asentamientos.....	24
8. CONDICIONES ESPECIALES DE LOS SUELOS.....	29
8.1 Suelos expansivos.....	29
8.2 Suelos licuables	30
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO I: REGISTRO FOTOGRÁFICO	35
ANEXO II: UBICACIÓN DE SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO	37

1. RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de ampliar la cobertura telefónica, se plantea la construcción del sitio **ANT.PUERTO MURILLO**, el cual se ubica en el corregimiento Puerto Murillo, 05579, Puerto Berrío, Antioquia, Colombia. Una parte indispensable de la ingeniería básica del proyecto ejecutivo es el estudio de mecánica de suelos, por ello, **JV INGENIERÍA** efectuó una exploración el día 26 de febrero del 2025 y realizó este informe técnico para determinar la factibilidad física y mecánica del suelo que conforma el predio donde se ubicará el sitio celular.

Solución de cimentación:

De acuerdo con las condiciones estratigráficas, características del proyecto y reacciones de la estructura en proyecto, se recomienda que la cimentación sea resuelta por una **zapata cuadrada**, desplantada a 1.00 metros como mínimo con el ancho que elija el Ingeniero Estructurista y que esta se coloque sobre un espesor de material de mejoramiento de mínimo 0.50 metros.

Si durante la realización de la obra se presentan condiciones diferentes a las analizadas en el presente informe, se deberá comunicar de forma inmediata para llevar a cabo una inspección y proceder a revisar las condiciones y efectuar las adecuaciones y/o modificaciones correspondientes.

Para el estudio presente se realizaron tres sondeos de penetración estándar (SPT) a una profundidad de 6.0 metros. Durante los sondeos se encontró el nivel de aguas freáticas (NAF) a partir de 1.80 metros. Hasta la profundidad explorada se encontraron dos estratos de suelo, hay un suelo fino hasta 3.0 metros y luego un suelo granular hasta los 6.0 metros que se exploraron, por lo tanto, se considera el suelo puramente cohesivo hasta 3.0 metros y luego puramente friccionante para el cálculo de capacidades.

2. ANTECEDENTES

Los alcances del presente estudio es proporcionar valores de capacidad de carga, asentamientos a corto plazo, módulos de reacción, procedimiento constructivo de la cimentación y recomendaciones desde el punto de vista geotécnico.

Nombre del sitio:	ANT. Puerto Murillo
Ubicación:	Puerto Murillo, 05579, Puerto Berrío, Antioquia, Colombia
Coordenadas:	6°36'24.87"N 74°23'38.63"O



Imagen 1. Ubicación en Google Earth

Personal técnico de **JV INGENIERÍA** a cargo del especialista en mecánica de suelos, realizó un recorrido por el sitio de proyecto, con el objeto de interpretar la geología superficial y la fisiografía de la zona; de esta manera se obtuvo información geotécnica preliminar que permitió definir la estrategia de ejecución de sondeos y estudios complementarios de acuerdo con los alcances establecidos.

Se observa una vegetación arbolada abundante que se ubica en un terreno plano con presencia y con pocos desniveles.

3. EXPLORACIÓN Y ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1 Trabajos de campo

Con el fin de revisar las condiciones del subsuelo, se llevó a cabo 3 sondeos de penetración estándar (SPT) respetando las especificaciones indicadas en la Norma ASTM D1586. El sondeo de SPT consiste en dejar caer libremente desde una altura de 75 cm un martinete con 64 kg de peso sobre un yunque acoplado a una sarta de tubería de perforación. En los estratos resistentes se registra la profundidad que se alcanzada con 50 golpes.

A lo largo de los sondeos, se obtuvieron muestras representativas, se registraron los golpes de avance para llevar a cabo las correlaciones necesarios para obtener los parámetros de

resistencia al esfuerzo cortante. La ubicación de los sondeos dentro del sitio se puede apreciar en la Imagen 5 del ANEXO II.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
SPT – 1	6.0
SPT – 2	6.0
SPT – 3	6.0

Tabla 1. Campaña de exploración efectuada

3.2 Trabajos de laboratorio

Se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio con el fin de determinar las propiedades indicativas en las muestras de los suelos recuperados en la exploración, que permite clasificar los suelos de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y poder estimar su posible comportamiento. Los ensayos que se programaron son los siguientes:

- a) Contenido natural de agua (ASTM-D2216)
- b) Análisis granulométrico (ASTM-D6913)
- c) Límites de consistencia líquido y plástico (ASTM-D4318)

Para el desarrollo de los ensayos mencionados en el párrafo anterior, también se siguieron los lineamientos establecidos en las NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS.

En el ANEXO II se pueden apreciar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

a) Contenido de agua

El contenido de agua es la relación que existe entre la cantidad de agua en peso que posee una muestra de suelo con respecto al peso de las partículas sólidas del mismo, expresado en porcentaje.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s}$$

En donde:

W(%) Contenido de agua, %

Ww Peso del agua, g

Ws Peso de los sólidos, g

b) Análisis granulométrico

La distribución granulométrica de un suelo es la distribución cuantitativa del tamaño de las partículas que lo forman. Esta determinación se hace por cribado a través de mallas para las partículas mayores de 0.074 mm y por sedimentación, usando el hidrómetro, para las partículas menores.

La granulometría de un suelo se puede realizar mediante dos formas: vía seca y vía húmeda. En este caso se optó por la vía seca por tamizado, determinando el contenido de gravas, arenas y finos de muestras selectas.

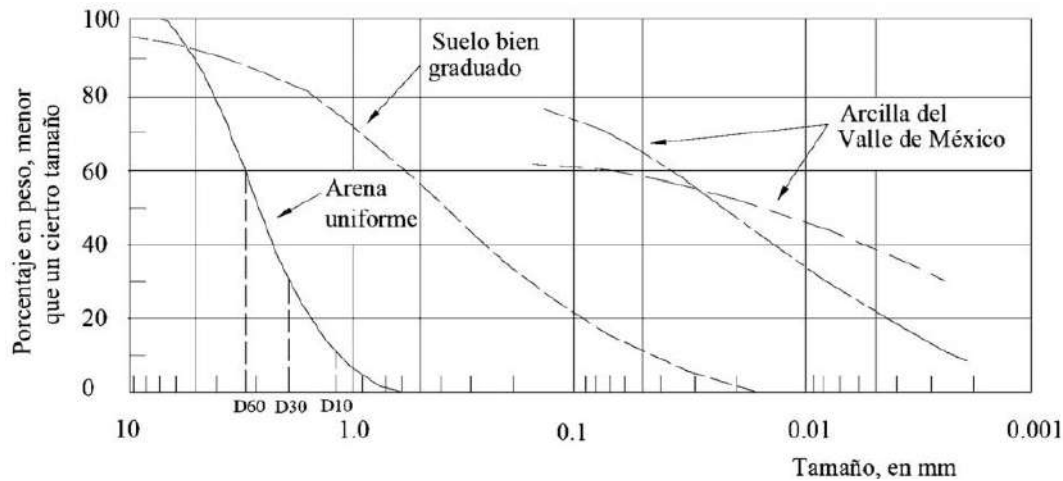


Imagen 2. Curvas granulométricas de distintos tipos de suelo

De las curvas granulométricas se puede determinar el porcentaje de grava, arena y finos que presenta el suelo, así como los coeficientes de uniformidad (C_u) y curvatura (C_c) que son empleados para clasificar el suelo mediante el SUCS.

c) Límites de consistencia

M. Atterberg desarrolló un método para describir la consistencia de los suelos de grano fino con diferentes contenidos de humedad. Con un contenido de humedad muy bajo, el suelo se comporta más como un sólido quebradizo. Cuando el contenido de humedad es muy alto, el suelo y el agua pueden fluir como un líquido. Dependiendo del contenido de humedad, la naturaleza del comportamiento del suelo puede ser dividido en cuatro estados básicos: sólido, semisólido, plástico y líquido. Los 4 estados se dividen por 3 fronteras denominadas límites de consistencia: límite líquido (LL), límite plástico (LP) y límite de contracción (LC).

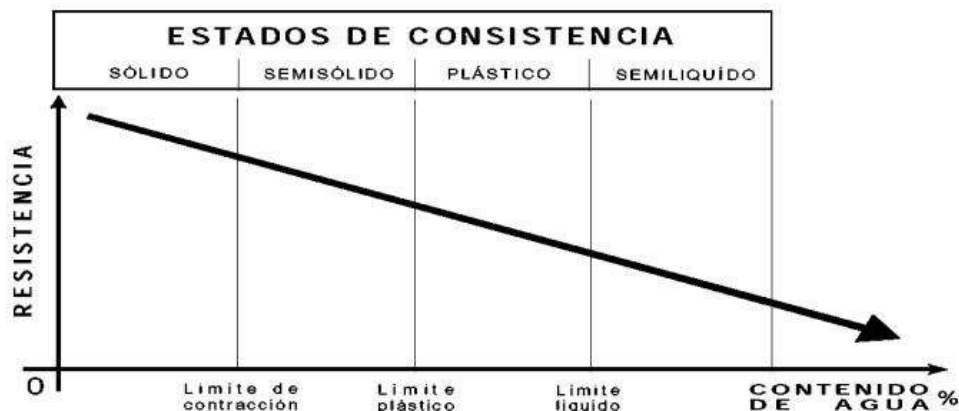


Imagen 3. Contenido de agua vs resistencia (Estados de consistencia)

Límite líquido, es el contenido de agua de un suelo para el cual el suelo tiene una resistencia al esfuerzo cortante de 25 g/cm². Para la determinación del límite líquido se puede emplear la Copa de Casagrande o el Cono de Caída Libre. El límite líquido corresponde al contenido de agua con el cual un suelo se cierra en la Copa de Casagrande a los 25 golpes una longitud de ½" una ranura previamente realizada.

Límite plástico, es el contenido de agua según el cual el suelo comienza a perder sus propiedades de plasticidad para pasar a un estado semisólido. Es el contenido de agua en el cual un rollito de suelo de 3.2 mm de diámetro se agrieta y desmorona.

La diferencia del Límite Líquido y el Límite Plástico se le denomina Índice de Plasticidad (IP) y el cual corresponde al rango en el cual el suelo se comporta plásticamente.

Empleando el límite líquido (LL) y el Índice de Plasticidad (IP) se puede clasificar un suelo fino por medio de la carta de plasticidad.

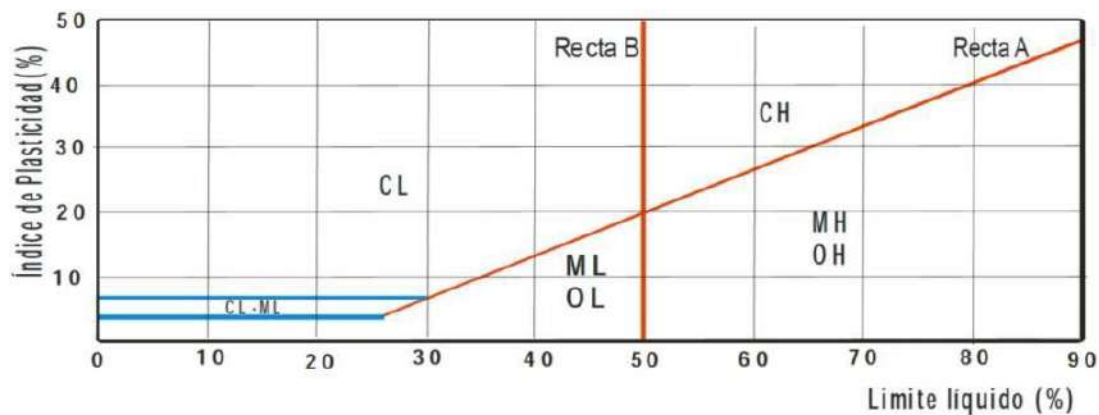


Imagen 4. Clasificación del suelo en base a Límites de Atterberg

4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.1 Geología

Puerto Berrío es un municipio ubicado en el departamento de Antioquia, Colombia, y su geología está influenciada principalmente por la compleja historia tectónica y la diversidad geológica de la región andina.

Puerto Berrío se encuentra en la región del Magdalena Medio, que es una zona de transición entre la cordillera Central y los Llanos Orientales. Esta ubicación geográfica determina una variedad de formaciones geológicas en la región, que incluyen rocas de diferentes edades, como el Cenozoico y el Mesozoico.

Formaciones geológicas: En la región de Puerto Berrío predominan las siguientes formaciones geológicas:

- **Formaciones sedimentarias:** Durante el Cenozoico, la región estuvo sujeta a deposiciones sedimentarias, lo que llevó a la formación de rocas como areniscas, lutitas y conglomerados. Estas formaciones están asociadas a ambientes fluviales y lacustres, que se desarrollaron en un contexto de cuencas.
- **Formaciones de la época Mesozoica:** También hay rocas de la era Mesozoica, como las formaciones del Cretácico, que están representadas por calizas, lutitas y areniscas. Estas rocas se encuentran principalmente en áreas más elevadas y están asociadas a antiguos ambientes marinos y costeros.
- **Rocas ígneas y metamórficas:** En áreas cercanas a la Cordillera Central, es posible encontrar formaciones ígneas y metamórficas que incluyen granitos y gneises. Estas rocas se formaron a partir de procesos tectónicos en épocas más antiguas.

Tectónica: La región de Puerto Berrío está influenciada por la actividad tectónica de la Cordillera Central de los Andes. La zona ha experimentado levantamientos y subsidencias a lo largo de millones de años, lo que ha contribuido a la formación de las cuencas sedimentarias y a la aparición de estructuras geológicas complejas.

4.2 Geomorfología

Puerto Berrío se encuentra en una zona de transición entre la Cordillera Central de los Andes y la llanura del Magdalena Medio. Esta ubicación determina una gran variabilidad en las formas del relieve.

- **Zonas planas y aluviales:** La región de Puerto Berrío está atravesada por el río Magdalena, lo que genera una serie de llanuras aluviales de baja altitud. Estas áreas planas son resultado de la acumulación de sedimentos traídos por el río a lo largo de miles de años.

- **Llanuras fluviales y terrazas:** El río Magdalena ha depositado sedimentos a lo largo de su curso, formando llanuras fluviales y terrazas. Estas terrazas corresponden a antiguos cauces del río y se caracterizan por ser áreas relativamente planas, aunque pueden presentar ligeros desniveles.

4.3 Clima

El clima de Puerto Berrío es clasificado como tropical monzónico o tropical húmedo, según la clasificación climática de Köppen, que se caracteriza por tener temperaturas cálidas a lo largo del año y una distribución estacional de las precipitaciones.

Temperatura

- Las temperaturas en Puerto Berrío son cálidas, con un promedio anual que oscila entre 26°C y 28°C.
- Las temperaturas más altas suelen alcanzarse entre los meses de marzo y abril, cuando los valores pueden superar los 30°C en ocasiones.
- Las temperaturas mínimas no bajan demasiado, ya que la región es una zona baja (alrededor de los 100 metros sobre el nivel del mar).

Precipitaciones

Puerto Berrío tiene una temporada de lluvias bastante pronunciada debido a su ubicación en la cuenca del río Magdalena y la influencia de sistemas meteorológicos tropicales. Las precipitaciones están distribuidas de forma irregular durante el año:

- Temporada de lluvias: La mayor cantidad de lluvia ocurre entre los meses de abril y noviembre, con los meses de mayo, octubre y noviembre siendo los más lluviosos.
- Temporada seca: La temporada más seca generalmente ocurre entre diciembre y marzo, aunque las lluvias no cesan por completo durante estos meses. La cantidad de precipitación en estos meses tiende a ser más baja.

El promedio anual de precipitaciones en la región está entre los 1.500 mm y 2.000 mm, lo que contribuye a la vegetación densa y a la fertilidad de los suelos en la región.

Humedad

La humedad relativa en Puerto Berrío es alta debido a la abundante precipitación y la cercanía del río Magdalena. La humedad relativa anual promedio varía entre el 80% y 90%, lo que le da un clima bastante húmedo, especialmente durante la temporada de lluvias.

5. SISMICIDAD

La Norma Colombiana de construcciones sismo resistentes ubica a Puerto Berrío en una zona de amenaza sísmica intermedia, los coeficientes sísmicos son los siguientes:

Municipio	Código Municipio	A _a	A _v	Zona de amenaza Sísmica	A _e	A _d
Puerto Berrío	05579	0.15	0.15	Alta	0.11	0.06

Tabla 2. Coeficientes sísmicos.

A_a = 0.15 (Coeficiente de aceleración pico efectiva)

A_v = 0.15 (Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico de diseño).

A_e = 0.11 (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad limitada).

A_d = 0.06 (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño).

Según la normatividad NSR 2010 el perfil del suelo es **E**, ya que la velocidad de onda de cortante promedio es menor a 180 m/s, según la clasificación de la siguiente tabla:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F ₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F ₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F ₃ — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F ₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36$ m)	

Tabla 3. Perfil del suelo según la NSR-10.

6. ESTRATIGRAFÍA

6.1 Perfil estratigráfico, toma de muestras y descripción

Sondeo	Muestra	Coordenadas	Profundidad de la muestra (m)			Tipo de muestra	Golpes			N Campo	Ensayos de Caracterización						Clasificación SUCS	Descripción del material
			Inicial	Final	Media		6"	12"	18"		Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL	Pasa N°200		
1	1	6°36'24.66"N 74°23'39.52"O	0,00	1,00	0,50	SS	3	3	3	6	18,8	26,5	16,4	10,1	0,24	93,3	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	2		1,00	2,00	1,50	SS	3	4	4	8	24,6	26,9	15,9	11,0	0,79	97,1	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	3		2,00	3,00	2,50	SS	2	4	5	9	30,0	25,8	15,5	10,3	1,41	80,5	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	4		3,00	4,00	3,50	SS	3	5	5	10	21,5	NL	NP	-	-	17,2	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	5		4,00	5,00	4,50	SS	6	6	8	14	20,2	NL	NP	-	-	18,9	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	6		5,00	6,00	5,50	SS	7	6	9	15	20,4	NL	NP	-	-	12,6	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
2	1	6°36'23.76"N 74°23'38.59"O	0,00	1,00	0,50	SS	2	3	2	5	17,8	26,5	16,1	10,4	0,16	94,3	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	2		1,00	2,00	1,50	SS	3	3	5	8	23,4	26,0	15,0	11,0	0,76	88,9	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	3		2,00	3,00	2,50	SS	4	5	7	12	30,0	24,8	14,8	10,0	1,52	84,3	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	4		3,00	4,00	3,50	SS	6	5	7	12	19,2	NL	NP	-	-	22,0	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	5		4,00	5,00	4,50	SS	6	7	7	14	19,4	NL	NP	-	-	14,7	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	6		5,00	6,00	5,50	SS	6	7	8	15	20,4	NL	NP	-	-	16,4	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

3	1	6°36'25.502"N 74°23'38.81"O	0,00	1,00	0,50	SS	3	2	2	4	18,6	25,8	15,6	10,2	0,29	93,6	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	2		1,00	2,00	1,50	SS	3	4	5	9	27,5	27,4	16,7	10,8	1,00	88,1	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	3		2,00	3,00	2,50	SS	4	5	5	10	30,1	25,4	15,3	10,1	1,46	83,0	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	4		3,00	4,00	3,50	SS	6	7	9	16	19,6	NL	NP	-	-	26,1	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	5		4,00	5,00	4,50	SS	6	8	8	16	19,4	NL	NP	-	-	14,2	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	6		5,00	6,00	5,50	SS	8	8	9	17	19,3	NL	NP	-	-	14,9	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

6.2 Nivel de aguas freáticas

En el momento en que se realizó la exploración geotécnica se detectó el nivel de aguas freáticas a partir de 1.80 metros.

6.3 Corrección del número de golpes

Para obtener los parámetros mecánicos, se corrigió el número de golpes de la prueba de penetración estándar en campo, por medio de la siguiente expresión:

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$$

$$N_{160} = N_{60} * CN$$

En donde:

N60 Número de golpes corregido

N Número de golpes en campo

η_H Eficiencia de martinete (%)

η_B Corrección por el diámetro de la perforación

η_S Corrección del muestreador

η_R Corrección por longitud de barra

CN Factor de corrección de sobrecarga

Sondeo	Muestra	Profundidad de la muestra (m)			Corrección del número de golpes							
		Inicial	Final	Media	N	η_H	η_B	η_S	η_R	N60	CN	N160
1	1	0,00	1,00	0,50	6	45	1,0	1,0	0,75	3,4	-	-
	2	1,00	2,00	1,50	8	45	1,0	1,0	0,75	4,5	-	-
	3	2,00	3,00	2,50	9	45	1,0	1,0	0,75	5,1	-	-
	4	3,00	4,00	3,50	10	45	1,0	1,0	0,75	5,6	1,11	6,3
	5	4,00	5,00	4,50	14	45	1,0	1,0	0,75	7,9	0,99	7,8
	6	5,00	6,00	5,50	15	45	1,0	1,0	0,75	8,4	0,91	7,6
2	1	0,00	1,00	0,50	5	45	1,0	1,0	0,75	2,8	-	-
	2	1,00	2,00	1,50	8	45	1,0	1,0	0,75	4,5	-	-
	3	2,00	3,00	2,50	12	45	1,0	1,0	0,75	6,8	-	-
	4	3,00	4,00	3,50	12	45	1,0	1,0	0,75	6,8	1,10	7,4
	5	4,00	5,00	4,50	14	45	1,0	1,0	0,75	7,9	0,99	7,8
	6	5,00	6,00	5,50	15	45	1,0	1,0	0,75	8,4	0,91	7,6
3	1	0,00	1,00	0,50	4	45	1,0	1,0	0,75	2,3	-	-
	2	1,00	2,00	1,50	9	45	1,0	1,0	0,75	5,1	-	-
	3	2,00	3,00	2,50	10	45	1,0	1,0	0,75	5,6	-	-

4	3,00	4,00	3,50	16	45	1,0	1,0	0,75	9,0	1,11	9,9
5	4,00	5,00	4,50	16	45	1,0	1,0	0,75	9,0	0,99	8,9
6	5,00	6,00	5,50	17	45	1,0	1,0	0,75	9,6	0,90	8,6

Tabla 4. Determinación de N_{60} y N_{160}

Se considera el suelo como puramente cohesivo hasta 3.0 metros y a partir de ahí como puramente friccionante.

6.4 Parámetros del suelo

El valor de N_{60} se puede emplear para estimar la consistencia de suelos arcillosos. Mediante la base de resultados de pruebas triaxiales no drenadas realizadas en arcillas similares y en base a la experiencia, se determina la cohesión no drenada (c_u) con la fórmula propuesta por Stroud (1974):

$$C_u = K * N_{60}$$

En donde:

K constante de 0.35 t/m²

El valor de N_{160} se puede emplear para estimar el ángulo de fricción de suelos granulares. Mediante la fórmula propuesta por Japan Road Bureau (1986):

$$\phi = 15 + \sqrt{9.375 * N_{160}}$$

Los parámetros elásticos se determinaron en base a la tabla propuesta por Braja, adjunta siguiente:

Tipo de suelo	Mód. de elasticidad E_s (MN/m ²)	Coef. de Poisson μ
Arena suelta	10 - 25	0.20 - 0.40
Arena semi-densa	15 - 30	0.25 - 0.40
Arena densa	35 - 55	0.30 - 0.45
Arena limosa	10 - 20	0.20 - 0.40
Arena y grava	70 - 170	0.15 - 0.35
Arcilla blanda	4 - 20	-
Arcilla media	20 - 40	0.20 - 0.50
Arcilla dura	40 - 100	-

Tabla 5. Parámetros elásticos del suelo Fundamentos de ingeniería geotécnica (Braja 4ta edición, Tabla 17.6)

Con base en los resultados obtenidos anteriormente, se resumen las propiedades del suelo contempladas para el análisis de cimentaciones:

Sondeo	Muestra	Profundidad de la muestra (m)			Corrección del número de golpes		Parámetros geotécnicos					
		Inicial	Final	Media	N60	N160	γ_{total} (kN/m ³)	γ_{seco} (kN/m ³)	Es (t/m ²)	μ	(ϕ)	Cu (t/m ²)
1	1	0,00	1,00	0,50	3,4	7,4	20,62	17,35	2000	0,40	0	1,18
	2	1,00	2,00	1,50	4,5	7,2	19,61	15,74	2000	0,40	0	1,58
	3	2,00	3,00	2,50	5,1	6,7	18,82	14,48	2000	0,40	0	1,77
	4	3,00	4,00	3,50	5,6	6,3	20,12	16,56	2000	0,40	23	0,00
	5	4,00	5,00	4,50	7,9	7,8	20,35	16,93	2000	0,40	24	0,00
	6	5,00	6,00	5,50	8,4	7,6	20,33	16,89	2000	0,40	23	0,00
2	1	0,00	1,00	0,50	2,8	6,2	20,82	17,68	2000	0,40	0	0,98
	2	1,00	2,00	1,50	4,5	7,2	19,80	16,04	2000	0,40	0	1,58
	3	2,00	3,00	2,50	6,8	9,0	18,82	14,48	2000	0,40	0	2,36
	4	3,00	4,00	3,50	6,8	7,4	20,55	17,24	2000	0,40	23	0,00
	5	4,00	5,00	4,50	7,9	7,8	20,50	17,16	2000	0,40	24	0,00
	6	5,00	6,00	5,50	8,4	7,6	20,32	16,88	2000	0,40	23	0,00
3	1	0,00	1,00	0,50	2,3	5,0	20,66	17,42	2000	0,40	0	0,79
	2	1,00	2,00	1,50	5,1	8,2	19,18	15,05	2000	0,40	0	1,77
	3	2,00	3,00	2,50	5,6	7,5	18,82	14,47	2000	0,40	0	1,97
	4	3,00	4,00	3,50	9,0	9,9	20,46	17,11	2000	0,40	25	0,00
	5	4,00	5,00	4,50	9,0	8,9	20,51	17,18	2000	0,40	24	0,00
	6	5,00	6,00	5,50	9,6	8,6	20,52	17,21	2000	0,40	24	0,00

Tabla 6. Propiedades de los estratos

7. ANÁLISIS DE CIMENTACIONES

7.1 Capacidad de carga

El cálculo de la capacidad de carga última del suelo se realizó con el criterio de Terzaghi por medio de la siguiente expresión:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \text{ (cimentación cuadrada)}$$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \text{ (cimentación circular)}$$

Donde:

B ancho o diámetro de cimentación

c' cohesión del suelo

ϕ' ángulo de fricción del suelo

γ peso específico del suelo

q γ * Df

Df profundidad de desplante de cimentación

N_c , N_q , N_γ factores de capacidad de carga adimensionales en función del ángulo de fricción del suelo ϕ' . Se definen mediante las siguientes ecuaciones:

El tipo de falla de cimentaciones se rige por la compresibilidad del suelo. En suelos pocos compresibles se desarrollará una falla general, mientras que en suelos compresibles y muy compresibles se desarrollarán fallas locales y por punzonamiento.

Se calcula el índice de rigidez (I_r) de los estratos y se compara con el índice de rigidez crítico (I_{rcr}) para determinar el tipo de falla en cimentación, empleando el procedimiento propuesto por Vesic (1973).

$$I_{rcr} = \frac{1}{2} \{ \exp[(3.30 - 0.45B/L) \cot(45 - \phi'/2)] \}$$

$$I_r = \frac{E_s}{2(1 + \mu)(c' + q \tan \phi')}$$

Sondeo	Muestra	Profundidad de la muestra (m)			Determinación de tipo de falla		
		Inicial	Final	Media	I_r	I_{rcr}	Falla
1	1	0,00	1,00	0,50	604,7	8,64	General
	2	1,00	2,00	1,50	453,5	8,64	General
	3	2,00	3,00	2,50	403,1	8,64	General
	4	3,00	4,00	3,50	212,5	36,08	General
	5	4,00	5,00	4,50	161,0	38,80	General

	6	5,00	6,00	5,50	134,9	38,51	General
2	1	0,00	1,00	0,50	725,6	8,64	General
	2	1,00	2,00	1,50	453,5	8,64	General
	3	2,00	3,00	2,50	302,3	8,64	General
	4	3,00	4,00	3,50	201,3	38,16	General
	5	4,00	5,00	4,50	160,0	38,75	General
	6	5,00	6,00	5,50	135,0	38,51	General
3	1	0,00	1,00	0,50	907,0	8,64	General
	2	1,00	2,00	1,50	403,1	8,64	General
	3	2,00	3,00	2,50	362,8	8,64	General
	4	3,00	4,00	3,50	190,1	42,57	General
	5	4,00	5,00	4,50	155,5	40,70	General
	6	5,00	6,00	5,50	130,4	40,22	General

Tabla 7. Determinación de tipo de falla

Debido a que se registra un índice de rigidez mayor al crítico, se considera el desarrollo completo de la falla general. Ya que se presenta un suelo fino hasta los 3.0 metros y luego uno granular, se analizará el primer estrato como puramente cohesivo y el segundo como puramente friccionante, en cada caso se simplifica la fórmula de la siguiente manera:

$$q_u = 1.3c'NC' + qNq \text{ (cimentación cuadrada – suelo cohesivo)}$$

$$q_u = qNq + 0.4\gamma BN_\gamma \text{ (cimentación cuadrada – suelo friccionante)}$$

ϕ'	N_c	N_q	N_γ	ϕ'	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Tabla 8. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

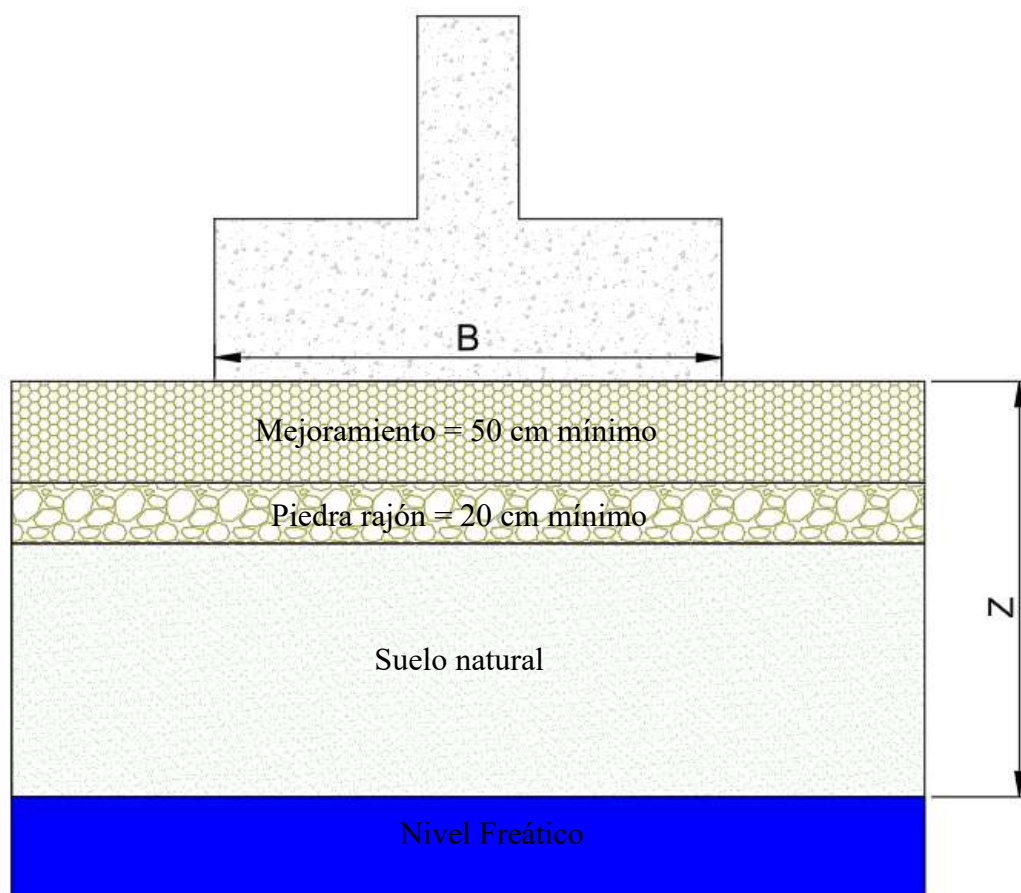
Df (m)	B (m)	L (m)	NAF (m)	Y (t/m3)	γ' (t/m2)	Caso (NAF)	q (t/m2)	C (t/m2)	(ϕ)	Nc	Nq	Ny	Qu (t/m2)	Qadm (t/m2)
1,00	1,00	1,00	1,80	1,953	1,753	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	1,00	1,00	1,80	1,953	1,253	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	1,00	1,00	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	1,00	1,00	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	1,00	1,00	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	26,37	8,79
3,50	1,00	1,00	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	29,06	9,69
4,00	1,00	1,00	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	31,92	10,64
4,50	1,00	1,00	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	34,64	11,55
5,00	1,00	1,00	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	37,19	12,40
5,50	1,00	1,00	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	39,89	13,30
6,00	1,00	1,00	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	42,60	14,20
1,00	1,50	1,50	1,80	1,953	1,486	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	1,50	1,50	1,80	1,953	1,153	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	1,50	1,50	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	1,50	1,50	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	1,50	1,50	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	26,77	8,92
3,50	1,50	1,50	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	29,47	9,82
4,00	1,50	1,50	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	32,33	10,78
4,50	1,50	1,50	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	35,05	11,68
5,00	1,50	1,50	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	37,60	12,53
5,50	1,50	1,50	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	40,30	13,43
6,00	1,50	1,50	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	43,01	14,34
1,00	2,00	2,00	1,80	1,953	1,353	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	2,00	2,00	1,80	1,953	1,103	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	2,00	2,00	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	2,00	2,00	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	2,00	2,00	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	27,18	9,06
3,50	2,00	2,00	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	29,88	9,96
4,00	2,00	2,00	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	32,74	10,91
4,50	2,00	2,00	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	35,46	11,82
5,00	2,00	2,00	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	38,01	12,67
5,50	2,00	2,00	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	40,71	13,57
6,00	2,00	2,00	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	43,42	14,47
1,00	2,50	2,50	1,80	1,953	1,273	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	2,50	2,50	1,80	1,953	1,073	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	2,50	2,50	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	2,50	2,50	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	2,50	2,50	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	27,59	9,20
3,50	2,50	2,50	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	30,29	10,10

4,00	2,50	2,50	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	33,15	11,05
4,50	2,50	2,50	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	35,87	11,96
5,00	2,50	2,50	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	38,42	12,81
5,50	2,50	2,50	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	41,12	13,71
6,00	2,50	2,50	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	43,82	14,61
1,00	3,00	3,00	1,80	1,953	1,219	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	3,00	3,00	1,80	1,953	1,053	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	3,00	3,00	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	3,00	3,00	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	3,00	3,00	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	28,00	9,33
3,50	3,00	3,00	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	30,70	10,23
4,00	3,00	3,00	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	33,57	11,19
4,50	3,00	3,00	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	36,28	12,09
5,00	3,00	3,00	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	38,83	12,94
5,50	3,00	3,00	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	41,53	13,84
6,00	3,00	3,00	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	44,23	14,74
1,00	3,50	3,50	1,80	1,953	1,181	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	3,50	3,50	1,80	1,953	1,038	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	3,50	3,50	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	3,50	3,50	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	3,50	3,50	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	28,41	9,47
3,50	3,50	3,50	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	31,11	10,37
4,00	3,50	3,50	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	33,98	11,33
4,50	3,50	3,50	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	36,69	12,23
5,00	3,50	3,50	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	39,24	13,08
5,50	3,50	3,50	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	41,94	13,98
6,00	3,50	3,50	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	44,64	14,88
1,00	4,00	4,00	1,80	1,953	1,153	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	4,00	4,00	1,80	1,953	1,028	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	4,00	4,00	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	4,00	4,00	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	4,00	4,00	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	28,82	9,61
3,50	4,00	4,00	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	31,52	10,51
4,00	4,00	4,00	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	34,39	11,46
4,50	4,00	4,00	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	37,11	12,37
5,00	4,00	4,00	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	39,65	13,22
5,50	4,00	4,00	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	42,35	14,12
6,00	4,00	4,00	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	45,05	15,02
1,00	4,50	4,50	1,80	1,953	1,131	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	4,50	4,50	1,80	1,953	1,019	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	4,50	4,50	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	4,50	4,50	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36

3,00	4,50	4,50	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	29,23	9,74
3,50	4,50	4,50	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	31,93	10,64
4,00	4,50	4,50	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	34,80	11,60
4,50	4,50	4,50	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	37,52	12,51
5,00	4,50	4,50	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	40,06	13,35
5,50	4,50	4,50	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	42,76	14,25
6,00	4,50	4,50	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	45,46	15,15
1,00	5,00	5,00	1,80	1,953	1,113	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	5,00	5,00	1,80	1,953	1,013	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	5,00	5,00	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	5,00	5,00	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	5,00	5,00	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	29,64	9,88
3,50	5,00	5,00	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	32,33	10,78
4,00	5,00	5,00	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	35,21	11,74
4,50	5,00	5,00	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	37,93	12,64
5,00	5,00	5,00	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	40,47	13,49
5,50	5,00	5,00	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	43,17	14,39
6,00	5,00	5,00	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	45,87	15,29
1,00	5,50	5,50	1,80	1,953	1,098	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	5,50	5,50	1,80	1,953	1,007	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	5,50	5,50	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	5,50	5,50	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	5,50	5,50	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	30,05	10,02
3,50	5,50	5,50	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	32,74	10,91
4,00	5,50	5,50	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	35,62	11,87
4,50	5,50	5,50	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	38,34	12,78
5,00	5,50	5,50	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	40,88	13,63
5,50	5,50	5,50	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	43,58	14,53
6,00	5,50	5,50	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	46,28	15,43
1,00	6,00	6,00	1,80	1,953	1,086	4	1,95	1,64	0	5,70	1,00	0,00	14,11	4,70
1,50	6,00	6,00	1,80	1,953	1,003	4	2,93	1,64	0	5,70	1,00	0,00	15,09	5,03
2,00	6,00	6,00	1,80	1,882	0,882	2	3,56	2,03	0	5,70	1,00	0,00	18,64	6,21
2,50	6,00	6,00	1,80	1,882	0,882	2	4,01	2,03	0	5,70	1,00	0,00	19,08	6,36
3,00	6,00	6,00	1,80	2,038	1,038	2	4,91	0,00	24	14,14	5,20	1,97	30,45	10,15
3,50	6,00	6,00	1,80	2,038	1,038	2	5,43	0,00	24	14,14	5,20	1,97	33,15	11,05
4,00	6,00	6,00	1,80	2,045	1,045	2	5,98	0,00	24	14,14	5,20	1,97	36,04	12,01
4,50	6,00	6,00	1,80	2,045	1,045	2	6,50	0,00	24	14,14	5,20	1,97	38,75	12,92
5,00	6,00	6,00	1,80	2,039	1,039	2	7,00	0,00	24	14,14	5,20	1,97	41,29	13,76
5,50	6,00	6,00	1,80	2,039	1,039	2	7,51	0,00	24	14,14	5,20	1,97	43,99	14,66
6,00	6,00	6,00	1,80	2,039	1,039	2	8,03	0,00	24	14,14	5,20	1,97	46,69	15,56

Tabla 9. Capacidad de carga para zapatas cuadradas

De acuerdo a los resultados obtenidos, se presentan capacidades de carga bajas, por lo tanto, se recomienda usar un material de mejoramiento (y que este se apoye sobre un espesor de piedra rajón) y abatir el nivel de aguas freáticas bajo la cimentación a una profundidad mínima de 1.00 metros. A continuación, se presentan un esquema y los valores de capacidad de carga para un material con peso unitario seco de 2.05, cohesión de 0 (asumiendo un suelo puramente friccionante) y un ángulo de fricción de 35° .



Z debe ser mayor o igual a 1.00 metros

Df (m)	B (m)	L (m)	Y (t/m ³)	q (t/m ²)	C (t/m ²)	(ϕ)	Nc	Nq	Ny	Qu (t/m ²)	Qadm (t/m ²)	Q diseño (t)
1,00	1,00	1,00	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	32,98	10,99	10,99
1,50	1,00	1,00	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	46,05	15,35	15,35
2,00	1,00	1,00	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	59,12	19,71	19,71
2,50	1,00	1,00	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	72,19	24,06	24,06
3,00	1,00	1,00	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	85,26	28,42	28,42
3,50	1,00	1,00	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	98,33	32,78	32,78
4,00	1,00	1,00	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	111,40	37,13	37,13
4,50	1,00	1,00	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	124,47	41,49	41,49

5,00	1,00	1,00	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	137,53	45,84	45,84
5,50	1,00	1,00	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	150,60	50,20	50,20
6,00	1,00	1,00	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	163,67	54,56	54,56
1,00	1,50	1,50	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	36,41	12,14	27,31
1,50	1,50	1,50	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	49,48	16,49	37,11
2,00	1,50	1,50	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	62,55	20,85	46,91
2,50	1,50	1,50	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	75,61	25,20	56,71
3,00	1,50	1,50	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	88,68	29,56	66,51
3,50	1,50	1,50	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	101,75	33,92	76,31
4,00	1,50	1,50	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	114,82	38,27	86,12
4,50	1,50	1,50	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	127,89	42,63	95,92
5,00	1,50	1,50	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	140,96	46,99	105,72
5,50	1,50	1,50	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	154,03	51,34	115,52
6,00	1,50	1,50	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	167,10	55,70	125,32
1,00	2,00	2,00	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	39,83	13,28	53,11
1,50	2,00	2,00	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	52,90	17,63	70,53
2,00	2,00	2,00	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	65,97	21,99	87,96
2,50	2,00	2,00	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	79,04	26,35	105,38
3,00	2,00	2,00	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	92,11	30,70	122,81
3,50	2,00	2,00	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	105,18	35,06	140,23
4,00	2,00	2,00	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	118,24	39,41	157,66
4,50	2,00	2,00	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	131,31	43,77	175,08
5,00	2,00	2,00	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	144,38	48,13	192,51
5,50	2,00	2,00	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	157,45	52,48	209,93
6,00	2,00	2,00	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	170,52	56,84	227,36
1,00	2,50	2,50	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	43,26	14,42	90,11
1,50	2,50	2,50	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	56,32	18,77	117,34
2,00	2,50	2,50	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	69,39	23,13	144,57
2,50	2,50	2,50	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	82,46	27,49	171,79
3,00	2,50	2,50	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	95,53	31,84	199,02
3,50	2,50	2,50	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	108,60	36,20	226,25
4,00	2,50	2,50	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	121,67	40,56	253,47
4,50	2,50	2,50	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	134,74	44,91	280,70
5,00	2,50	2,50	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	147,81	49,27	307,93
5,50	2,50	2,50	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	160,87	53,62	335,15
6,00	2,50	2,50	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	173,94	57,98	362,38
1,00	3,00	3,00	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	46,68	15,56	140,04
1,50	3,00	3,00	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	59,75	19,92	179,24
2,00	3,00	3,00	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	72,82	24,27	218,45
2,50	3,00	3,00	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	85,88	28,63	257,65
3,00	3,00	3,00	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	98,95	32,98	296,86
3,50	3,00	3,00	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	112,02	37,34	336,07

4,00	3,00	3,00	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	125,09	41,70	375,27
4,50	3,00	3,00	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	138,16	46,05	414,48
5,00	3,00	3,00	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	151,23	50,41	453,69
5,50	3,00	3,00	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	164,30	54,77	492,89
6,00	3,00	3,00	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	177,37	59,12	532,10
1,00	3,50	3,50	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	50,10	16,70	204,58
1,50	3,50	3,50	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	63,17	21,06	257,95
2,00	3,50	3,50	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	76,24	25,41	311,31
2,50	3,50	3,50	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	89,31	29,77	364,68
3,00	3,50	3,50	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	102,38	34,13	418,04
3,50	3,50	3,50	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	115,45	38,48	471,40
4,00	3,50	3,50	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	128,51	42,84	524,77
4,50	3,50	3,50	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	141,58	47,19	578,13
5,00	3,50	3,50	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	154,65	51,55	631,50
5,50	3,50	3,50	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	167,72	55,91	684,86
6,00	3,50	3,50	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	180,79	60,26	738,22
1,00	4,00	4,00	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	53,53	17,84	285,47
1,50	4,00	4,00	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	66,59	22,20	355,17
2,00	4,00	4,00	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	79,66	26,55	424,87
2,50	4,00	4,00	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	92,73	30,91	494,57
3,00	4,00	4,00	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	105,80	35,27	564,27
3,50	4,00	4,00	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	118,87	39,62	633,97
4,00	4,00	4,00	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	131,94	43,98	703,67
4,50	4,00	4,00	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	145,01	48,34	773,37
5,00	4,00	4,00	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	158,08	52,69	843,07
5,50	4,00	4,00	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	171,14	57,05	912,77
6,00	4,00	4,00	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	184,21	61,40	982,47
1,00	4,50	4,50	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	56,95	18,98	384,41
1,50	4,50	4,50	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	70,02	23,34	472,62
2,00	4,50	4,50	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	83,09	27,70	560,83
2,50	4,50	4,50	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	96,16	32,05	649,05
3,00	4,50	4,50	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	109,22	36,41	737,26
3,50	4,50	4,50	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	122,29	40,76	825,48
4,00	4,50	4,50	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	135,36	45,12	913,69
4,50	4,50	4,50	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	148,43	49,48	1001,90
5,00	4,50	4,50	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	161,50	53,83	1090,12
5,50	4,50	4,50	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	174,57	58,19	1178,33
6,00	4,50	4,50	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	187,64	62,55	1266,55
1,00	5,00	5,00	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	60,37	20,12	503,10
1,50	5,00	5,00	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	73,44	24,48	612,01
2,00	5,00	5,00	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	86,51	28,84	720,92
2,50	5,00	5,00	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	99,58	33,19	829,82

3,00	5,00	5,00	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	112,65	37,55	938,73
3,50	5,00	5,00	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	125,72	41,91	1047,64
4,00	5,00	5,00	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	138,79	46,26	1156,54
4,50	5,00	5,00	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	151,85	50,62	1265,45
5,00	5,00	5,00	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	164,92	54,97	1374,35
5,50	5,00	5,00	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	177,99	59,33	1483,26
6,00	5,00	5,00	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	191,06	63,69	1592,17
1,00	5,50	5,50	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	63,80	21,27	643,28
1,50	5,50	5,50	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	76,86	25,62	775,05
2,00	5,50	5,50	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	89,93	29,98	906,83
2,50	5,50	5,50	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	103,00	34,33	1038,61
3,00	5,50	5,50	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	116,07	38,69	1170,38
3,50	5,50	5,50	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	129,14	43,05	1302,16
4,00	5,50	5,50	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	142,21	47,40	1433,94
4,50	5,50	5,50	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	155,28	51,76	1565,71
5,00	5,50	5,50	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	168,35	56,12	1697,49
5,50	5,50	5,50	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	181,41	60,47	1829,27
6,00	5,50	5,50	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	194,48	64,83	1961,04
1,00	6,00	6,00	2,050	2,05	0,00	35	25,18	12,75	8,35	67,22	22,41	806,63
1,50	6,00	6,00	2,050	3,08	0,00	35	25,18	12,75	8,35	80,29	26,76	963,46
2,00	6,00	6,00	2,050	4,10	0,00	35	25,18	12,75	8,35	93,36	31,12	1120,28
2,50	6,00	6,00	2,050	5,13	0,00	35	25,18	12,75	8,35	106,43	35,48	1277,11
3,00	6,00	6,00	2,050	6,15	0,00	35	25,18	12,75	8,35	119,49	39,83	1433,93
3,50	6,00	6,00	2,050	7,18	0,00	35	25,18	12,75	8,35	132,56	44,19	1590,76
4,00	6,00	6,00	2,050	8,20	0,00	35	25,18	12,75	8,35	145,63	48,54	1747,58
4,50	6,00	6,00	2,050	9,23	0,00	35	25,18	12,75	8,35	158,70	52,90	1904,41
5,00	6,00	6,00	2,050	10,25	0,00	35	25,18	12,75	8,35	171,77	57,26	2061,23
5,50	6,00	6,00	2,050	11,28	0,00	35	25,18	12,75	8,35	184,84	61,61	2218,06
6,00	6,00	6,00	2,050	12,30	0,00	35	25,18	12,75	8,35	197,91	65,97	2374,88

Tabla 10. Capacidad de carga para zapatas cuadradas (con material de mejoramiento)

7.2 Asentamientos

Para el cálculo de asentamientos se empleó la teoría de la elasticidad por medio de la expresión propuesta por Schleicher (1926). Se modifica la ecuación para calcular la capacidad neta permisible para asentamientos de 2.54 cm:

$$Q_{\Delta} = S_e * \left(B \frac{1 - \mu^2}{E_s} I_s \right)^{-1}$$

Donde:

Q_{Δ} Capacidad permisible por asentamientos

Se Límite de asentamiento elástico permisible, $S_e = 2.54$ cm

I_s Factor de Forma $I_s = 0.82$

El módulo de reacción vertical (k_v) o coeficiente de balasto se define como una constante de proporcionalidad entre presión de fondo y asentamiento por medio de la siguiente expresión:

$$k_v = \frac{Q_{\Delta}}{S_e}$$

Df (m)	B (m)	L (m)	L/B	Es (t/m ²)	μ	Is	Se (cm)	Q Δ (t/m ²)	Kv (t/m ³)
1,00	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
1,50	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
2,00	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
2,50	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
3,00	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
3,50	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
4,00	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
4,50	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
5,00	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
5,50	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
6,00	1,00	1,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	73,8	2903,6
1,00	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
1,50	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
2,00	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
2,50	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
3,00	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
3,50	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
4,00	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
4,50	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
5,00	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
5,50	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
6,00	1,50	1,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	49,2	1935,7
1,00	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
1,50	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
2,00	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
2,50	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
3,00	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
3,50	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
4,00	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
4,50	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
5,00	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
5,50	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8
6,00	2,00	2,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	36,9	1451,8

1,00	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
1,50	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
2,00	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
2,50	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
3,00	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
3,50	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
4,00	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
4,50	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
5,00	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
5,50	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
6,00	2,50	2,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	29,5	1161,4
1,00	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
1,50	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
2,00	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
2,50	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
3,00	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
3,50	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
4,00	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
4,50	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
5,00	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
5,50	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
6,00	3,00	3,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	24,6	967,9
1,00	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
1,50	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
2,00	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
2,50	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
3,00	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
3,50	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
4,00	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
4,50	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
5,00	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
5,50	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
6,00	3,50	3,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	21,1	829,6
1,00	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
1,50	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
2,00	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
2,50	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
3,00	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
3,50	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
4,00	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
4,50	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
5,00	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9

5,50	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
6,00	4,00	4,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	18,4	725,9
1,00	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
1,50	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
2,00	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
2,50	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
3,00	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
3,50	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
4,00	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
4,50	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
5,00	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
5,50	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
6,00	4,50	4,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	16,4	645,2
1,00	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
1,50	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
2,00	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
2,50	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
3,00	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
3,50	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
4,00	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
4,50	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
5,00	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
5,50	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
6,00	5,00	5,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	14,8	580,7
1,00	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
1,50	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
2,00	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
2,50	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
3,00	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
3,50	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
4,00	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
4,50	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
5,00	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
5,50	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
6,00	5,50	5,50	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	13,4	527,9
1,00	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
1,50	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
2,00	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
2,50	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
3,00	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
3,50	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
4,00	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9

4,50	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
5,00	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
5,50	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9
6,00	6,00	6,00	1,00	2000	0,40	0,82	2,54	12,3	483,9

Tabla 10. Asentamientos de zapatas cuadradas

8. CONDICIONES ESPECIALES DE LOS SUELOS

De acuerdo con la caracterización realizada en el sector analizado se estableció una tipología del perfil estratigráfico consistente de un suelo fino tipo arcilla de plasticidad media hasta los 3.0 metros y luego un suelo granular tipo arena con material fino no plástico. Dada la caracterización de los materiales presentes en el proyecto se analizará la presencia de suelos con potencial expansivo (para suelo fino) y de licuación (para suelo granular).

8.1 Suelos expansivos

Esta condición geotécnica especial consiste en la propiedad de los suelos de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan.

El material que conforma el suelo del proyecto es una arcilla de plasticidad media que presenta valores del índice plástico menores a 20 %, lo cual según el criterio de la tabla H.9.1-1 de la NSR10, cualifica al suelo con grado de expansión bajo.

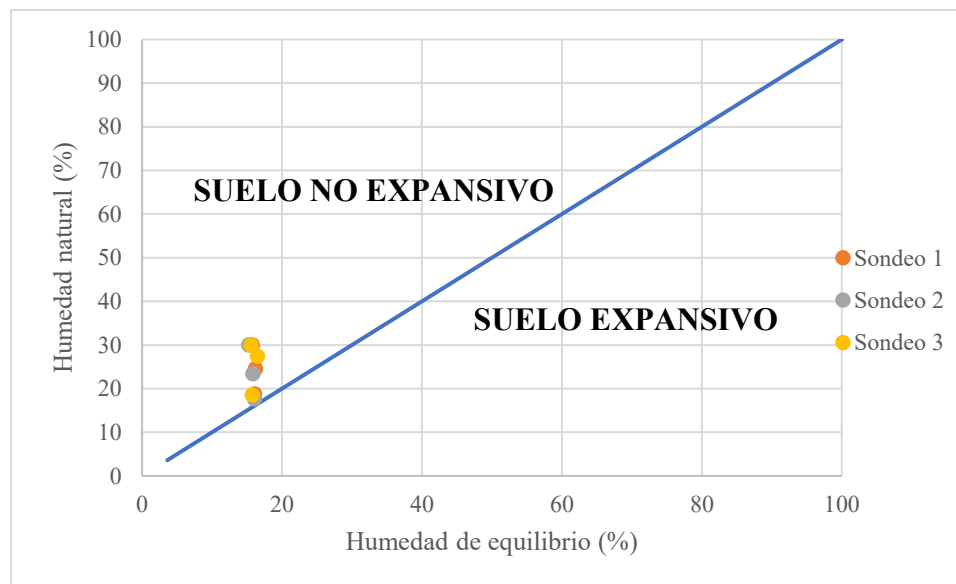
Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

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

Humedad de equilibrio

De acuerdo con el análisis de los resultados de los ensayos de límites de consistencia, los cuales no deben tomarse como un indicador directo y concluyente de la expansión, se calculó la humedad de equilibrio (si la humedad natural está por debajo de dicho valor, el material buscará satisfacer la demanda de agua hasta llegar a este valor) como valor complementario.

$$W_{eq} = 0,47 LL + 3.6 \quad (\text{H.6.1.4, NSR 98})$$



Según la gráfica anterior, se evidencia que las muestras analizadas del suelo fino encontrado en los tres sondeos no son expansivas.

De acuerdo a la tabla H.9.1-1 de la NSR-10 y la humedad de equilibrio, el material fino presente en el proyecto no es expansivo.

8.2 Suelos licuables

Se define la amenaza por licuación como la pérdida de resistencia súbita del suelo debido a las cargas dinámicas impuestas a éste durante un evento sísmico y que, en consecuencia, puede tener impactos negativos en las estructuras construidas sobre este. El término licuación corresponde a un fenómeno donde la resistencia al corte de una masa de suelo decrece debido al incremento de las presiones intersticiales que se producen ante la aplicación de cargas monotónicas, cíclicas o dinámicas en condiciones no drenadas. Dicho fenómeno se presenta durante sismos severos y ocurren principalmente arenas, arenas finas limosas y limos no plásticos, saturados y sueltos, que tienden a densificarse cuando son sometidas a cargas cíclicas o monotónicas. Esta tendencia a la densificación ocurre cuando el suelo está saturado y el drenaje es lento o totalmente inexistente, causa el crecimiento de la presión de poros, en exceso de su estado estático, y el decrecimiento correlativo del esfuerzo efectivo, incluso hasta anularlo, en estas condiciones, el suelo puede perder toda su resistencia y rigidez con lo cual sobreviene la flotación de las partículas y la pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante y su comportamiento se asemeja al de un líquido viscoso, de ahí el término de licuación.

Es importante reconocer que la licuación no ocurre de manera aleatoria y que por el contrario se requieren ciertos ambientes geológicos e hidrológicos, y que ocurre principalmente en depósitos recientes de arena y limo con altos niveles freáticos. Los más susceptibles están constituidos por los depósitos del Holoceno (con una edad inferior a los 10.000 años), pero es muy raro que se presente en depósitos de suelos de edad anterior a los del Pleistoceno.

Entre más reciente, suelto y saturado sea un depósito de suelos granulares, será mucho más susceptible a la licuación. Son más susceptibles las arenas finas relativamente uniformes. Son menos susceptibles los depósitos bien gradados con tamaños hasta de gravas, aunque éstas últimas ocasionalmente se licúan. Son más susceptibles los suelos con partículas redondeadas que aquellos con partículas angulares. El contenido de finos y su plasticidad reducen la susceptibilidad a la licuación.

Las propiedades del suelo encontrado en el subsuelo son las siguientes:

Propiedades de suelo	
Peso específico de sólidos (Gs)	2,65
Peso unitario del agua (Ton/m ³)	1,00
Nivel freático (m)	1,8
Aceleración máxima del terreno (g)	0,10

A continuación, se presenta el análisis para las muestras encontradas en la exploración:

Sondeo	Muestra	% FINOS	IP (%)	w (%)	γ (T/m ³)	σ_v (T/m ²)	U (T/m ²)	σ'_v (T/m ²)	rd	τ_{prom}/σ'_v	N	Cn	CF	N(1)60	CP	τ_{lic}/σ'_v	CONDICIÓN DE LICUACIÓN
1	4	17,2	0,0	21,5	1,656	6,624	0,00	6,624	0,983	0,064	10	1,252	6,178	15,6	1,0	0,173	NO LICUABLE
	5	18,9	0,0	20,2	1,693	8,465	0,00	8,465	0,974	0,063	14	1,102	6,382	18,0	1,0	0,199	NO LICUABLE
	6	12,6	0,0	20,4	1,689	10,134	0,00	10,134	0,965	0,063	15	0,995	5,502	16,7	1,0	0,185	NO LICUABLE
2	4	22,0	0,0	19,2	1,724	6,896	0,00	6,896	0,983	0,064	12	1,228	6,712	17,8	1,0	0,197	NO LICUABLE
	5	14,7	0,0	19,4	1,716	8,580	0,00	8,580	0,974	0,063	14	1,094	5,837	17,3	1,0	0,192	NO LICUABLE
	6	16,4	0,0	20,4	1,688	10,128	0,00	10,128	0,965	0,063	15	0,995	6,074	17,3	1,0	0,192	NO LICUABLE
3	4	26,1	0,0	19,6	1,711	6,844	0,00	6,844	0,983	0,064	16	1,232	7,083	21,9	1,0	0,243	NO LICUABLE
	5	14,2	0,0	19,4	1,718	8,590	0,00	8,590	0,974	0,063	16	1,093	5,761	18,9	1,0	0,210	NO LICUABLE
	6	14,9	0,0	19,3	1,721	10,326	0,00	10,326	0,965	0,063	17	0,987	5,866	18,5	1,0	0,205	NO LICUABLE

Tabla 10. Cálculo de potencial de licuación

Por lo tanto, los suelos granulares presentes no son licuables.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio de mecánica de suelos es aplicable únicamente para el sitio **ANT.PUERTO MURILLO**, el cual se ubica en el corregimiento Puerto Murillo, 05579, Puerto Berrío, Antioquia, Colombia. Del estudio se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Se recomienda la implementación de una zapata cuadrada con desplante mínimo de 1.00 metros y 1.00 metros de ancho.
- La cimentación se debe colocar sobre una capa de material de mejoramiento que a su vez esté sobre un espesor de piedra rajón para mejorar la capacidad portante y proteger del nivel de aguas freáticas.
- Los espesores de material de mejoramiento y de piedra rajón deben ser de mínimo 0.50 y 0.20 metros, respectivamente.
- De acuerdo a la NSR 2010 el perfil del suelo es E.
- El suelo presente en la zona del proyecto se divide en dos estratos; un suelo fino tipo arcilla de plasticidad media (desde la superficie hasta 3.0 metros de profundidad) y un suelo granular tipo arena con presencia de material fino no plástico (de 3.0 hasta 6.0 metros de profundidad).
- Los suelos presentes no son expansivos ni licuables.
- Se detectó el NAF a partir de 1.80 metros.
- Se requiere abatimiento del NAF en este sitio.
- El NAF debe estar bajo la cimentación a una profundidad mínima de 1.00 metros.
- Se puede realizar excavaciones con taludes tendidos con una relación 1:0.5 (vertical: horizontal) y la profundidad máxima de excavación manual recomendada es de 1.5 con los taludes mencionados o cortes verticales debidamente ademados.
- La excavación se puede llevar a cabo con una excavación manual con pico y pala.
- Se recomienda la implementación de entibados ya que los suelos son débiles y el nivel de aguas freáticas está a 1.80 metros.
- Una vez alcanzada la profundidad de desplante, se recomienda efectuar el colado de una plantilla de concreto pobre $f'c=100$ kg/cm² de 5 cm de espesor antes de colocar la zapata.

- El material de mejoramiento a emplear, deberá tener un bajo contenido de finos, estar libre de materia orgánica, con un límite líquido inferior al 30%, índice de plasticidad menor al 10% y cumplir con la siguiente granulometría:

Tamiz	% que pasa
75 mm	100
2 mm	≤ 80
0.074 mm	≤ 25

- Los materiales granulares se deberán compactar por capas sueltas no mayores de 0.20 m hasta alcanzar como mínimo un peso unitario seco equivalente al 95% del obtenido en el ensayo Proctor modificado.
- La piedra rajón a implementar debe tener diámetros máximos de 0.30 m, y debe cumplir además con los siguientes requerimientos:
 - Debe tener un peso unitario individual de 2.10 t/m³.
 - El desgaste en la máquina de los ángeles debe ser menor al 50%.
 - Las perdidas en el ensayo de solidez en sulfatos deben ser máximo 12% en sulfato de sodio y de 18% en sulfatos de magnesio.
 - El porcentaje en peso de partículas menores al tamiz de 25.0 mm (1”), debe ser inferior al treinta por ciento (30%)
- Se recomienda realizar controles periódicos de los asentamientos durante la construcción y enviar estos datos al Ingeniero de Suelos para su correspondiente análisis.

ATENTAMENTE



Carlos Mario Vergara Maussa
Especialista en mecánica de suelos y cimentaciones
MAT. 22202-389145 COR

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braja M. Das (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. 4ta ed. Cengage Learning.
- Holguin, E. Gutierrez, C. Cuevas, C. Segovia, J. (1992). *Diseño geotécnico de cimentaciones*. TGC Geotécnia S.A.
- Tamez González, Enrique (2001). *Ingeniería de Cimentaciones “Conceptos básicos de la práctica”*. TGC Geotécnia S.A.
- Juárez, E. y Rico, A. (1976). *Mecánica de suelos tomo II teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos*. Editorial Limusa.
- AASHTO (2020). *LRFD Bridge Design Specifications*. 9th ed.

ANEXO I: REGISTRO FOTOGRÁFICO



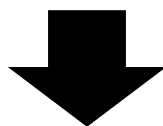


ANEXO II: UBICACIÓN DE SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO



Imagen 5: Ubicación de sondeos

ENSAYOS DE LABORATORIO





JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA

NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	1	Muestra	1	Profundidad	0,00 - 1,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa humeda + masa de recipiente (g)	119,1	35,1	36,0	34,8	24,4	23,4
Masa seca + masa de recipiente (g)	110,4	31,8	32,5	31,2	23,5	22,7
Masa de recipiente (g)	64,1	18,4	19,5	18,7	17,9	18,5
Humedad (%)	18,8	24,6	26,9	28,8	16,1	16,7

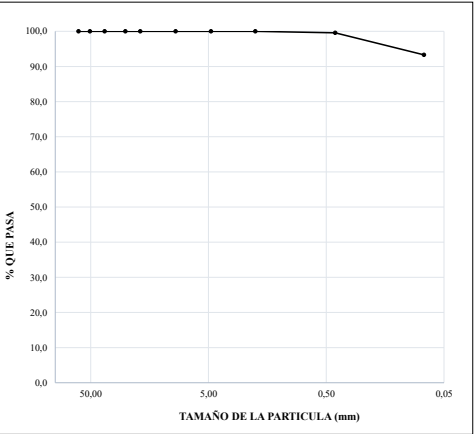
Límite Líquido	26,5	Límite Plástico	16,4	Índice de Plasticidad	10,1	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	110,4
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	67,2
Peso recipiente (g)	64,1
% Que pasa el tamiz No 200.	93,3

Masa neta antes de lavar (g)	46,3
Masa neta después de lavar (g)	3,1

Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,2	0,4	0,4	99,6
No. 200	0,074	2,9	6,3	6,7	93,3
FONDO	0	0,0	0,0	6,7	93,3
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	1	Muestra	2	Profundidad	1,00 - 2,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa húmeda + masa de recipiente (g)	278,7	40,0	40,5	42,5	29,8	29,3
Masa seca + masa de recipiente (g)	234,0	35,9	35,9	37,1	28,3	28,0
Masa de recipiente (g)	52,3	19,3	19,3	18,7	18,8	19,9
Humedad (%)	24,6	24,7	27,7	29,0	15,8	16,0

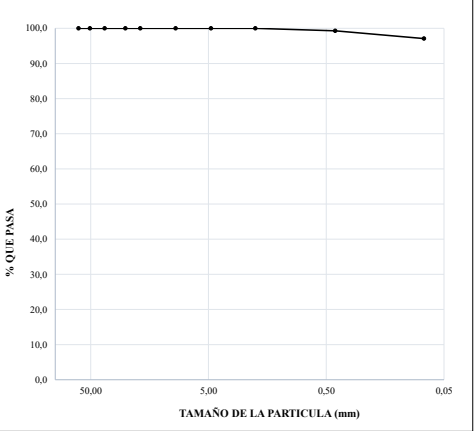
Límite Líquido	26,9	Límite Plástico	15,9	Índice de Plasticidad	11,0	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	234,0
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	65,6
Peso recipiente (g)	52,3
% Que pasa el tamiz No 200.	92,7

Masa neta antes de lavar (g)	181,7
Masa neta después de lavar (g)	13,3

Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	1,3	0,7	0,7	99,3
No. 200	0,074	4,0	2,2	2,9	97,1
FONDO	0	8,0	4,4	7,3	92,7
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	1	Muestra	3	Profundidad	2,00 - 3,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa humeda + masa de recipiente (g)	187,8	34,2	37,7	36,5	24,7	25,0
Masa seca + masa de recipiente (g)	159,0	31,2	33,7	32,4	23,9	24,2
Masa de recipiente (g)	63,1	18,5	18,4	18,2	18,8	19,0
Humedad (%)	30,0	23,6	26,1	28,7	15,7	15,4

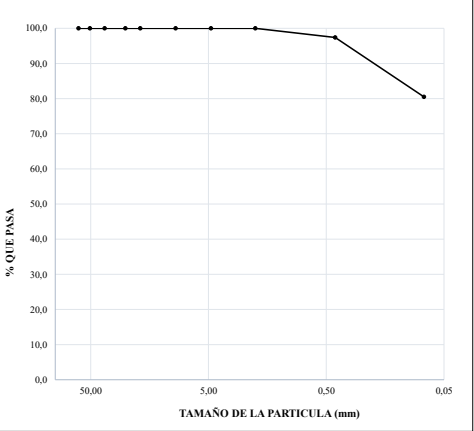
Límite Líquido	25,8	Límite Plástico	15,5	Índice de Plasticidad	10,3	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	159,0
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	81,8
Peso recipiente (g)	63,1
% Que pasa el tamiz No 200.	80,5

Masa neta antes de lavar (g)	95,9
Masa neta después de lavar (g)	18,7

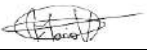
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	2,5	2,6	2,6	97,4
No. 200	0,074	16,2	16,9	19,5	80,5
FONDO	0	0,0	0,0	19,5	80,5
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	1	Muestra	4	Profundidad	3,00 - 4,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	293,8					
Masa seca + masa de recipiente (g)	251,2					
Masa de recipiente (g)	53,0					
Humedad (%)	21,5					

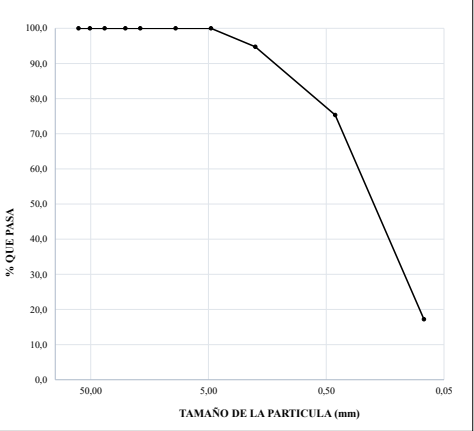
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	251,2
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	217,1
Peso recipiente (g)	53,0
% Que pasa el tamiz No 200.	17,2

Masa neta antes de lavar (g)	198,2
Masa neta después de lavar (g)	164,1

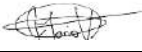
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	10,4	5,2	5,2	94,8
No. 40	0,4	38,5	19,4	24,7	75,3
No. 200	0,074	115,2	58,1	82,8	17,2
FONDO	0	0,0	0,0	82,8	17,2
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN		Arena S (C o M)			



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	1	Muestra	5	Profundidad	4,00 - 5,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	294,1					
Masa seca + masa de recipiente (g)	254,2					
Masa de recipiente (g)	56,9					
Humedad (%)	20,2					

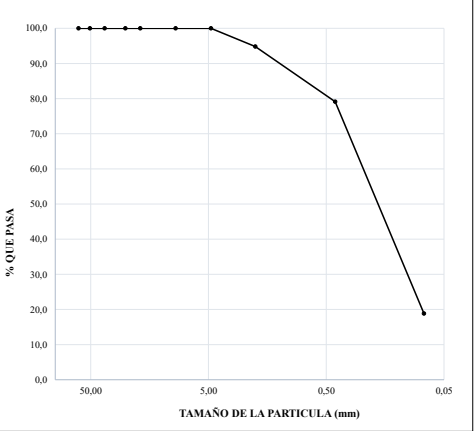
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	254,2
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	217,0
Peso recipiente (g)	56,9
% Que pasa el tamiz No 200.	18,9

Masa neta antes de lavar (g)	197,3
Masa neta después de lavar (g)	160,1

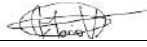
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 / 8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	10,2	5,2	5,2	94,8
No. 40	0,4	31,0	15,7	20,9	79,1
No. 200	0,074	118,9	60,3	81,1	18,9
FONDO	0	0,0	0,0	81,1	18,9
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN		Arena S (C o M)			



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	1	Muestra	6	Profundidad	5,00 - 6,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	250,9					
Masa seca + masa de recipiente (g)	218,5					
Masa de recipiente (g)	59,3					
Humedad (%)	20,4					

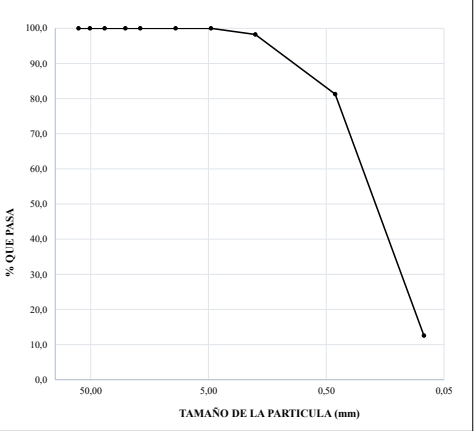
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	218,5
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	198,5
Peso recipiente (g)	59,3
% Que pasa el tamiz No 200.	12,6

Masa neta antes de lavar (g)	159,2
Masa neta después de lavar (g)	139,2

Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	2,8	1,8	1,8	98,2
No. 40	0,4	27,0	17,0	18,7	81,3
No. 200	0,074	109,4	68,7	87,4	12,6
FONDO	0	0,0	0,0	87,4	12,6
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arena S (C o M)		



Observaciones	

Elaboró:
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó:
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	2	Muestra	1	Profundidad	0,00 - 1,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa húmeda + masa de recipiente (g)	279,8	35,4	36,2	34,8	25,1	24,9
Masa seca + masa de recipiente (g)	245,8	32,2	32,5	31,2	24,2	24,0
Masa de recipiente (g)	54,3	18,9	18,8	19,0	18,6	18,4
Humedad (%)	17,8	24,1	27,0	29,5	16,1	16,1

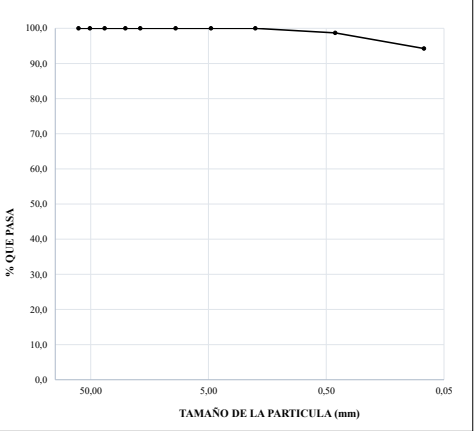
Límite Líquido	26,5	Límite Plástico	16,1	Índice de Plasticidad	10,4	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	245,8
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	65,3
Peso recipiente (g)	54,3
% Que pasa el tamiz No 200.	94,3

Masa neta antes de lavar (g)	191,5
Masa neta después de lavar (g)	11

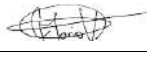
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	2,5	1,3	1,3	98,7
No. 200	0,074	8,5	4,4	5,7	94,3
FONDO	0	0,0	0,0	5,7	94,3
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	2	Muestra	2	Profundidad	1,00 - 2,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa humeda + masa de recipiente (g)	276,4	40,8	36,5	39,5	28,4	28,5
Masa seca + masa de recipiente (g)	235,8	36,8	32,7	34,9	27,2	27,3
Masa de recipiente (g)	62,5	19,6	18,3	19,1	19,2	19,3
Humedad (%)	23,4	23,3	26,6	29,4	15,0	15,0

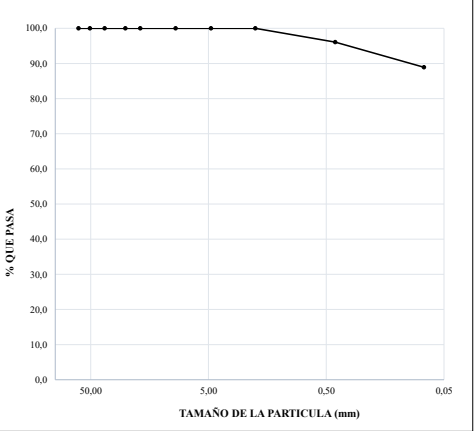
Límite Líquido	26,0	Límite Plástico	15,0	Índice de Plasticidad	11,0	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	235,8
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	81,7
Peso recipiente (g)	62,5
% Que pasa el tamiz No 200.	88,9

Masa neta antes de lavar (g)	173,3
Masa neta después de lavar (g)	19,2

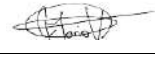
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	6,8	3,9	3,9	96,1
No. 200	0,074	12,4	7,2	11,1	88,9
FONDO	0	0,0	0,0	11,1	88,9
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	2	Muestra	3	Profundidad	2,00 - 3,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa húmeda + masa de recipiente (g)	287,9	35,0	36,8	41,5	31,0	31,2
Masa seca + masa de recipiente (g)	235,4	31,9	33,0	36,9	29,4	29,6
Masa de recipiente (g)	60,6	18,1	18,0	19,9	18,7	18,7
Humedad (%)	30,0	22,6	25,7	27,1	15,0	14,7

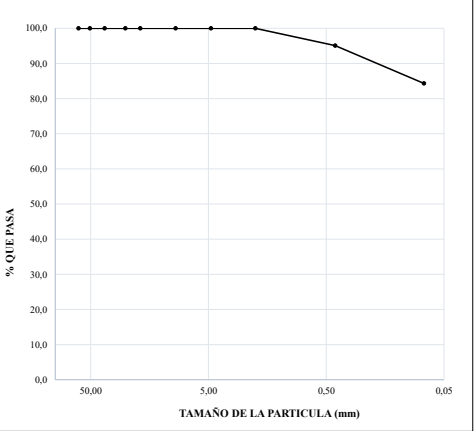
Límite Líquido	24,8	Límite Plástico	14,8	Índice de Plasticidad	10,0	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	235,4
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	88,0
Peso recipiente (g)	60,6
% Que pasa el tamiz No 200.	84,3

Masa neta antes de lavar (g)	174,8
Masa neta después de lavar (g)	27,4

Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	8,6	4,9	4,9	95,1
No. 200	0,074	18,8	10,8	15,7	84,3
FONDO	0	0,0	0,0	15,7	84,3
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	2	Muestra	4	Profundidad	3,00 - 4,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	293,1					
Masa seca + masa de recipiente (g)	254,7					
Masa de recipiente (g)	54,3					
Humedad (%)	19,2					

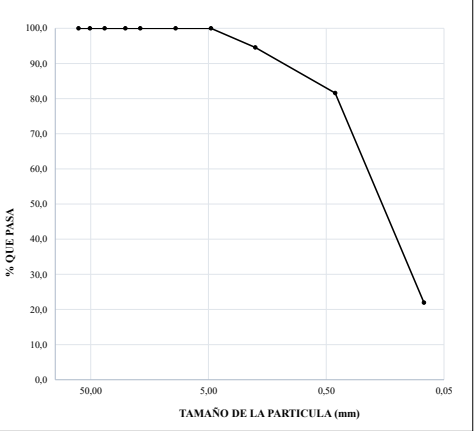
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	254,7
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	210,7
Peso recipiente (g)	54,3
% Que pasa el tamiz No 200.	22,0

Masa neta antes de lavar (g)	200,4
Masa neta después de lavar (g)	156,4

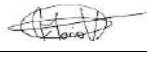
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	10,9	5,4	5,4	94,6
No. 40	0,4	26,0	13,0	18,4	81,6
No. 200	0,074	119,5	59,6	78,0	22,0
FONDO	0	0,0	0,0	78,0	22,0
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arena S (C o M)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	2	Muestra	5	Profundidad	4,00 - 5,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	276,1					
Masa seca + masa de recipiente (g)	240,1					
Masa de recipiente (g)	54,8					
Humedad (%)	19,4					

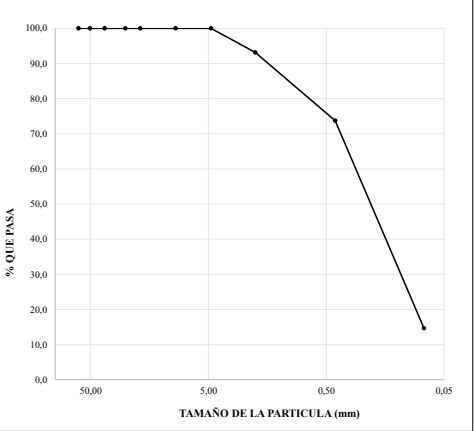
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	240,1
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	212,9
Peso recipiente (g)	54,8
% Que pasa el tamiz No 200.	14,7

Masa neta antes de lavar (g)	185,3
Masa neta después de lavar (g)	158,1

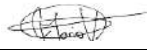
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	12,7	6,9	6,9	93,1
No. 40	0,4	36,0	19,4	26,3	73,7
No. 200	0,074	109,4	59,0	85,3	14,7
FONDO	0	0,0	0,0	85,3	14,7
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN		Arena S (C o M)			



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	2	Muestra	6	Profundidad	5,00 - 6,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	302,5					
Masa seca + masa de recipiente (g)	261,4					
Masa de recipiente (g)	59,6					
Humedad (%)	20,4					

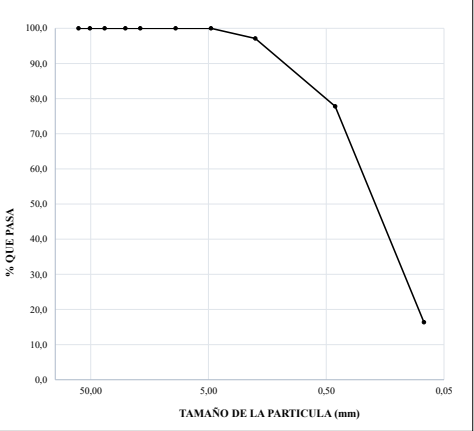
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	261,4
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	228,4
Peso recipiente (g)	59,6
% Que pasa el tamiz No 200.	16,4

Masa neta antes de lavar (g)	201,8
Masa neta después de lavar (g)	168,8

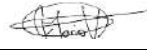
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	5,8	2,9	2,9	97,1
No. 40	0,4	39,0	19,3	22,2	77,8
No. 200	0,074	124,0	61,4	83,6	16,4
FONDO	0	0,0	0,0	83,6	16,4
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arena S (C o M)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	3	Muestra	1	Profundidad	0,00 - 1,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa húmeda + masa de recipiente (g)	267,8	34,9	35,5	32,9	23,9	23,6
Masa seca + masa de recipiente (g)	234,3	31,4	31,5	29,2	23,2	22,9
Masa de recipiente (g)	54,0	16,4	16,2	16,5	18,6	18,5
Humedad (%)	18,6	23,3	26,1	29,1	15,2	15,9

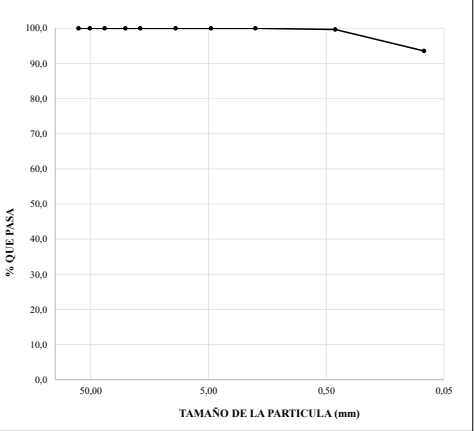
Límite Líquido	25,8	Límite Plástico	15,6	Índice de Plasticidad	10,2	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	234,3
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	65,6
Peso recipiente (g)	54,0
% Que pasa el tamiz No 200.	93,6

Masa neta antes de lavar (g)	180,3
Masa neta después de lavar (g)	11,6

Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,6	0,3	0,3	99,7
No. 200	0,074	11,0	6,1	6,4	93,6
FONDO	0	0,0	0,0	6,4	93,6
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN		Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)			



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	3	Muestra	2	Profundidad	1,00 - 2,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa humeda + masa de recipiente (g)	248,9	39,0	42,0	39,0	30,2	30,2
Masa seca + masa de recipiente (g)	206,5	34,9	36,9	34,4	28,6	28,6
Masa de recipiente (g)	52,3	19,0	18,5	19,4	19,0	19,0
Humedad (%)	27,5	25,6	27,4	30,3	16,7	16,7

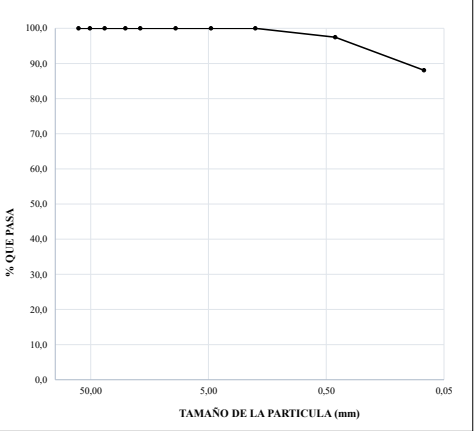
Límite Líquido	27,4	Límite Plástico	16,7	Índice de Plasticidad	10,8	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	206,5
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	70,7
Peso recipiente (g)	52,3
% Que pasa el tamiz No 200.	88,1

Masa neta antes de lavar (g)	154,2
Masa neta después de lavar (g)	18,4

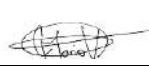
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	3,9	2,5	2,5	97,5
No. 200	0,074	14,5	9,4	11,9	88,1
FONDO	0	0,0	0,0	11,9	88,1
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	3	Muestra	3	Profundidad	2,00 - 3,00 metros	Tipo de material	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1	A	B	C	D	E
Masa húmeda + masa de recipiente (g)	250,1	40,2	38,5	37,6	28,3	27,4
Masa seca + masa de recipiente (g)	205,8	36,0	34,6	31,8	27,1	26,4
Masa de recipiente (g)	58,4	18,4	19,4	10,7	19,2	19,9
Humedad (%)	30,1	23,9	25,7	27,5	15,2	15,4

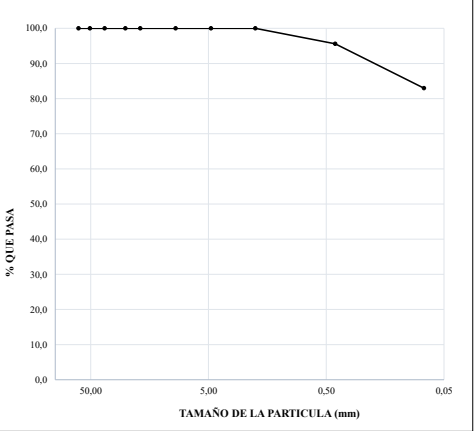
Límite Líquido	25,4	Límite Plástico	15,3	Índice de Plasticidad	10,1	PLASTICIDAD MEDIA	CLASIFICACIÓN USC	CL
----------------	------	-----------------	------	-----------------------	------	-------------------	-------------------	----

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	205,8
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	83,5
Peso recipiente (g)	58,4
% Que pasa el tamiz No 200.	83,0

Masa neta antes de lavar (g)	147,4
Masa neta después de lavar (g)	25,1

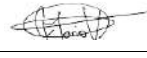
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	6,5	4,4	4,4	95,6
No. 200	0,074	18,6	12,6	17,0	83,0
FONDO	0	0,0	0,0	17,0	83,0
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arcilla o limo (CL,CH o ML,MH)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	3	Muestra	4	Profundidad	3,00 - 4,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	301,2					
Masa seca + masa de recipiente (g)	261,5					
Masa de recipiente (g)	59,0					
Humedad (%)	19,6					

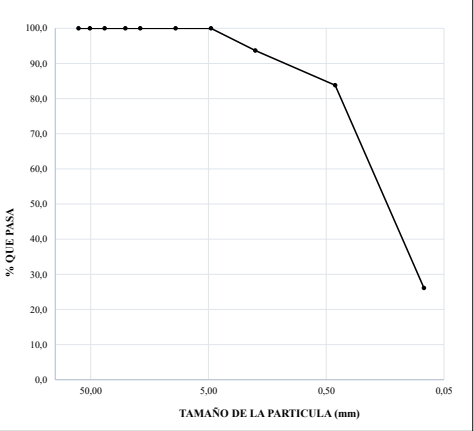
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	261,5
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	208,6
Peso recipiente (g)	59,0
% Que pasa el tamiz No 200.	26,1

Masa neta antes de lavar (g)	202,5
Masa neta después de lavar (g)	149,6

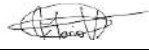
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	12,8	6,3	6,3	93,7
No. 40	0,4	20,0	9,9	16,2	83,8
No. 200	0,074	116,8	57,7	73,9	26,1
FONDO	0	0,0	0,0	73,9	26,1
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arena S (C o M)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	3	Muestra	5	Profundidad	4,00 - 5,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	263,4					
Masa seca + masa de recipiente (g)	229,5					
Masa de recipiente (g)	54,5					
Humedad (%)	19,4					

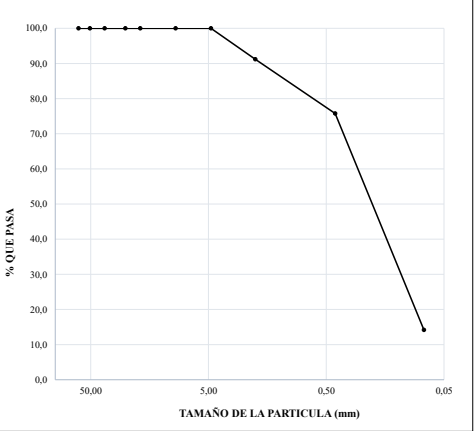
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	229,5
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	204,7
Peso recipiente (g)	54,5
% Que pasa el tamiz No 200.	14,2

Masa neta antes de lavar (g)	175,0
Masa neta después de lavar (g)	150,2

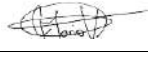
Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	15,4	8,8	8,8	91,2
No. 40	0,4	27,0	15,4	24,2	75,8
No. 200	0,074	107,8	61,6	85,8	14,2
FONDO	0	0,0	0,0	85,8	14,2
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN		Arena S (C o M)			



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad



JV INGENIERÍA
LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO
ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INGENIERÍA
NIT. 10.765.474

Ordenado por	SITES LATAM COLOMBIA						
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA						
Localización	PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO						
Fecha	viernes, 7 de marzo de 2025						
Sondeo	3	Muestra	6	Profundidad	5,00 - 6,00 metros	Tipo de material	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media

	Humedad	Límite Líquido			Límite Plástico	
# GOLPES	NA	35	25	15	NA	
Recipiente	1					
Masa humeda + masa de recipiente (g)	220,4					
Masa seca + masa de recipiente (g)	195,2					
Masa de recipiente (g)	64,5					
Humedad (%)	19,3					

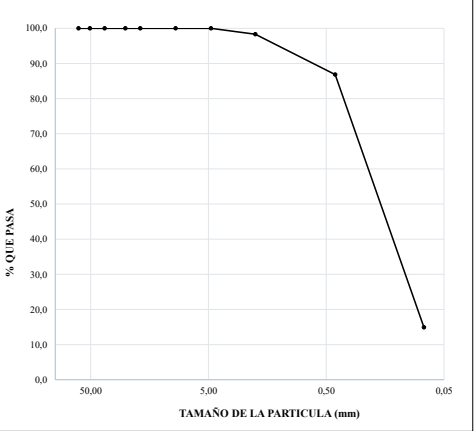
Límite Líquido	NL	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	CLASIFICACIÓN USC	
----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-------------------	--

Recipiente	1
Masa seca + masa de recipiente (g)	195,2
Masa seca lavada + masa de recipiente (g)	175,7
Peso recipiente (g)	64,5
% Que pasa el tamiz No 200.	14,9

Masa neta antes de lavar (g)	130,7
Masa neta después de lavar (g)	111,2

Peso unitario medido (g/cm3)	
Altura (cm)	
Diámetro (cm)	
Volumen (cm)	
Peso (g)	
Y húmedo (g/cm3)	
Y seco (g/cm3)	

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	2,2	1,7	1,7	98,3
No. 40	0,4	15,0	11,5	13,2	86,8
No. 200	0,074	94,0	71,9	85,1	14,9
FONDO	0	0,0	0,0	85,1	14,9
RESULTADOS DEL ENSAYO					
CLASIFICACIÓN			Arena S (C o M)		



Observaciones	

Elaboró: 
Jorge Luis Vanda Gonzalez
Laboratorista

Aprobó: 
Carlos Mario Vergara Maussa
Ing. Control de calidad

			JV INGENIERÍA										INGENIERÍA						
			LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO																
			PERFIL ESTRATIGRÁFICO										NIT. 10.765.474						
Proyecto			CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA																
Ordenado por			SITES LATAM COLOMBIA							Localización		PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO				Fecha		sábado, 8 de marzo de 2025	
Sondeo	Muestra	Coordenadas	Profundidad de la muestra (m)			Tipo de muestra	Golpes			N Campo	Ensayos de Caracterización						Clasificación SUCS	Descripción del material	
			Inicial	Final	Media		6"	12"	18"		Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL	Pasa N°200			
1	1	6°36'24.66"N 74°23'39.52"O	0,00	1,00	0,50	SS	3	3	3	6	18,8	26,5	16,4	10,1	0,24	93,3	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja	
	2		1,00	2,00	1,50	SS	3	4	4	8	24,6	26,9	15,9	11,0	0,79	97,1	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja	
	3		2,00	3,00	2,50	SS	2	4	5	9	30,0	25,8	15,5	10,3	1,41	80,5	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja	
	4		3,00	4,00	3,50	SS	3	5	5	10	21,5	NL	NP	-	-	17,2	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media	
	5		4,00	5,00	4,50	SS	6	6	8	14	20,2	NL	NP	-	-	18,9	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media	
	6		5,00	6,00	5,50	SS	7	6	9	15	20,4	NL	NP	-	-	12,6	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media	
Observaciones			Durante la exploración se detectó nivel freático a 2.50 metros de profundidad												B: Bolsa SS: Split Spoon SH: Shelby				

			JV INGENIERÍA										INGENIERÍA							
			LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO																	
			PERFIL ESTRATIGRÁFICO										NIT. 10.765.474							
Proyecto			CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA																	
Ordenado por			SITES LATAM COLOMBIA							Localización		PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO				Fecha		sábado, 8 de marzo de 2025		
Sondeo	Muestra	Coordenadas	Profundidad de la muestra (m)			Tipo de muestra	Golpes			N Campo	Ensayos de Caracterización						Clasificación SUCS	Descripción del material		
			Inicial	Final	Media		6"	12"	18"			Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL			Pasa N°200	
2	1	6°36'23.76"N 74°23'38.59"O	0,00	1,00	0,50	SS	2	3	2	5	17,8	26,5	16,1	10,4	0,16	94,3	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja		
	2		1,00	2,00	1,50	SS	3	3	5	8	23,4	26,0	15,0	11,0	0,76	88,9	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja		
	3		2,00	3,00	2,50	SS	4	5	7	12	30,0	24,8	14,8	10,0	1,52	84,3	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja		
	4		3,00	4,00	3,50	SS	6	5	7	12	19,2	NL	NP	-	-	22,0	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media		
	5		4,00	5,00	4,50	SS	6	7	7	14	19,4	NL	NP	-	-	14,7	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media		
	6		5,00	6,00	5,50	SS	6	7	8	15	20,4	NL	NP	-	-	16,4	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media		
Observaciones			Durante la exploración se detectó nivel freático a 1.80 metros de profundidad													B: Bolsa SS: Split Spoon SH: Shelby				

			JV INGENIERÍA LABORATORIO DE ESTUDIOS DE SUELO, CONCRETOS Y ASFALTO											INGENIERÍA				
			PERFIL ESTRATIGRÁFICO											NIT. 10.765.474				
Proyecto			CONSTRUCCIÓN DE TORRE DE 45 METROS DE ALTURA EN EL CORREGIMIENTO PUERTO MURILLO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA															
Ordenado por			SITES LATAM COLOMBIA					Localización		PUERTO MURILLO - PUERTO BERRÍO					Fecha		sábado, 8 de marzo de 2025	
Sondeo	Muestra	Ubicación	Profundidad de la muestra (m)			Tipo de muestra	Golpes			N Campo	Ensayos de Caracterización						Clasificación SUCS	Descripción del material
			Inicial	Final	Media		6"	12"	18"		Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL	Pasa N°200		
3	1	6°36'25.502"N 74°23'38.81"O	0,00	1,00	0,50	SS	3	2	2	4	18,6	25,8	15,6	10,2	0,29	93,6	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	2		1,00	2,00	1,50	SS	3	4	5	9	27,5	27,4	16,7	10,8	1,00	88,1	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	3		2,00	3,00	2,50	SS	4	5	5	10	30,1	25,4	15,3	10,1	1,46	83,0	CL	Arcilla café con presencia de arena, plasticidad media, consistencia media y compresibilidad baja
	4		3,00	4,00	3,50	SS	6	7	9	16	19,6	NL	NP	-	-	26,1	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	5		4,00	5,00	4,50	SS	6	8	8	16	19,4	NL	NP	-	-	14,2	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
	6		5,00	6,00	5,50	SS	8	8	9	17	19,3	NL	NP	-	-	14,9	SM	Arena fina con presencia de material fino no plástico y compacidad media
Observaciones			Durante la exploración se detectó nivel freático a 2.20 metros de profundidad												B: Bolsa SS: Split Spoon SH: Shelby			