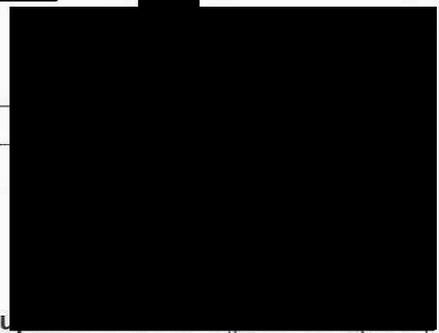


Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

PROYECTO INTEGRAL DE LA “CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES- LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3” DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

 	
CONTROL DE DOCUMENTOS	
<input type="checkbox"/> Autorizado para construcción	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Autorizado para implementación	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Solo para información	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Obsoleto	
<p>Copia Controlada para: Autoriza: _____</p>	

Elaboró	Autorizó.	
		

Contenido

1. ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETO	3
3. ALCANCES	3
4. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y UBICACIÓN DE LA TORRE 27	3
5. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO	5
5.1 INFORMACIÓN GEOTÉCNICA DISPONIBLE	5
5.2 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	5
5.3 ENSAYES DE LABORATORIO.....	5
5.4 INTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA	5
5.5 MODELO GEOMECÁNICO	7
6. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN	8
6.1 CARGAS ACTUANTES	8
6.2 SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN	8
6.3 ESTADO LÍMITE DE FALLA	9
6.4 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	11
7. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	13
7.1 PREPARACIÓN DE ÁREAS.....	13
7.2 PILAS	13
7.3 EXCAVACIÓN	15
7.4 MINAS.....	16
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
9. ANEXO 1. MEMORIA FOTOGRÁFICA	20
10. ANEXO 2. PERFIL DE SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y REGISTRO DE CAMPO	23
11. ANEXO 3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO	29
12. ANEXO 4. CARGAS ACTUANTES EN TORRE 24	119
13. ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO	125
14. ANEXO 6. PLANOS DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	143

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 - Trazo de la línea 3 del cablebús.....	4
---	---

Índice de Tablas

Tabla 1. Estaciones del Sistema de Transporte Público Cablebús Línea 3	4
Tabla 2. Modelo geomecánico de diseño.....	8
Tabla 3 Valores de N_{max} y N_{min}	0
Tabla 4. Capacidades de carga reducida para pilas de cimentación	1
Tabla 5. Asentamientos y constantes de resorte vertical para pilas.....	2
Tabla 6. Módulos de reacción horizontal para pilas.....	
Tabla 7. Módulos estáticos de reacción horizontal para dado.....	

Índice de Figuras

Figura 1. Croquis de localización y ubicación de sondeos, T-27	
Figura 2. Zonificación geotécnica de la Ciudad de México	
Figura 3. Corte stratigráfico y solución de cimentación, T-27	
Figura 4. Propuesta de cimentación, T-27	
Figura 5. Procedimiento de excavación, T-27	

1. Antecedentes

Con el propósito de cumplir con los términos de referencia del proyecto “CONSTRUCCIÓN CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES - LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3” DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO. El consorcio solicito a la empresa INGENIEROS CUEVAS ASOCIADOS, realizar el compendio para presente estudio de mecánica de suelos para la Torre 27, originalmente realizado por la empresa PGS Perforación y suministro S.A de C.V del proyecto correspondiente al sistema de transporte urbano, Cablebús, línea 3, que se extenderá del Complejo Cultural Los Pinos (Calzada del Rey, S/N, Chapultepec Primera sección, Alcaldía Miguel Hidalgo) a la Av. Vasco de Quiroga, Alcaldía Álvaro Obregón.

2. Objeto

Realizar el estudio geotécnico para la esta Torre 27. Con base en los resultados de la exploración geotécnica y geofísica y de las pruebas de laboratorio, se determinaron las condiciones estratigráficas del sitio, así como la solución de cimentación y su nivel de desplante, la capacidad de carga reducida del suelo y los asentamientos que se presentarán en la masa de suelo correspondiente a la torre 27, denominada T-27, la cual tiene las coordenadas X=478,507.4052; Y= 2,145,647.7821 y se proyecta sobre la banqueta de la Av. Constituyentes, a las afueras del panteón Civil Dolores, Alcaldía Miguel Hidalgo, CDMX (Fig. 1).

3. Alcances

En el presente informe se presenta la solución de cimentación y descripción del procedimiento constructivo de la misma, solución basada en: experiencia que se tiene de la zona, los resultados de la exploración geotécnica, en los resultados de geofísica, en las pruebas in situ, las pruebas de laboratorio y en las correlaciones con el sondeo de penetración estándar, todo esto en conjunto permitieron definir un modelo geotécnico de análisis y llegar a una solución de cimentación que cumpla con los estados límite de falla y de servicio, establecidos con la Reglamentación vigente (Ref. 1).

4. Características generales y ubicación de la Torre 27

La línea 3 de Cablebús está compuesta por 6 estaciones, cada una con su propia edificación. La longitud proyectada de la línea es de 5.42 km y brindará una capacidad de transporte máxima/final pasajeros/hora en cada sentido.

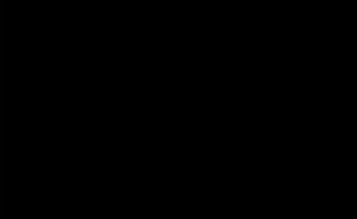
El proyecto será realizado en la demarcación territorial de Álvaro Obregón, zona centro – poniente de la Ciudad de México limitado al sur con las alcaldías de Tlalpan, oriente con la alcaldía de Benito Juárez y Cuauhtémoc, al norte con los municipios mexiquenses de Tecamachalco y Naucalpan de Juárez.

La denominación y ubicación inicial de cada una de las 6 estaciones se d



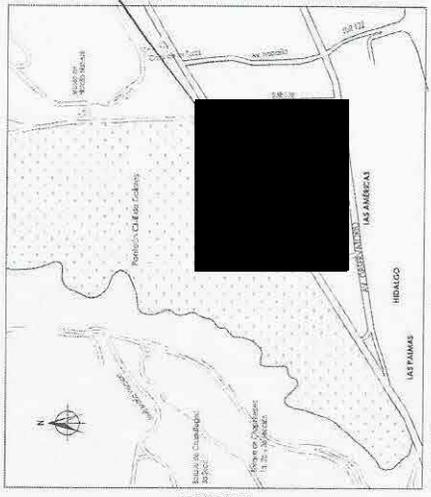
PROYECTO DE ESTACIÓN/TERMINO

EMPLEOS

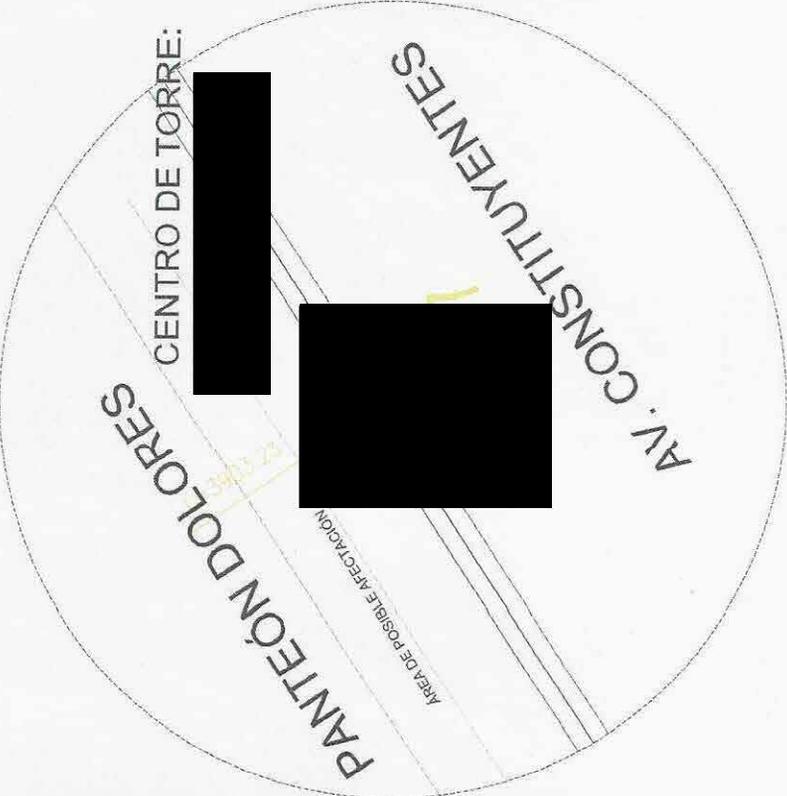


PROYECTO	FECHA	APROBADO	FECHA
MUNICIPIO DE GUARGUAGA - LOCALIDAD DE LOS PANOS CANTÓN DE GUARGUAGA - PROVINCIA DE LOS RIOS CANTÓN DE GUARGUAGA - PROVINCIA DE LOS RIOS CANTÓN DE GUARGUAGA - PROVINCIA DE LOS RIOS			
COORDINADOR: [Redacted] INGENIERO EN CARRETERAS: [Redacted] INGENIERO EN ELECTRICIDAD: [Redacted]			
CONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO DE TRANSFERENCIA DEL TRÁNSITO EN EL VADO DE GUARGUAGA - LOS PANOS CABLEBÚS LÍNEA A LOS PANOS DE GUARGUAGA - LOS PANOS ESTACIÓN DE GUARGUAGA - LOS PANOS			

TORRE 26 CABLEBÚS
SITIO EN ESTUDIO



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

Número de estación	Estación	Tipo de estación	Latitud	Longitud	Distancia hacia su próxima estación (km)
E – 1	Vasco de Quiroga	Retorno	19°23'7.67"N	99°13'39.59"O	0.59
E – 2	Cineteca Nacional / Bodega Nacional de las Artes	De Paso	19°23'24.16"N	99°13'50.24"O	1.15
E – 3	Parque Cri – Cri	Doble Motriz	19°23'48.33"N	99°13'20.14"O	0.90
E – 4	Lienzo Charro / CECYT 4 "Lázaro Cárdenas"	De Paso	19°23'56.37"N	99°12'50.77"O	1.65
E – 5	Panteón Civil de Dolores	De Paso	19°24'26.00"N	99°12'3.90"O	1.13
E - 6	Metro Constituyentes – Los Pinos	De Retorno	19°24'46.93"N	99°11'29.40"O	1.13

Tabla 1. Estaciones del Sistema de Transporte Público Cablebús Línea 3

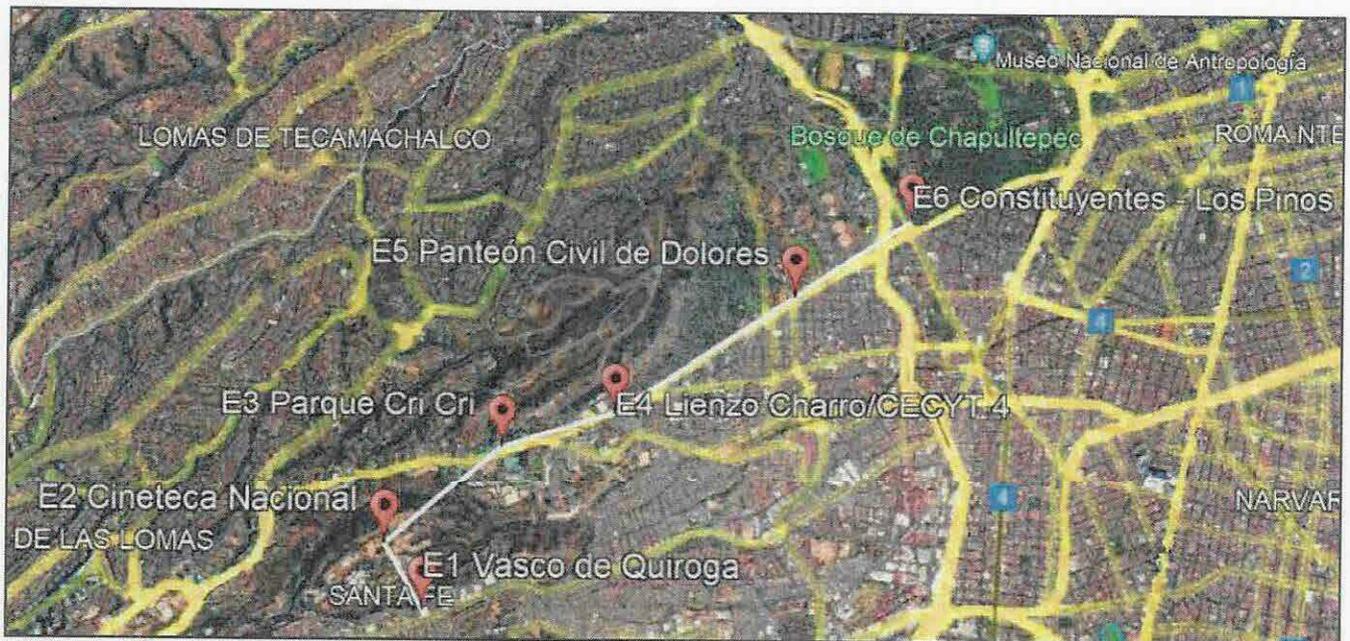


Ilustración 1 - Trazo de la línea 3 del cablebús

La Torre 27; con coordenadas X=478,507.4052; Y= 2,145,647.7821 se ubica en la zona de Constituyentes, a las afueras del panteón Civil Dolores, Alcaldía Miguel Hidalgo, con un ancho de 1.6 m, donde se presentan luminarias, árboles y registros de la compañía

5. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO

5.1 Información geotécnica disponible

Zonificación geotécnica. El sitio se localiza en la denominada “Zona de Lomas” (Ref. 1, Fig. 2), definida por la sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces. Esta zona está constituida por abanicos volcánicos, caracterizándose por la acumulación de material piroclástico en la parte superficial, así mismo, se pueden encontrar materiales compactos a muy compactos, formados por depósitos de tobas amarillentas formadas por vidrio pumítico fino a grueso. **En esta zona también es frecuente la presencia de minas antiguas que ha dejado la explotación subterránea o superficial de materiales de construcción en el pasado, las cuales pueden ocasionar problemas geotécnicos a las cimentaciones que en esa zona se construyan.**

5.2 Exploración geotécnica

Para determinar las unidades estratigráficas del sitio se realizó un sondeo de penetración estándar, (SPT-1, T-27) a una profundidad de 35.0 m. La técnica de penetración estándar consiste en el hincado a percusión de un muestreador de medidas estandarizadas (penetrómetro), dejando caer sobre este, un peso de 63.0 kg, desde una altura de 76 cm, contabilizando el número de golpes necesarios para hincar los 30 cm centrales del muestreador (Ref. 2).

En un sondeo adicional se recuperaron muestras con el barril Denison a las profundidades de 5.0, 9.3, 15.0, 20.0 y 30.0 m; sin embargo, estas muestras resultaron con un alto grado de alteración; se aprovecharon para realizar muestras reproducidas con su peso volumétrico natural.

5.3 Ensayes de laboratorio

A las muestras obtenidas de los sondeos se les realizaron las siguientes pruebas:

- Clasificación visual y al tacto de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
- Contenido natural de agua
- Granulometría por mallas
- Límites de consistencia

En la Figura 1 se presenta la ubicación de los sondeos realizados, en el Anexo 1 se presenta una memoria fotográfica con aspectos relevantes de los trabajos de campo, en el Anexo 2 se exponen los perfiles de los sondeos realizados, en el Anexo 3 se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio de sus muestras, en el Anexo 4 se presentan las cargas actuantes en la Torre 24, tomada como tipo para el cálculo de la Torre 27, en el Anexo 5 se presenta la memoria de cálculo.

5.4 Interpretación estratigráfica

Con base en los resultados de las pruebas de laboratorio y los sondeos exploratorios, a continuación se presenta la interpretación estratigráfica del sitio en estudio:

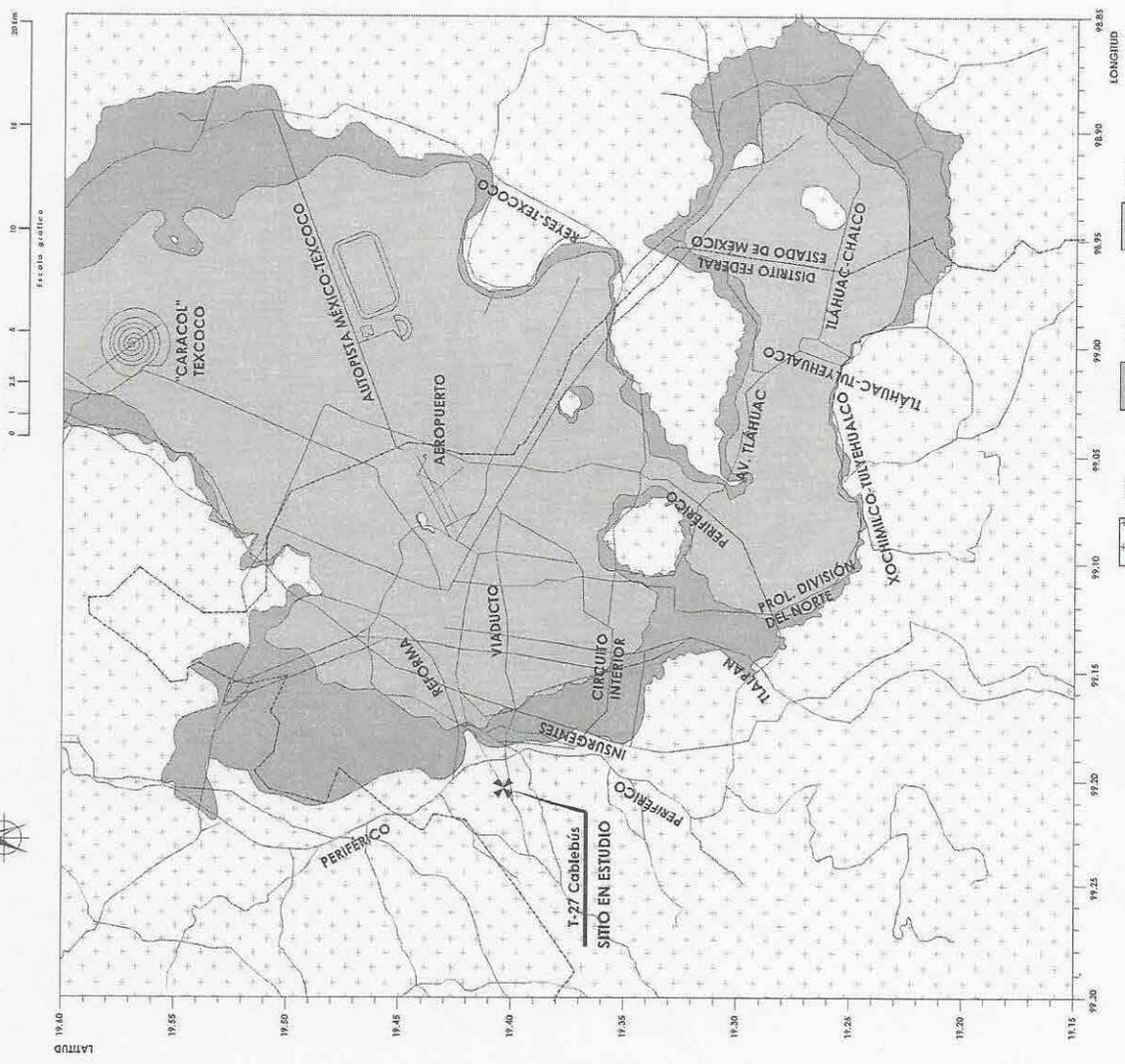


ENCUADRE DE IDENTIFICACIÓN

SIMBOLOGÍA



	SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN
ESTADO DE MÉXICO GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN	DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y CONSTRUCCIÓN
CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRÁNSITO SUSTENTABLE DEL LÍNEA 3 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	



(NTC para diseño y construcción de cimentaciones, Diciembre 2017)



Corte estratigráfico A-A' y solución de cimentación, con profundidades referidas al SPT-1, (Fig. 3):

De 0.00 a 1.50 m. Relleno compuesto por limo arenoso con grava, con granos de hasta 1/2" de diámetro, de color café en tonos claros. El contenido natural de agua es de 18.23%. El número de golpes medido es de 9.

De 1.50 a 6.90 m. Limo Arenoso (piroclástico), de baja plasticidad (ML), de consistencia dura, de color café-grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 24.04% a 32.94%. El porcentaje de finos varía de 44.13% a 58.98%, arena de 39.95% a 55.87% y grava de 0.00% a 1.07%. El Límite Líquido varía de 44.29% a 44.84% y el Límite Plástico de 35.89% a 36.59%. La densidad relativa de sólidos varía de 2.444 a 2.451. El número de golpes medido en la prueba de penetración estándar es de más de 50.

De 6.90 a 8.70 m. Arena andesítica (piroclástica) limosa (SM), muy compacta, con gravas piroclásticas aisladas, de color café grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 29.27% a 33.75%. El porcentaje de finos es de 36.89%, arena de 61.80% y grava de 1.31%. El número de golpes medido en la prueba de penetración estándar es de más de 50.

De 8.70 a 11.90 m. Arena andesítica (piroclástica) limosa (SM), de compactación media, intercalada con un lente muy compacto del mismo material, con grava, de color café grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 24.80% a 32.48%. El porcentaje de finos varía de 41.22% a 45.53%, arena de 45.78% a 54.96% y grava de 3.82% a 8.69%. El Límite Líquido es de 36.76%, y el Límite Plástico de 29.69%. La densidad relativa de sólidos es de 2.438. El peso volumétrico natural varía de $\gamma_m = 1.948 \text{ Ton/m}^3$ a 1.962 Ton/m^3 . El número de golpes medido varía de los 30 a los más de 50.

De 11.90 a 14.90 m. Arena andesítica (piroclástica) limosa (SM), muy compacta, con gravas piroclásticas aisladas, de color café grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 16.86% a 18.82%. El porcentaje de finos es de 10.70%, arena de 78.02% y grava de 11.28%. El Límite Líquido es de 32.85%, y el Límite Plástico de 26.45%. La densidad relativa de sólidos es de 2.438. El número de golpes medido en la prueba de penetración estándar es de más de 50.

De 14.90 a 16.10 m. Arena andesítica (piroclástica), limosa (SM), muy suelta a suelta, con grava, de color café grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 33.23% a 34.83%. El porcentaje de finos es de 29.92%, arena de 65.69% y grava de 4.39%. La densidad relativa de sólidos es de 2.513. El número de golpes medido varía de los 6 a los 13.

De 16.10 a 18.50 m. Arena pumítica limosa, compacta, de color gris en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 30.01% a 64.47%. El porcentaje de finos es de 24.72%, arena de 75.28% y grava de 0.00%. El número de golpes medido varía de 37 a 50.

De 18.50 a 22.70 m. Arena andesítica (piroclástica) limosa (SM), compacta, de color café grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 22.91% a 31.20%. El porcentaje de finos es de 39% y grava de 0.00%. El peso volumétrico natural varía de $\gamma_m = 1.840 \text{ Ton/m}^3$ a 1.872 Ton/m^3 . El número de golpes medido varía de los 34 a los más de 50.

De 22.70 a 27.80 m. Limo Arenoso (piroclástico), de baja plasticidad (ML), de color café-grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 21.52% a 27.93%. El porcentaje de finos es de 58.24%, arena de 41.76% y grava de 0.00%. El Límite Líquido es de 26.56% y el Límite Plástico de 24.00%. La densidad relativa de sólidos es de 2.481. El peso volumétrico natural es de $\gamma_m = 1.897 \text{ Ton/m}^3$. El número de golpes medido varía de los 44 a los más de 50.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

De 27.80 a 35.00 m. Arena andesítica (piroclástica), limosa (SM), de compactidad compacta a muy compacta con grava con granos de hasta 1/2" (andesíticas), de color café-grisáceo en tonos claros. El contenido natural de agua varía de 14.43% a 22.09%. El porcentaje de finos varía de 4.64% a 35.81%, arena de 64.19% a 83.10% y grava de 0.00% a 12.26%. El Límite Líquido es de 19.96%, y el Límite Plástico de 17.24%. El número de golpes medido varía de los 46 a más de 50. Para el muestreo selectivo se obtuvo la siguiente descripción y siguientes propiedades:

Condiciones piezométricas. Durante los trabajos de exploración no se detectó nivel freático. En esta zona se presenta a gran profundidad.

Coefficiente sísmico. Tomando en cuenta la posición de la Torre y el software SASID (Ref. 3), el coeficiente sísmico elástico es de 0.326, con una aceleración espectral, $a_0 = 0.119$. Queda a juicio del Ingeniero estructurista los factores de hiperestaticidad, importancia, irregularidad y de sobre-resistencia para la obtención del espectro de diseño final.

Factores sísmicos

Importancia	Irregularidad	Comportamiento sísmico	Hiperestaticidad
A1	1.0	1.0	1.0

Parámetros sísmicos

T_s	a_0	c	T_a	T_b	k
[s]			[s]	[s]	
0.490	0.119	0.326	0.350	1.383	1.500

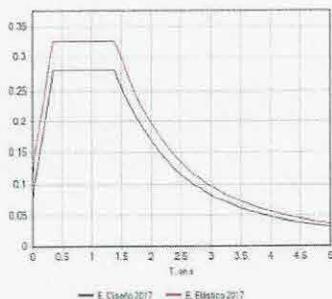


Figura 1. Espectro de diseño

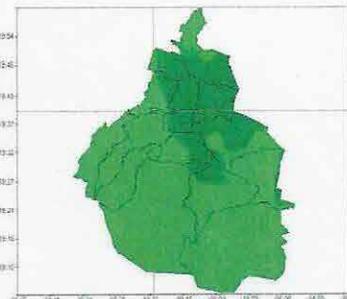


Figura 2. Mapa de localización

5.5 Modelo geomecánico

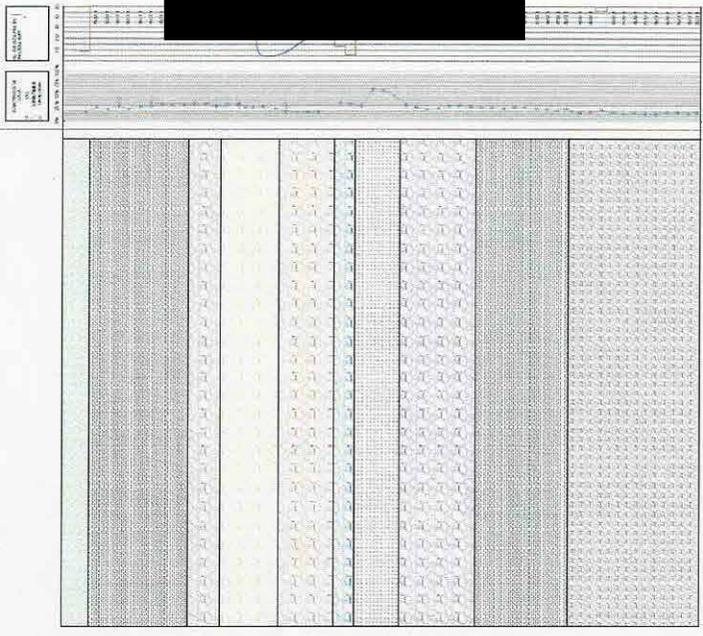
Los parámetros mecánicos de los estratos que conforman la estructura, para la determinación de la capacidad de carga y deformaciones, se presentan los resultados de la exploración geotécnica, laboratorio y pruebas de flicom...

esar
sulta
torre



CORTE ESTRATIGRAFICO

SPT-
Elev. 2326.66



Simbología

-  Relleno compuesto por limo arenoso con gravas, con granos de hasta 1/2" de diámetro, de color café grisáceo en tonos claros.
-  Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia dura, de color café grisáceo en tonos claros.
-  Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas piroclásticas aisladas, de color café grisáceo en tonos claros.
-  Arena andesítica (piroclástica) limosa, de compactación media, intercalada con un lente muy compacto del mismo material, con grava, de color café grisáceo en tonos claros.
-  Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas piroclásticas aisladas, de color café grisáceo en tonos claros.
-  Arena andesítica (piroclástica), limosa, muy suelta a suelta, con grava, de color café grisáceo en tonos claros.
-  Arena pumítica, limosa, compacta, de color gris en tonos claros.
-  Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café grisáceo en tonos claros.
-  Arena andesítica (piroclástica) limosa, de compactación compacia a muy compacta, con grava con granos de hasta 1/2" (andesítica), de color café grisáceo en tonos claros.



 INSTITUTO VERACRUZANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

 GOBIERNO DE VERACRUZANO

 SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y INFRAESTRUCTURA

 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y INFRAESTRUCTURA

 DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y INFRAESTRUCTURA

 PROYECTO: Construcción de la Línea de Metro

Tabla 2. Modelo geomecánico de diseño

Unidad	Profundidad(m)	γ (t/m ³)	c (t/m ²)	ϕ°	E (kg/cm ²)
1	0.0 a 1.5	1.608	0.4	28.0	50
2	1.5 a 6.9	1.816	1.7	32.7	380
3	6.9 a 8.7	1.913	3.2	36.0	500
4	8.7 a 11.9	1.955	3.1	34.8	300
5	11.9 a 14.9	1.858	0.0	35.8	650
6	14.9 a 16.1	1.723	1.4	19.7	128
7	16.1 a 18.5	1.300	0.0	33.7	410
8	18.5 a 22.7	1.828	3.3	31.7	650
9	22.7 a 27.8	1.897	5.1	33.5	850
10	27.8 a 35.0	2.058	0.0	34.9	980

γ : peso volumétrico; c: cohesión; ϕ : ángulo de fricción interna

Cabe mencionar que, las propiedades de resistencia y deformabilidad se determinaron mediante correlaciones con el número de golpes N (Ref. 4), de la prueba de penetración estándar, presentes en la memoria de cálculo, gráficas 1 y 2.

6. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN

Datos del proyecto. La Torre 27; con coordenadas X=478,507.4052; Y= 2,145,647.7821 se ubicará sobre la banqueta de la Av. Constituyentes, a las afueras del panteón Civil Dolores, Alcaldía Miguel Hidalgo, CDMX. La banqueta tiene un ancho de 1.6 m, donde se presentan luminarias, árboles y registros de la compañía Telmex. De acuerdo con la información recibida, esta torre es del tipo excéntrica.

6.1 Cargas actuantes

Las cargas actuantes a nivel de cimentación; que incluye el peso del dado; que se determinaron en el análisis estructural de la una torre tipo excéntrica se presenta en el Anexo 4. En este anexo, se presenta la revisión de incremento de esfuerzos por la gran excentricidad que existe entre el centro de cimentación y el centro de cargas. Así mismo, se presentan las 8 combinaciones correspondientes al sismo actuando en un sentido y el 30% en el otro sentido, para finalmente obtener las cargas máximas actuantes cada una de las pilas.

Es muy importante mencionar que esta revisión deberá ser avalada por el ingeniero responsable del proyecto para verificar la correcta interpretación de carga, momentos, etc.

6.2 Solución de cimentación

Tomando en cuenta la importancia de la estructura, que es considerada MPO A1, la posible presencia de minas subterráneas y los posibles rellenos utilizados para la rehabilitación de estas, la solución de cimentación consiste en pilas de sección circular de 1.0 m de diámetro como mínimo, que trabaje por fricción y por punta.

Aunque la capacidad de carga puede ser mayor a las cargas actuantes, es obligado y recomendable que el diámetro mínimo sea de 1.0 m, con la intención de que una vez que se haya terminado los trabajos de perforación, se realice una inspección visual en toda su longitud y en el piso del nivel del desplante. **En caso de que se detecten minas u oquedades que no pudieron ser identificadas durante la exploración geotécnica o geofísica, la profundidad de las pilas aquí recomendada deberá ser ajustada, así como los valores de la capacidad de carga.**

La solución de cimentación será con pilas desplantadas a 23.0 m de profundidad; tomando como referencia el nivel de brocal; es decir, desde el nivel de piso existente. Hasta el momento se tiene considerado un dado de 2.0 m de peralte, por lo que las pilas tendrán una longitud efectiva de 21.0 m.

6.3 Estado límite de falla

De acuerdo a las NTC cimentaciones del 2017 (Ref. 1), en todo momento, la sumatoria de cargas afectada por su respectivo factor de carga, deberá ser menor que la capacidad de carga reducida de cada pila o grupo de pilas, con el cumplimiento de la desigualdad:

$$\sum QF.C < R \quad (1)$$

Donde:

$\sum QF.C$ sumatoria de cargas afectada por su respectivo factor o factores de carga
R capacidad de carga reducida de las pilas, t

Capacidad de carga reducida. La capacidad de carga de las pilas fue determinada mediante la expresión siguiente (Ref. 1):

$$R = C_p + C_f - W_p \quad (2)$$

Donde:

R capacidad de carga reducida, t
C_p capacidad de carga reducida por punta, t
C_f capacidad de carga reducida por fricción, t
W_p peso del elemento, t; t/m

Con:

$$C_p = (p'_v N_q^* F_R + P_v) A_p \quad (3)$$

Donde:

p'_v esfuerzos efectivos al nivel de desplante, igual a 39.1 t/m²
N_q^{*} factor de capacidad de carga
F_R factor de resistencia, igual a 0.35
P_v esfuerzos totales al nivel de desplante, igual a 39.1 t/m²

Con:

$$N_q^* = N_{min} + L_e \frac{N_{max} - N_{min}}{4B \tan(45^\circ + \frac{\phi}{2})} \quad (4)$$

Cuando

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

$$\frac{L_e}{B} \leq 4 \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (5)$$

O bien

$$N_q^* = N_{\max} \quad (6)$$

Cuando

$$\frac{L_e}{B} > 4 \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (7)$$

Donde:

- Le longitud de empotre en el estrato resistente, igual a 0.0 m
- B diámetro de la pila, m.
- ϕ ángulo de fricción interna del material de desplante, igual a 34°

Los valores de N_{\max} y N_{\min} , se presentan en la Tabla 3, función del valor del ángulo de fricción interna del material de desplante:

Tabla 3 Valores de N_{\max} y N_{\min}

ϕ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N_{\max}	12.5	26	55	132	350	1000
N_{\min}	7	11.5	20	39	78	130

Por su parte, la capacidad de carga por fricción se determinó mediante las siguientes expresiones (Ref. 2):

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m \beta_i \bar{p}_{vi} L_i \quad \text{suelos friccionantes} \quad (8)$$

Donde:

- P_p perímetro de la pila, m
- F_R factor de resistencia, igual a 0.65
- L_i longitud de la pila en el estrato de interés, m
- β_i coeficiente de fricción
- \bar{p}_{vi} esfuerzos efectivos a la profundidad media del estrato de interés, t/m^2

Con

$$\beta_i = 1.5 - 0.24\sqrt{Z} \quad \text{para } 0.25 < \beta_i < 1.2 \quad \text{para su} \quad (9)$$

Capacidad a la tensión. Los efectos de tensión en la torre; que se [redacted] tación, tendrán que ser tomados por las pilas; su capacidad a la tensión estará es funci [redacted] rci [redacted] pio del elemento:

$$C_{te} = C_f + 0.65 W_p \quad (10)$$

Donde:

- C_{te} capacidad reducida a la tensión, t.
- las demás literales ya fueron definidas.

Sustituyendo los valores correspondientes, se presentan las siguientes capacidades de carga [redacted] para pilas de distintos diámetros:

Tabla 4. Capacidades de carga reducida para pilas de cimentación

D (m)	Wp (t)	Cp (t)	Cf (t)	R (t)	Cte (t)
1.0	39.6	408.1	575.2	943.7	600.9
1.2	57.0	587.6	690.3	1,220.9	727.3
1.4	77.6	799.8	805.3	1,527.5	855.7

Las capacidades de carga reducida, R, deberán ser comparadas con las cargas máximas factorizadas a compresión y las capacidades a la tensión, Cte, deberán ser comparadas con las cargas máximas factorizadas a tensión. Esta comparación se presenta en el Anexo 4, de acuerdo con la revisión de las cargas actuantes.

Cabe mencionar que las capacidades de carga por punta de las pilas, están limitadas a un esfuerzo de 900 t/m², para evitar asentamientos inadmisibles por la reglamentación vigente.

6.4 Estado límite de servicio

La deformación total que sufrirá cada pila, estará compuesta por la deformación propia del elemento; primer término de la expresión, más la correspondiente a la del suelo de sustento; su magnitud se determinó con la expresión siguiente (Ref. 4), realizando la compatibilidad entre las capacidades de carga y las cargas de servicio posiblemente actuantes:

$$\delta = \frac{(C_p + 0.66C_f)L}{10 A_p E_c} + \frac{0.36 C_p D}{10 A_p E_s} \quad (11)$$

Donde:

- δ deformación total de la pila, cm
- L longitud de la pila, igual a 2,100 cm
- D diámetro de la pila, cm
- E_s módulo de elasticidad del suelo de desplante, igual a 550 kg/cm²
- E_c módulo de elasticidad del concreto, igual a 261,916 kg/cm², para f'c= 350 kg/cm²

con

$$E_c = 14,000 \sqrt{f'c} \quad (12)$$

Módulo de reacción vertical. La constante de resorte para pilas; que será utilizado para el diseño estructural de la cimentación considerando la interacción suelo-estructura, se determinó considerando la compatibilidad entre las capacidades de carga y las cargas de servicio actuantes:

$$k_v = \frac{q}{\delta} \quad (13)$$

Donde:

- k_v módulo de reacción vertical, t/cm.
- las demás literales ya fueron definidas.

Al sustituir los valores correspondientes en las expresiones (11) y (13), se obtienen los valores de asentamientos y módulos de reacción vertical:

Tabla 5. Asentamientos y constantes de resorte vertical para pilas

D (m)	δ (cm)	k _v (t/cm)	k _v (kg/cm ³)
1.0	2.6	263.3	33.5
1.2	2.9	298.7	26.4
1.4	3.3	331.6	21.5

Módulos de reacción horizontal. Para la revisión estructural de las pilas sometidas a cargas laterales, a continuación, se presenta el módulo de reacción horizontal (Ref. 6):

Para suelos friccionantes

$$k_h = 0.2768 k_2 \frac{z}{B} \quad (14)$$

Donde

- k_h módulo de reacción horizontal, (kg/cm³)
- k₂ coeficiente de Terzaghi para suelos friccionantes, lb/pulg³
- B diámetro del cemento, m
- z profundidad media del estrato en revisión, m.

De acuerdo con las expresiones anteriores, en las Tablas 6 y 7 se muestran los módulos de reacción horizontal para las pilas de cimentación y dado; respectivamente.

Tabla 6. Módulos de reacción horizontal para pilas

PROYECTO CABLEBUS LINEA 3, TORRE 27				
Módulos de reacción horizontal para pilas, ref -6				
PILAS, m		1.00	1.20	1.40
Profundidad, m		Modulos de reacción K _v , Kg/cm ³	Modulos de reacción K _v , Kg/cm ³	Modulos de reacción K _v , Kg/cm ³
De	a			
2.00	6.90	7.87	6.56	5.62
6.90	8.70	18.62	15.52	13.30
8.70	11.90	10.96	9.13	7.83
11.90	14.90	36.60	30.50	26.15
14.90	16.10	4.23	3.61	3.10
18.00	18.50	26.68	22.23	19.06
18.50	22.70	28.57	23.81	20.41
22.70	27.80	57.92	48.27	41.37
27.80	35.00	94.40	78.67	67.43

Tabla 7. Módulos estáticos de reacción horizontal para dado

PROYECTO CABLEBUS LINEA 3, TORRE 27		
Módulos de reacción horizontal para pilas, re		
DADO m		4.5 m
Profundidad, m		Modulos de reacción K _v , Kg/c
De	a	
0.00	2.00	0.07

Propuesta de cimentación. La propuesta de cimentación es con 4 pilas de 1.0 m de diámetro, con una separación mínima de 3 veces el diámetro. **Cabe mencionar que, aunque las capacidades de carga están por arriba de la magnitud de las cargas de referencia, el diámetro mínimo de pilas será de 1.0 m, para que estas puedan ser inspeccionadas visualmente una vez que se termine su perforación y se confirme la ausencia de cavidades. Esta propuesta deberá ser revisada por el área de estructuras para verificar su viabilidad.**

7. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Es importante comentar que el modelo geotécnico de análisis se determinó con base en los resultados de la exploración geotécnica, de la exploración geofísica de puntos cercanos y de la experiencia que se tiene en la zona, misma que es muy susceptible a cambios por la presencia de antiguas minas y rellenos para su rehabilitación. Cualquier cambio en las condiciones del suelo de las que se analizan en este estudio, debe de ser reportado de manera inmediata a los diseñadores, para realizar los ajustes necesarios en los análisis y se garantice el buen comportamiento a corto, mediano y largo plazo. Por lo anterior, durante la construcción de las pilas se deberá contar con personal capacitado y calificado, para supervisar y asesorar durante los trabajos de construcción de la cimentación y que de manera oportuna se detecte cualquier cambio en las condiciones analizadas en este estudio.

7.1 Preparación de áreas

- a) Una vez que tenga el área liberada, se realizará la demolición de la banquetta y carpeta asfáltica, para poder realizar las obras de desvío del colector o protección del mismo, así como de los ductos que atraviesan la zona del dado de cimentación, para evitar las afectaciones a estas instalaciones. Así como luminarias y árboles.
- b) Concluidos los trabajos anteriores, se procederá con los trabajos de perforación de pilas de cimentación.

7.2 Pilas

Con las áreas liberadas se procederá con los trabajos de perforación y colado de las pilas de cimentación, tomando en cuenta los puntos siguientes:

- a) Trazo y ubicación topográfica de la posición de cada una de las pilas, por cada uno de los elementos de cimentación y su no interferencia con la línea de
- b) Enseguida se realizará la perforación en seco, hasta la profundidad de **1.0 m**, importante mencionar que cada una de las pilas deberá ser inspeccionada por el supervisor geotécnico y verificar el estado de las paredes y fondo, en base a esto se logrará adoptando alguna de las medidas siguientes:
 - 1) Haciendo descender a un supervisor por medio de la misma perforación con un arnés. **Cada una de las pilas deberá ser verificada y liberada por el supervisor de suelos.**

- 2) Se podrá recurrir a algún otro tipo de inspección, siempre y cuando estos métodos ya se hayan empleado con anterioridad y la supervisión cuente con la experiencia en el uso de estos.

En cualquier caso, es responsabilidad del área de construcción realizar esta verificación del estado del fondo y paredes de las pilas y poder liberarlas certificando la no existencia de cavidades, fisuras, fracturas, etc.

- c) El concreto para la construcción de las pilas será de una $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$; el tamaño de agregado máximo será de 1 1/2 pulg. El acero de refuerzo tendrá un f_y de $4,200 \text{ kg/cm}^2$.
- d) Para garantizar el recubrimiento mínimo de 7.5 cm, es indispensable el empleo de silletas y “poyos” de concreto o plástico; sus dimensiones serán de 7.5x7.5x10.0 cm y se colocarán longitudinalmente a cada 2.0 m.
- e) Después de terminada la perforación, en un lapso menor a 18 hrs deberá concluirse totalmente el colado; que por otra parte será continuo para evitar la formación de juntas frías.
- f) El armado se rigidizará para evitar excesivas deformaciones que pudiesen complicar su colocación dentro de la perforación. Para la liga estructural se recomienda que el armado tenga una longitud adicional de por lo menos 0.5 m, o la que el diseño estructural recomiende.
- g) Las pilas se colarán con el procedimiento tradicional de tubo Tremie; al inicio del colado la tubería se colocará 20.0 cm por encima del nivel de desplante y se utilizará un tapón deslizante “diablo” para evitar la segregación y contaminación del concreto; durante el colado se deberá garantizar que la tubería se encuentre embebida por lo menos 1.0 m dentro del concreto, subiendo la tubería conforme asciende el nivel del concreto. El revenimiento del concreto será como mínimo de 23.0 cm. El colado se llevará por lo menos 0.50 m por arriba del lecho bajo del dado de cimentación o la longitud que determine el área de estructuras.
- h) El descabece para la liga estructural se realizará mediante la demolición del concreto contaminado con martillo eléctrico, empezando en la periferia hasta llegar al núcleo, en forma descendente; en los últimos 20 cm se hará con maceta y cincel.
- i) El criterio de aceptación o tolerancias para la construcción de las pilas es el siguiente:
- 1) *Localización.* En el posicionamiento de la cabeza del apoyo, la desviación ac... 4% del diámetro del apoyo o de 8 cm en cualquier dirección, cualquiera que... diseño estructural deberá de tomar en cuenta esta excentricidad.
 - 2) *Verticalidad.* La tolerancia permisible está comprendida entre el 1 y 2 % de... pero sin exceder el 12.5% del diámetro del apoyo o 38 cm en el fondo, cualquiera que sea e... bajo.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

- 3) *Limpieza.* Se deberá remover todo el material suelto y de azolve del fuste antes de colocar el concreto. En ningún caso el volumen de tales materiales excederá el equivalente al que fuera necesario para cubrir 5% del área en un espesor de 5 cm.
- 4) *Acero de refuerzo.* La separación mínima entre varillas no debe ser menor de 1.5 veces el diámetro de la varilla ni menor de 1.5 veces el tamaño del agregado máximo.
- j) Es indispensable llevar un registro en donde se anote: 1) la ubicación del apoyo; 2) la fecha y hora en que se terminó la perforación y la profundidad alcanzada; 4) fecha y hora en que se inicia y concluye el colado. Cada pila deberá ser liberada por un supervisor, una vez que se revisaron las condiciones de las paredes y piso.

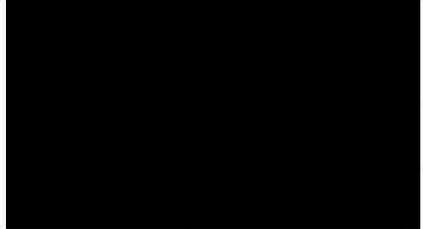
7.3 Excavación

De acuerdo con el preliminar del diseño estructural, el dado de cimentación tiene una sección rectangular de 5.0 x 4.5 m, con un peralte de 2.0 m. Para poder alojar este elemento, se deberá realizar la excavación con dimensiones mínimas de 5.4 x 4.9 m en planta para poder alojar la cimbra.

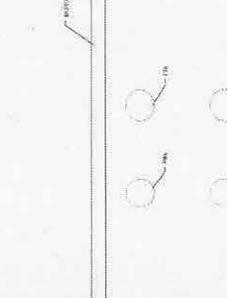
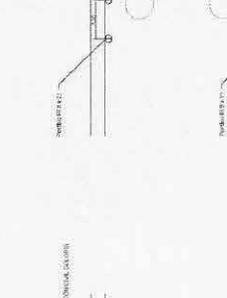
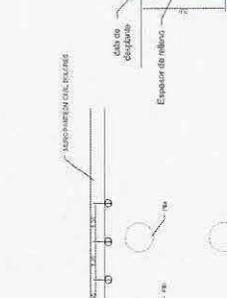
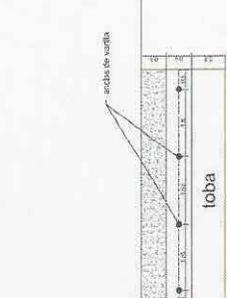
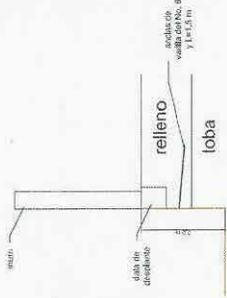
- a) Derivado del análisis de estabilidad del corte vertical en la colindancia con el Panteón, se tiene un factor de seguridad estático de 1.34, sin embargo, con la finalidad de evitar cualquier afectación al muro del Panteón Civil Dolores, se podrá proceder como sigue:
 - 1) Antes de iniciar con la excavación, se colocarán perfiles metálicos en el frente de la excavación con el muro del Panteón Civil Dolores, en este caso se proponen perfiles IR 8 x 21, con una pata de 2.0 m de longitud, colocados una separación de 1.35 m. Se realizará la perforación de 25 cm de diámetro y 4.0 m de longitud. Enseguida se colocarán los perfiles metálicos y el espacio entre estos y las paredes de la perforación se rellenarán con arena, para evitar el desplazamiento de los perfiles (Fig. 4).
 - 2) Cortes verticales, colocando una línea de anclas de varilla del No. 6, de 1.5 m de longitud e inclinación de 5° respecto a la horizontal, hincadas con marro en el espesor de relleno, por debajo del desplante del muro, enseguida se colocará malla de gallinero y se aplicará un zampeado de mortero, para proteger el corte del intemperismo (Fig. 4). Las anclas tendrán un espaciamiento de 1.55 y 1.6 m.
- b) Para el caso de la estabilidad de los cortes verticales del lado de la vialidad se tiene un factor de seguridad estático de 1.17, valor que resulta muy bajo. Por esta razón, el corte deberá tener una inclinación de 70°, o bien, colocar igualmente los perfiles IR.
- c) **Es importante mencionar que el área de estructuras deberá realizar la revisión de perfiles, de acuerdo con el diagrama de presiones horizontales activas, los perfiles son estables para su trabajo en cantiléver, de acuerdo con la sección.**
- d) Colocados los perfiles, se realizará la excavación, los frentes de la excavación



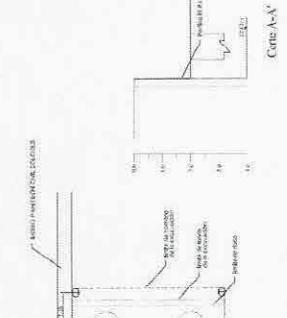
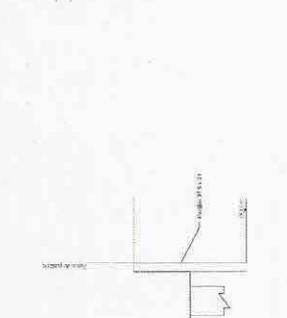
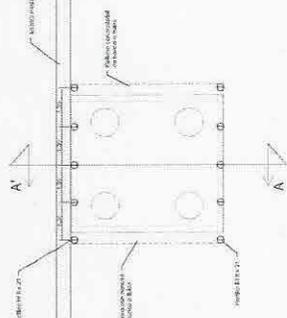
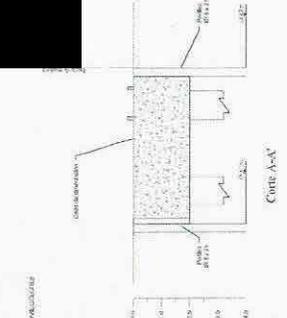
BIBLIOLÓGIA



GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUADALAJARA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: CABLEBUS LÍNEA 3, VASCO DE GONZÁLEZ - LOS PINOS CANTONAMIENTO: LOS PINOS		FECHA DE ELABORACIÓN: 2017-07-14 FECHA DE APROBACIÓN: 2017-07-14	
ELABORADO POR: [Redacted] REVISADO POR: [Redacted]		APROBADO POR: [Redacted]	
AUTORIZADO POR: [Redacted]		APROBADO POR: [Redacted]	



1. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
2. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
3. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
4. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
5. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
6. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
7. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
8. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
9. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.
10. Dimensiones de los cables de acero, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.



En el presente proyecto se han considerado los siguientes aspectos:

1. Se han considerado los aspectos de seguridad y estabilidad de la estructura.
2. Se han considerado los aspectos de durabilidad y mantenimiento de la estructura.
3. Se han considerado los aspectos de costo y eficiencia de la estructura.
4. Se han considerado los aspectos de facilidad de construcción de la estructura.
5. Se han considerado los aspectos de facilidad de operación y mantenimiento de la estructura.

En el presente proyecto se han considerado los siguientes aspectos:

1. Se han considerado los aspectos de seguridad y estabilidad de la estructura.
2. Se han considerado los aspectos de durabilidad y mantenimiento de la estructura.
3. Se han considerado los aspectos de costo y eficiencia de la estructura.
4. Se han considerado los aspectos de facilidad de construcción de la estructura.
5. Se han considerado los aspectos de facilidad de operación y mantenimiento de la estructura.

se podrá realizar con taludes con una inclinación de 70° respecto a la horizontal, protegiendo las paredes contra intemperismo, con zampeado de mortero (Fig. 4). Los análisis de estabilidad, consideran una sobrecarga de 1.5 t/m² en la corona, por lo que se deberá evitar la concentración de esfuerzos en esta zona.

- e) En el caso de la cara norte de la excavación (panteón civil Dolores), conforme se vaya profundizando la excavación se colocarán polines entre los perfiles, que servirán como contención y como futura cimbra (Fig. 4).
- f) Al llegar a la profundidad máxima para el dado; 2.0 m, se realizará el descabece de las pilas de cimentación y en el fondo de la excavación se colocará una plantilla de concreto pobre con una $f'c=100$ kg/cm², para proceder con el habilitado del acero de refuerzo para el dado de cimentación.
- g) Posteriormente se realizará el colado del dado, habilitando las preparaciones necesarias para la conexión con la superestructura.
- h) El espacio entre el perímetro del dado y los taludes de la excavación será rellenado con relleno fluido o bien, con material de banco compactado al 95% de su P.V.S.M.

El plano detallado del procedimiento constructivo se presenta en el Anexo 6.

7.4 Minas

A pesar de que con la exploración geotécnica y geofísica realizados no se detectaron indicios de la presencia de cavernas o fracturas en la masa de suelo, es posible que este tipo de afectaciones se detecten durante los trabajos de excavación y perforación de pilas. Por esta razón, se procederá como se enuncia a continuación.

- a) Durante los trabajos de perforación de pilas, el operador deberá prestar especial atención a los avances, cambios de presión y velocidad, así como a la caída repentina de la herramienta.
- b) Ya que las pilas se proyectan con un diámetro de 1.0 m, una vez que se haya terminado la perforación de cada una de estas, se tendrá que hacer una inspección visual en toda la longitud. Esto se logrará adoptando alguna de las medidas siguientes:

- 1) Haciendo descender a un supervisor por medio de la misma perforación un barretón, con un arnés. **Cada una de las pilas deberá ser verificada y liberada por un ingeniero de mecánica de suelos.**
- 2) **Se podrá recurrir a algún otro tipo de inspección, siempre y cuando se haya empleado con anterioridad y la supervisión cuente con la experiencia para ello.**

En cualquier caso, es responsabilidad del área de construcción realizar una inspección en el fondo y paredes de las pilas y poder liberarlas certificando la no existencia de cavidades, fisuras, fracturas, etc.

d) En caso de que se presenten minas subterráneas y/u oquedades importantes, se deberá tener en campo lámina para crear un encamisado en caso de que efectivamente se presenten antiguas minas en esta zona. Esta camisa se colocará durante el habilitado del acero para cada una de las pilas (Fotos 1 y 2). Esta lámina servirá como ademe perdible, para poder realizar el colado de los elementos de cimentación. La lámina se sueldará al armado, con sus respectivos separadores para garantizar el recubrimiento de proyecto.



Fotos 1 y 2. Encamisado de lámina para formar ademe perdible.

d) En cualquiera de las posibilidades, se deberá revisar nuevamente la capacidad de carga de las pilas, para garantizar su estabilidad ante las cargas actuantes.

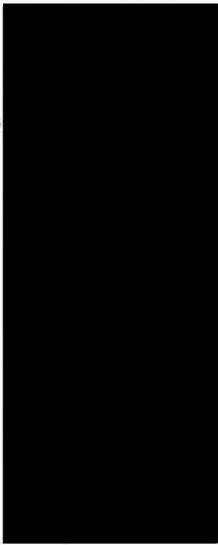
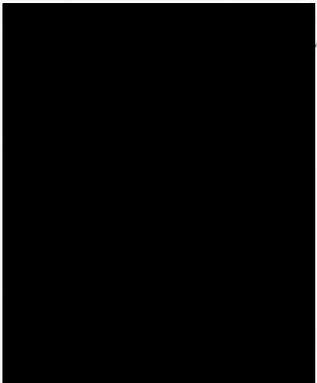
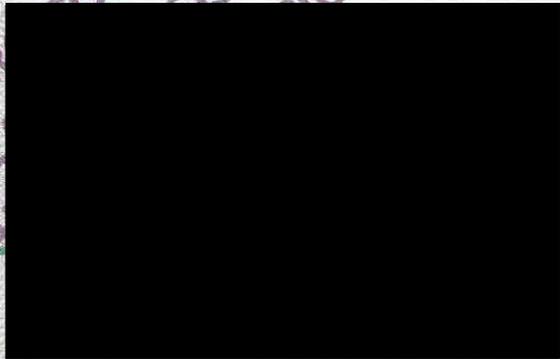
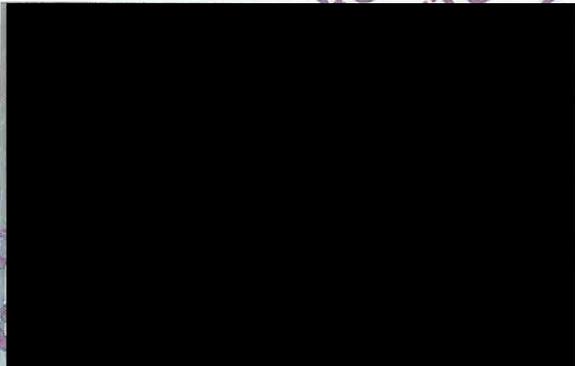
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Órgano de difusión del gobierno de la Ciudad de México. **Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Cimentaciones**. Gaceta Oficial De La Ciudad de México, Vigésima época, Tomo I, diciembre de 2017.
2. Tamez, E. **Manual de diseño geotécnico Vol. 1**. Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, México, agosto 1987.
3. Órgano de difusión del gobierno de la Ciudad de México. **Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo**. Gaceta Oficial De La Ciudad de México, Vigésima época, Tomo I, diciembre de 2017.
4. Tamez, E. **Ingeniería de Cimentaciones**, Ed. tgc geotecnia 2001.
5. Zeevaert L. **Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions**. Van Nostrand Reinhold 2001.
6. Rico. Del Castillo, **La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Vol. II**, Ed. Limusa, México 2009.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

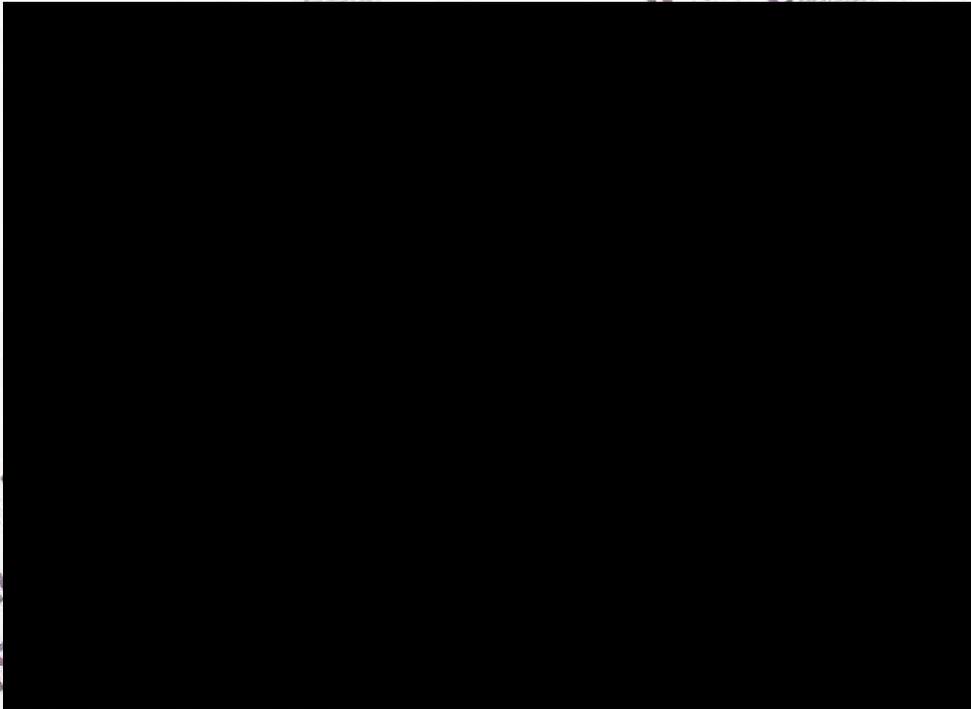
Revisión 2 – Abril 2023

PROYECTO
TO DE
(S),
ORTE
"NICO"
PARA USO EXCLUSIVO DE
INTEGRAL DE LA "CON
TRANSPORTE SUSTENTABLE
QUIROGA A METRO
CABLEBÚS LÍNEA
PÚBLICO CA

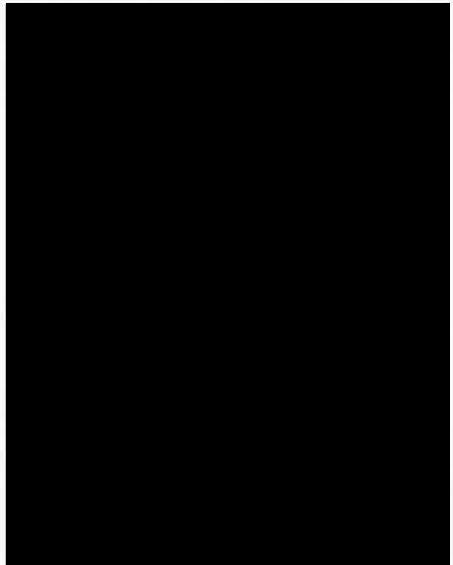


Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



PARA USO
INTEGRAL
TRANS
QUIROGA
CABLEBÚS L-3
PÚBLICO CABLE



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

9. ANEXO 1. MEMORIA FOTOGRÁFICA

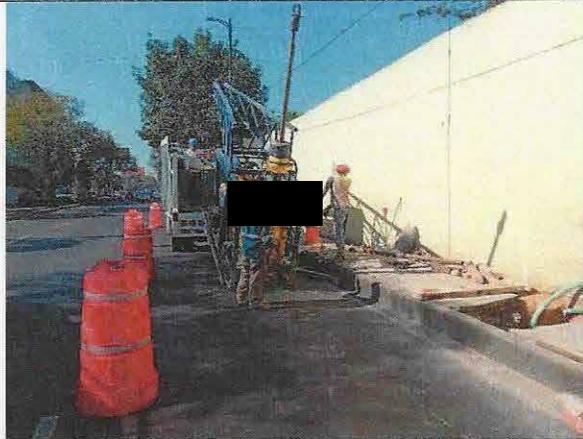


Foto No. 1.1 Preparación para Instalación del equipo de perforación en el punto del sondeo SPT-5.

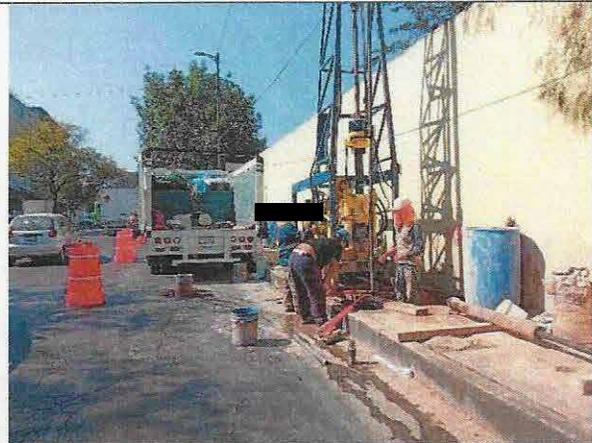


Foto No. 1.2 Exploración y muestreo del sondeo mecánico directo SPT-5



Foto No. 1.3 Detalle de muestra alterada obtenida a la profundidad de 0.90 a 1.50 m en el sondeo 5.



Foto No. 1.4 Detalle de muestra alterada obtenida a la profundidad de 17.30 a 17.9 m en el sondeo 5.



Foto No. 1.5 Detalle de muestra alterada obtenida a la profundidad de 21.50 a 22.10 m en el sondeo 5.



Foto No. 1.6 Detalle de muestra alterada obtenida a la profundidad de 34.70 a 35.00 m en el sondeo 5.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



Foto No. 1.7 Instalación del equipo de perforación en el punto del sondeo S-5A.



Foto No. 1.8 Exploración y muestreo del sondeo mecánico directo S-5A



Foto No. 1.9 Detalle de muestra obtenida a la profundidad de 5.00 a 6.00 m en el sondeo 5A.



Foto No. 1.10 Detalle de muestra obtenida a la profundidad de 15.00 a 16.00 m en el sondeo 5A.



Foto No. 1.11 Detalle de muestra obtenida a la profundidad de 30.00 a 30.65 m en el sondeo 5A.



Foto No. 1.12 Reacondicionamiento del área y retiro de herramienta y equipo del sitio.

10. ANEXO 2. PERFIL DE SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y REGISTRO DE CAMPO

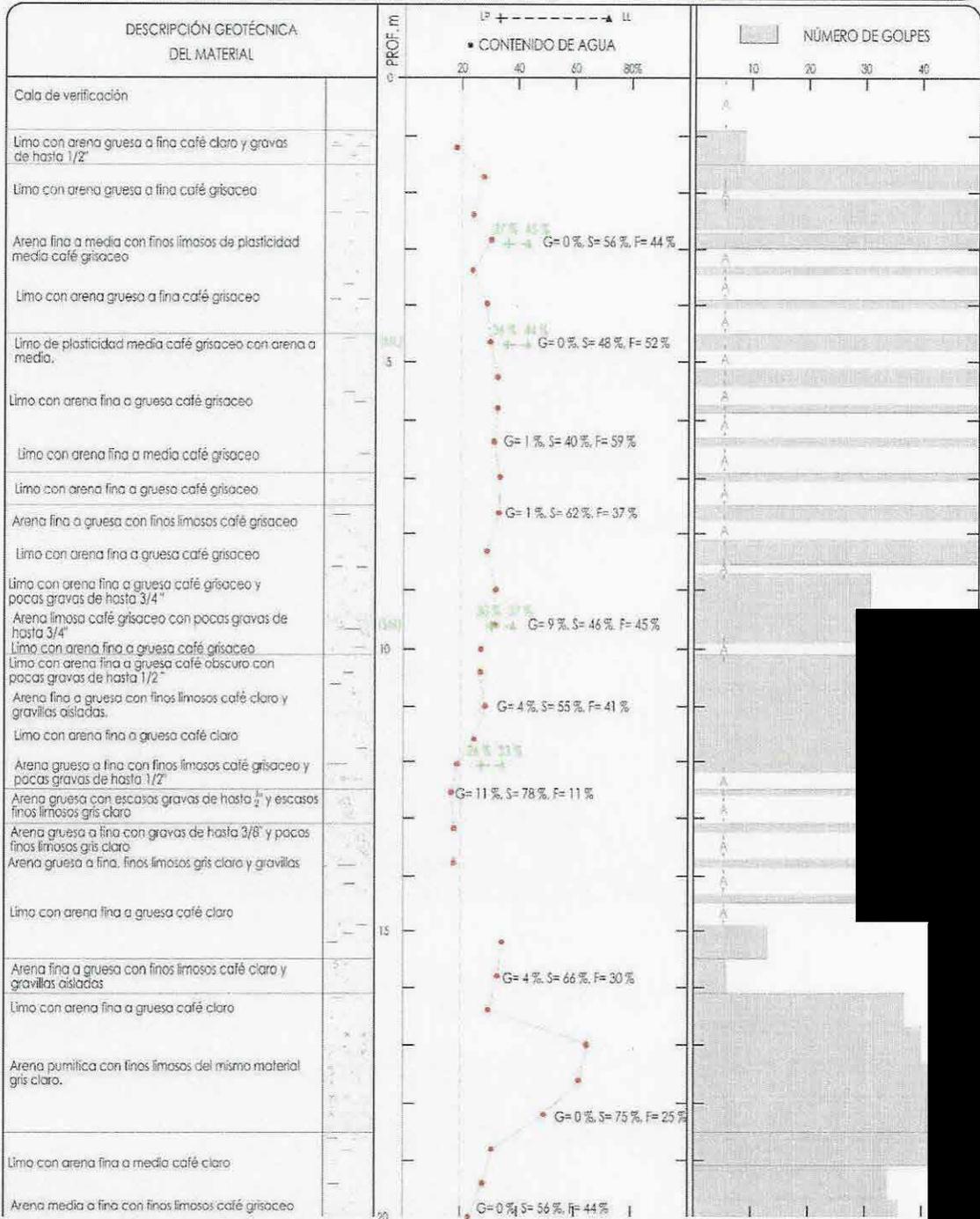
Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

X = 478,508, Y = 2145,648, Z = 2,329

SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

PROYECTO: Cablebús L-3, Torre 27
LOCALIZACIÓN: Av. Constituyentes Cablebús Línea 3
SONDEO: SPT-5
PROF. EXPLORADA: 35.00 m
PROF. NAF: No se detectó



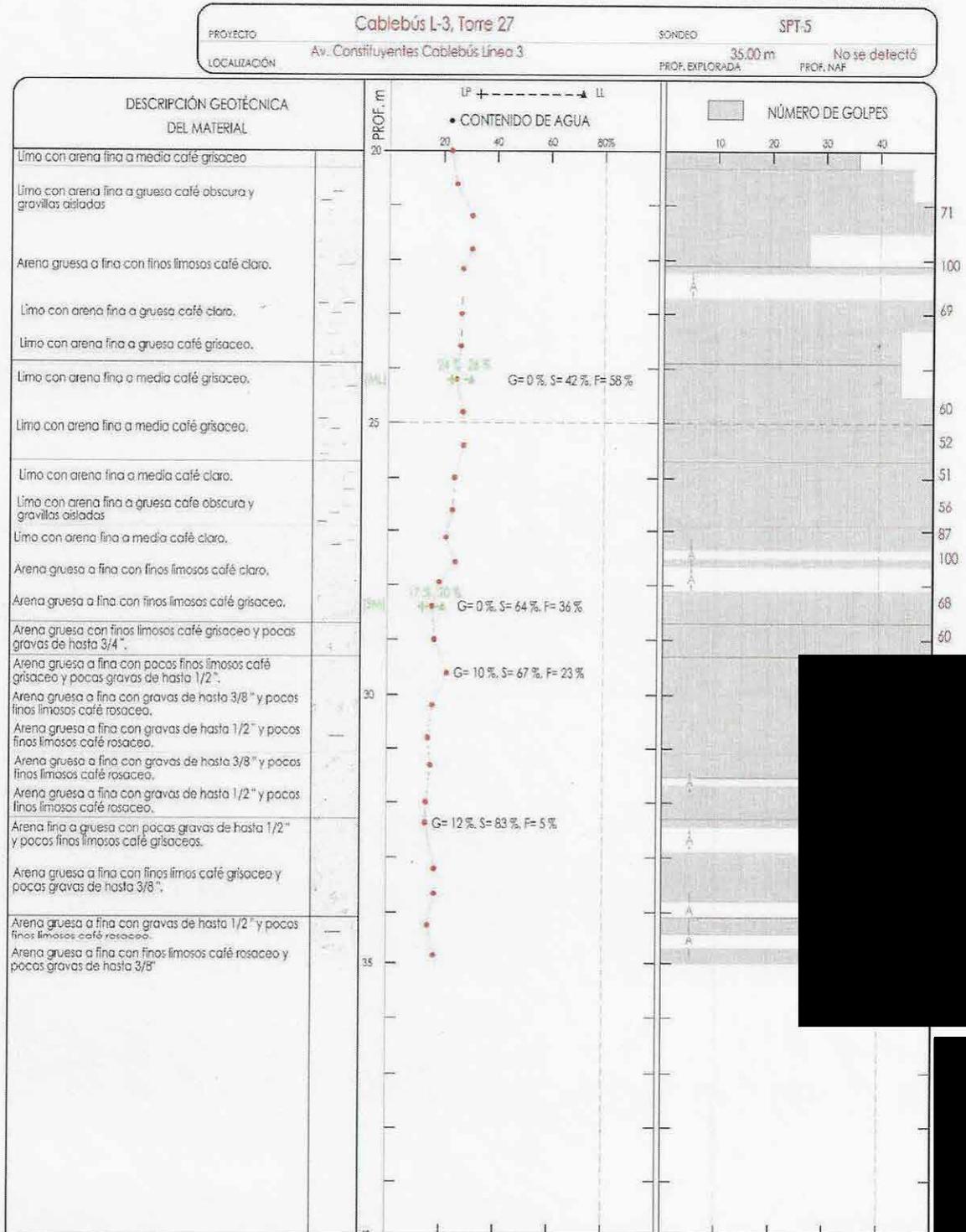
RELENO (R) ARCILLA (A) GRAVA (G)
 ARENA (S) LIMO (L) RAÍCES (R)
 OH = LIMO ORGÁNICO S = PORCENTAJE DE ARENAS
 CV = CENIZA VOLCÁNICA F = PORCENTAJE DE FINOS
 VV = VIDRIO VOLCÁNICO G = PORCENTAJE DE GRAVILLAS
 LP = LÍMITE PLÁSTICO PH = PESO DE HERRAMIENTA
 LL = LÍMITE LÍQUIDO RH = REBOTE DE HERRAMIENTA
 TS = TUBO SHELBY TD = TUBO DENTADO
 A = AVANCE CON BROCA TRICÓNICA
 NAF = NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS
 RQD = ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA

Fig. 27.1a

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR



	<p>OH = LIMO ORGÁNICO CV = CENIZA VOLCÁNICA VV = VIDRIO VOLCÁNICO LP = LÍMITE PLÁSTICO LL = LÍMITE LÍQUIDO</p>	<p>S = PORCENTAJE DE ARENAS F = PORCENTAJE DE FINOS G = PORCENTAJE DE GRAVAS PH = PESO DE HERRAMIENTA RH = REBOTE DE HERRAMIENTA</p>	<p>TS = TUBO SHELBY TD = TUBO DENTADO A = AVANCE CON BROCA TRICÓNICA NAF = NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS RQD = ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA</p>
--	--	--	--

Fig. 27.1b

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

REGISTRO DE CAMPO

CABLEBÚS LINEA 3
PROYECTO PASADIZO DE CARRERA A CONSTITUTIVOS LOS PINOS FECHA DE INICIO 15/04/2022
UBICACIÓN AV. CONSTITUTIVOS FECHA DE TERMINACIÓN
SONDEO SPT 5 REFERENCIA TORRE 27
COORDENADAS X Y Z

FECHA DIAMETRADO	REAJUSTE No	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN M %	TH	SPT SECCIONES (M) SPT	RDD (cm)	CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
		0.00	0.00		AVANCE		Carca
	1	0.50	0.40	TP	4		Limo arcilloso café con grava
	2	1.00	0.75	TP	4		Limo arenoso gris con grava y arena fina
	3	1.50	0.95	BT	28	30/15	Avance con Troncos
	4	2.00	1.45	BT	40	41	Limo arenoso café con grava y arena fina
	5	2.50	1.75	BT	41	42	Avance con Troncos
	6	3.00	2.10	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	7	3.50	2.35	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	8	4.00	2.60	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	9	4.50	2.85	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	10	5.00	3.10	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	11	5.50	3.35	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	12	6.00	3.60	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	13	6.50	3.85	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	14	7.00	4.10	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	15	7.50	4.35	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	16	8.00	4.60	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	17	8.50	4.85	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina
	18	9.00	5.10	BT	25	50/15	Limo arenoso café con arena fina

OBSERVACIONES
ACME INI

R: RECHAZO
SPT: ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD
RDD: INDICE DE CALIDAD DE LA ROCA EN % (DÓNDE DEBE)

BND: BARRIL NO
T.SH: TUBO SHELBY
SIR: SIN RECUPERACION

impulsado por **CS CamScanner**

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-IMP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

REGISTRO DE CAMPO

CABLEBÚS LÍNEA 5
PROYECTO CABLE DE CABLEBÚS A RECONSTRUYENTES LOS INDIOS
UBICACIÓN AV. CARRANZA Y CARRANZA
MÓDULO 5M-5 REFERENCIA TORRE 27
COORDENADAS X Y Z

CONSTRUCTOR CONSTER 34
HOJA 2

FECHA (DIA/MES/AÑO)	MATERIAL	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)	TH	TS (cm)	TS (cm)	TS (cm)	TS (cm)	PROF (m)	CLASIFICACION DE CAMPO Y OBSERVACIONES
16/OCT/22	15	15.00	10.00	TP	30	30	30	30	15.00	Limo arcilloso café con poca arena fina. Arena limosa fina.
	20	15.20	10.00	TP	30	30	30	30	15.20	Arenosa con limosa.
	21	15.40	10.00	TP	30	30	30	30	15.40	Arenosa con limosa.
	22	15.60	10.00	TP	30	30	30	30	15.60	Arenosa con limosa.
	23	15.80	10.00	TP	30	30	30	30	15.80	Arenosa con limosa.
	24	16.00	10.00	TP	30	30	30	30	16.00	Arenosa con limosa.
	25	16.20	10.00	TP	30	30	30	30	16.20	Arenosa con limosa.
	26	16.40	10.00	TP	30	30	30	30	16.40	Arenosa con limosa.
	27	16.60	10.00	TP	30	30	30	30	16.60	Arenosa con limosa.
	28	16.80	10.00	TP	30	30	30	30	16.80	Arenosa con limosa.
	29	17.00	10.00	TP	30	30	30	30	17.00	Arenosa con limosa.
	30	17.20	10.00	TP	30	30	30	30	17.20	Arenosa con limosa.
	31	17.40	10.00	TP	30	30	30	30	17.40	Arenosa con limosa.
	32	17.60	10.00	TP	30	30	30	30	17.60	Arenosa con limosa.
	33	17.80	10.00	TP	30	30	30	30	17.80	Arenosa con limosa.
	34	18.00	10.00	TP	30	30	30	30	18.00	Arenosa con limosa.
	35	18.20	10.00	TP	30	30	30	30	18.20	Arenosa con limosa.
	36	18.40	10.00	TP	30	30	30	30	18.40	Arenosa con limosa.
	37	18.60	10.00	TP	30	30	30	30	18.60	Arenosa con limosa.
	38	18.80	10.00	TP	30	30	30	30	18.80	Arenosa con limosa.
	39	19.00	10.00	TP	30	30	30	30	19.00	Arenosa con limosa.
	40	19.20	10.00	TP	30	30	30	30	19.20	Arenosa con limosa.
	41	19.40	10.00	TP	30	30	30	30	19.40	Arenosa con limosa.
	42	19.60	10.00	TP	30	30	30	30	19.60	Arenosa con limosa.
	43	19.80	10.00	TP	30	30	30	30	19.80	Arenosa con limosa.
	44	20.00	10.00	TP	30	30	30	30	20.00	Arenosa con limosa.
	45	20.20	10.00	TP	30	30	30	30	20.20	Arenosa con limosa.
	46	20.40	10.00	TP	30	30	30	30	20.40	Arenosa con limosa.
	47	20.60	10.00	TP	30	30	30	30	20.60	Arenosa con limosa.
	48	20.80	10.00	TP	30	30	30	30	20.80	Arenosa con limosa.
	49	21.00	10.00	TP	30	30	30	30	21.00	Arenosa con limosa.
	50	21.20	10.00	TP	30	30	30	30	21.20	Arenosa con limosa.
	51	21.40	10.00	TP	30	30	30	30	21.40	Arenosa con limosa.
	52	21.60	10.00	TP	30	30	30	30	21.60	Arenosa con limosa.
	53	21.80	10.00	TP	30	30	30	30	21.80	Arenosa con limosa.
	54	22.00	10.00	TP	30	30	30	30	22.00	Arenosa con limosa.
	55	22.20	10.00	TP	30	30	30	30	22.20	Arenosa con limosa.
	56	22.40	10.00	TP	30	30	30	30	22.40	Arenosa con limosa.
	57	22.60	10.00	TP	30	30	30	30	22.60	Arenosa con limosa.
	58	22.80	10.00	TP	30	30	30	30	22.80	Arenosa con limosa.
	59	23.00	10.00	TP	30	30	30	30	23.00	Arenosa con limosa.
	60	23.20	10.00	TP	30	30	30	30	23.20	Arenosa con limosa.
	61	23.40	10.00	TP	30	30	30	30	23.40	Arenosa con limosa.
	62	23.60	10.00	TP	30	30	30	30	23.60	Arenosa con limosa.
	63	23.80	10.00	TP	30	30	30	30	23.80	Arenosa con limosa.
	64	24.00	10.00	TP	30	30	30	30	24.00	Arenosa con limosa.
	65	24.20	10.00	TP	30	30	30	30	24.20	Arenosa con limosa.
	66	24.40	10.00	TP	30	30	30	30	24.40	Arenosa con limosa.
	67	24.60	10.00	TP	30	30	30	30	24.60	Arenosa con limosa.
	68	24.80	10.00	TP	30	30	30	30	24.80	Arenosa con limosa.
	69	25.00	10.00	TP	30	30	30	30	25.00	Arenosa con limosa.
	70	25.20	10.00	TP	30	30	30	30	25.20	Arenosa con limosa.
	71	25.40	10.00	TP	30	30	30	30	25.40	Arenosa con limosa.
	72	25.60	10.00	TP	30	30	30	30	25.60	Arenosa con limosa.
	73	25.80	10.00	TP	30	30	30	30	25.80	Arenosa con limosa.
	74	26.00	10.00	TP	30	30	30	30	26.00	Arenosa con limosa.
	75	26.20	10.00	TP	30	30	30	30	26.20	Arenosa con limosa.
	76	26.40	10.00	TP	30	30	30	30	26.40	Arenosa con limosa.
	77	26.60	10.00	TP	30	30	30	30	26.60	Arenosa con limosa.
	78	26.80	10.00	TP	30	30	30	30	26.80	Arenosa con limosa.
	79	27.00	10.00	TP	30	30	30	30	27.00	Arenosa con limosa.
	80	27.20	10.00	TP	30	30	30	30	27.20	Arenosa con limosa.
	81	27.40	10.00	TP	30	30	30	30	27.40	Arenosa con limosa.
	82	27.60	10.00	TP	30	30	30	30	27.60	Arenosa con limosa.
	83	27.80	10.00	TP	30	30	30	30	27.80	Arenosa con limosa.
	84	28.00	10.00	TP	30	30	30	30	28.00	Arenosa con limosa.
	85	28.20	10.00	TP	30	30	30	30	28.20	Arenosa con limosa.
	86	28.40	10.00	TP	30	30	30	30	28.40	Arenosa con limosa.
	87	28.60	10.00	TP	30	30	30	30	28.60	Arenosa con limosa.
	88	28.80	10.00	TP	30	30	30	30	28.80	Arenosa con limosa.
	89	29.00	10.00	TP	30	30	30	30	29.00	Arenosa con limosa.
	90	29.20	10.00	TP	30	30	30	30	29.20	Arenosa con limosa.
	91	29.40	10.00	TP	30	30	30	30	29.40	Arenosa con limosa.
	92	29.60	10.00	TP	30	30	30	30	29.60	Arenosa con limosa.
	93	29.80	10.00	TP	30	30	30	30	29.80	Arenosa con limosa.
	94	30.00	10.00	TP	30	30	30	30	30.00	Arenosa con limosa.

OBSERVACIONES:
ADANE (m)
PROFUNDIDAD FINAL

R. RECHAZO
SPT ENBAYO DE PENETRACION STANDARD
ROD INDICE DE CALIDAD DE LA ROCA EN % (DON O DEBERE)

BNC: BARRIL RO
T-SH: TUBO SHELBY
SRS: SIN RECUPERACION

T.H.: TIPO DE HERRAMIENTA
R/D: PENETROMETRO
C/A: TRIGONICA

impulsado por CamScanner

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

REGISTRO DE CAMPO

CABLEBUS LINEA 3
PROYECTO PASO DE SURSCUA A
UNICIÓN AL CONSTITUTIVOSES

COORDENADAS E

SOURCES SPT-S REFERENCIA TC/CEC 21

FECHA DE INICIO: 15/11/2022
FECHA DE TERMINACIÓN: 19/11/2022

CABLEBUS LINEA 3
PROYECTO PASO DE SURSCUA A
UNICIÓN AL CONSTITUTIVOSES

COORDENADAS E

SOURCES SPT-S REFERENCIA TC/CEC 21

PERFORADORA: WALTER 34
HOJA: 3

FECHA CABLEBUS	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN		TI	SPT 15 CM/S CÁMIS (MÉTODOS)	REG. LIBRO	CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
			M	%				
13/04/2022	44	1.35	21.30	0.15	BT	AVANCE -		Avance con Tecnología Avance con Tecnología y poca arena fina
	45	1.50	21.85	0.15	TP	AVANCE -		Avance con Tecnología
	46	1.65	22.40	0.45	BT	AVANCE -		Avance con Tecnología y poca arena fina
	47	1.80	22.90	0.50	TP	33 32 30 31		Avance con Tecnología y poca arena fina
	48	1.95	23.40	0.50	TP	23 30 21 26		Avance con Tecnología y poca arena fina
	49	2.10	23.90	0.60	TP	23 30 21 26		Avance con Tecnología y poca arena fina
	50	2.25	24.40	0.60	TP	30 35 31 30		Avance con Tecnología y poca arena fina
	51	2.40	24.90	0.45	BT	17 18 15 15		Avance con Tecnología y poca arena fina
	52	2.55	25.40	0.45	BT	AVANCE -		Avance con Tecnología y poca arena fina
	53	2.70	25.90	0.60	TP	33 33 32 31/15		Avance con Tecnología y poca arena fina
14/04/2022	54	2.85	26.40	0.60	TP	30/15		Avance con Tecnología y poca arena fina
	55	3.00	26.90	0.45	BT	AVANCE -		Avance con Tecnología y poca arena fina
	56	3.15	27.40	0.45	BT	AVANCE -		Avance con Tecnología y poca arena fina
	57	3.30	27.90	0.40	TP	32 30/15 40 45		Avance con Tecnología y poca arena fina
	58	3.45	28.40	0.30	BT	AVANCE -		Avance con Tecnología y poca arena fina
	59	3.60	28.90	0.30	TP	AVANCE -		Avance con Tecnología y poca arena fina

OBSERVACIONES

R: RECHAZO
SPT: ENSAYO DE PENETRACION STANDARD
ROD: INDICE DE CALIDAD DE LA ROCA EN % (DON O DEERE)

HERRAMIENTA
ENETROMETRO
FRICONICA

BND: BARRIL NO
T.S.H: TUBO SHELBY
S.P.: SIN RECUPERACION

impulsado por **CS CamScanner**

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

11. ANEXO 3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

**CONTENIDO DE AGUA Y DESCRIPCION.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

SONDEO : SM-5 FECHA: 06/01/2023 HOJA : 1 DE 3

MTRA.	PROF. m	TARA		Wh + C gr.	Ws + C gr.	W gr.	Ws gr.	w %	DESCRIPCION DEL SUELO
		N°	gr.						
1	0.90	1.50	20.68	162.97	141.03	21.94	120.35	18.23	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ CLARO Y GRAVAS DE HASTA 1/2"
2	1.50	1.95	109	186.67	150.42	36.25	129.82	27.92	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO
3	2.10	2.65	342	196.16	161.88	34.28	141.43	24.24	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO
4	2.70	2.98	344	171.93	136.38	35.55	116.35	30.55	ARENA FINA A MEDIA CON FINOS LIMOSOS DE PLASTICIDAD MEDIA CAFÉ GRISACEO
5	3.30	3.45	155	163.05	135.50	27.55	114.62	24.04	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO
6	3.90	4.05	41	169.35	135.92	33.43	114.86	29.10	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO
7	4.50	4.80	271	174.60	138.75	35.85	118.25	30.32	LIMO DE PLASTICIDAD MEDIA CAFÉ GRISACEO CON ARENA A MEDIA
8	5.10	5.40	82	182.44	142.43	40.01	121.50	32.93	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
9	5.70	5.85	128	147.18	115.81	31.37	95.22	32.94	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
10	6.30	6.45	11	110.22	87.78	22.44	126.39	31.74	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ GRISACEO
11	6.90	7.05	24	167.43	130.59	36.84	110.18	33.44	ARENA FINA A GRUESA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
12	7.50	7.78	288	168.51	135.03	33.48	114.38	29.27	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
13	8.10	8.55	247	185.95	145.36	40.59	124.95	32.48	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO Y POCAS GRAVAS DE HASTA 3/4"
14	8.70	9.30	276	172.46	135.22	37.24	115.16	32.34	ARENA LIMOSA CAFÉ GRISACEO CON POCAS GRAVAS DE HASTA 3/4"
15	9.30	9.90	295	89.72	77.44	12.28	45.01	27.28	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
T.S.H.	9.90	10.10	256	195.24	158.08	37.16	137.41	27.04	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ OSCURO CON POCAS GRAVAS DE HASTA 1/2"
16	10.10	10.70	214	198.96	159.23	39.73	138.07	28.78	ARENA FINA A GRUESA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO Y GRAVILLAS AISLADAS
17	10.70	11.30	29	218.31	181.90	36.41	146.79	24.80	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO
18	11.30	11.90	322	179.04	153.97	25.07	133.21	18.82	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO Y POCAS GRAVAS DE HASTA 1/2"
19	11.90	12.20	136	175.06	152.84	22.22	131.63	16.86	ARENA GRUESA A FINA CON ESCASAS GRAVAS DE HASTA 1/2" Y ESCASOS FINOS LIMOSOS GRIS CLARO
20	12.50	12.60	237	204.44	176.44	28.00	156.12	17.83	ARENA GRUESA A FINA CON GRAVAS DE HASTA 3/8" Y POCOS FINOS LIMOSOS GRIS CLARO
21	13.10	13.25	300	142.74	124.22	18.52	104.09	17.79	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS GRIS CLARO Y GRAVILLAS AISLADAS
22	13.70	13.85	317	155.07	120.27	34.80	99.92	34.83	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO
23									

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

**CONTENIDO DE AGUA Y DESCRIPCION.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCODE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACION: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

LABORATORISTA: [REDACTED]
CALCULISTA: [REDACTED]

SONDEO: SM-5 FECHA: 06/01/2023 HOJA: 2 DE 3

MTRA.	PROF. m	TARA		Wh + C gr.	Ws + C gr.	W gr.	Ws gr.	w %	DESCRIPCION DEL SUELO	
		N°	gr.							
24	15.50	16.10	343	20.79	157.47	123.38	34.09	102.59	33.23	ARENA FINA A GRUESA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO Y GRAVILLAS AISLADAS
25	16.10	16.70	269	20.24	163.30	130.28	33.02	110.04	30.01	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO
26	16.70	17.30	289	20.46	134.60	89.86	44.74	69.40	64.47	ARENA PUMITICA CON FINOS LIMOSOS DEL MISMO MATERIAL GRIS CLARO
27	17.30	17.90	62	20.96	156.66	104.83	51.83	83.87	61.80	ARENA PUMITICA CON FINOS LIMOSOS DEL MISMO MATERIAL GRIS CLARO
28	17.90	18.50	195	20.66	160.91	114.40	46.51	93.74	49.62	ARENA PUMITICA CON FINOS LIMOSOS DEL MISMO MATERIAL GRIS CLARO
29	18.50	19.10	227	20.40	147.41	117.21	30.20	96.81	31.20	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ CLARO
30	19.10	19.70	205	20.56	153.60	124.45	29.15	103.89	28.06	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ CLARO
31	19.70	20.30	139	20.43	163.18	136.57	26.61	116.14	22.91	ARENA MEDIA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
32	20.30	20.90	104	21.08	169.10	139.35	29.75	118.27	25.15	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
33	20.90	21.50	228	20.41	152.17	121.17	31.00	100.76	30.77	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ OSCURO Y GRAVILLAS AISLADAS
34	21.50	22.10	261	34.93	187.27	151.50	35.77	116.57	30.69	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO
35	22.10	22.25	75	21.01	167.05	135.56	31.49	114.55	27.49	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO
36	22.70	23.30	249	19.95	206.72	166.95	39.77	147.00	27.05	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO
37	23.30	23.90	151	20.97	198.43	160.94	37.49	139.97	26.78	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
38	23.90	24.50	339	20.43	196.09	160.74	35.35	140.31	26.19	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ GRISACEO
39	24.50	25.10	202	20.76	170.74	138.21	32.53	117.45	27.70	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
40	25.10	25.70	54	21.02	185.68	149.73	35.95	128.71	27.93	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
41	25.70	26.30	329	35.48	209.03	174.71	34.32	139.23	24.65	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ GRISACEO
42	26.30	26.90	337	34.47	222.86	186.51	36.35	152.04	23.91	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
43	26.90	27.35	134	20.88	201.38	169.42	31.96	148.54	21.52	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ OSCURO Y GRAVILLAS AISLADAS
44	27.50	27.65	14	21.37	88.53	75.10	13.43	53.73	25.00	LIMO CO ARENA FINA A MEDIA CAFÉ CLARO
44A					89.70	78.63	11.07	58.01	19.08	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO
45								135.61	16.39	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
46								167.78	17.42	ARENA GRUESA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO Y POCAS GRAVAS DE HASTA 3/4"

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA Nº : 4 **SONDEO:** SM-5

PROFUNDIDAD: 2.70-2.98 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la n Peso de la muestra total + tara 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 136.38 gr.
TARA # : 344 Peso de la tara: 20.03 gr.
Peso de la muestra total : 116.35 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.00	0.00		
16	1.00	0.14	0.12		
20	850	1.04	0.89		
30	600 µ	4.86	4.18		
40	425 µ	7.82	6.72		
60	250 µ	14.49	12.45		
100	150 µ	10.41	8.95		66.69
200	75 µ	26.24	22.55		44.13
charola		51.35	44.13		
suma		65.00			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. :
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 55.87
% FINOS : 44.13
CLASIFICACION S. U. C. S. : SM
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.

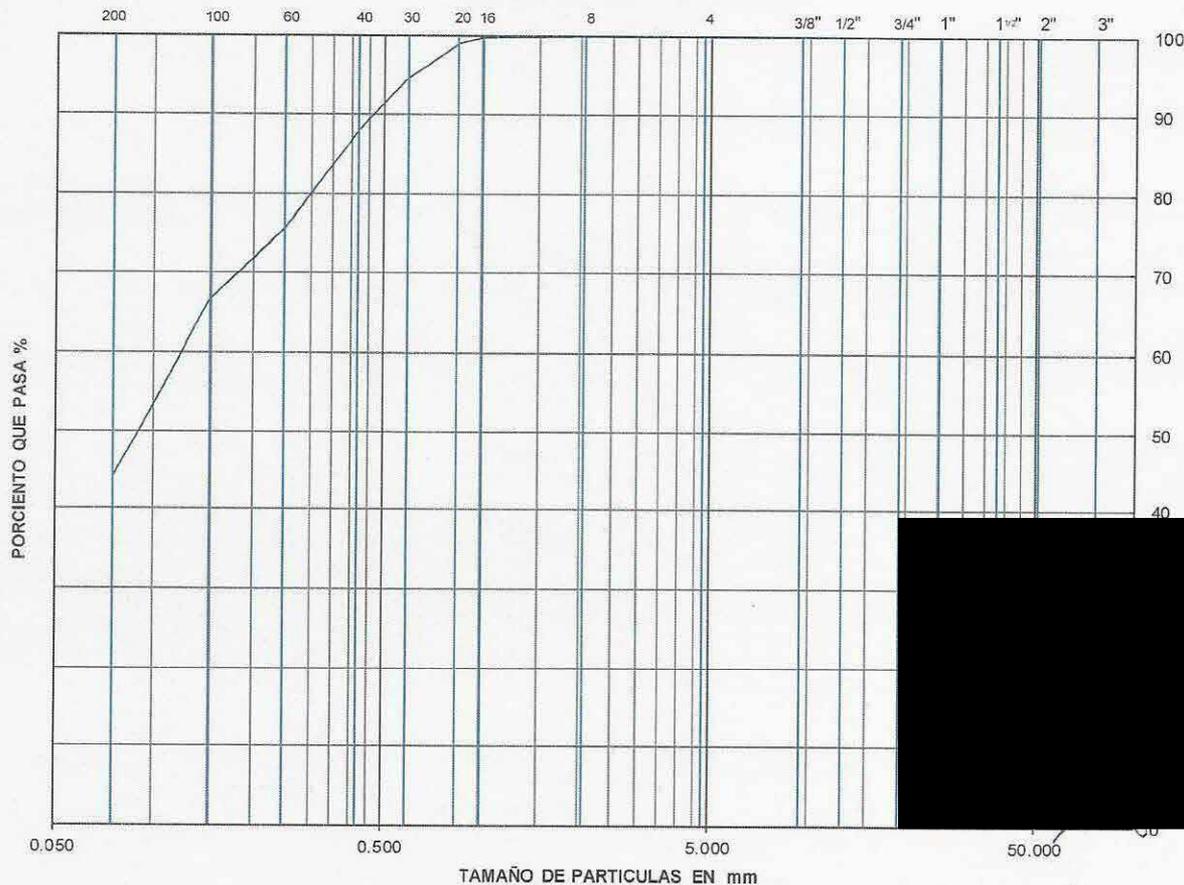
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA Nº : 4
 PROFUNDIDAD : 2.70-2.98 m

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.122$
 $D_{50} = 0.090$ $D_{90} = 0.464$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 55.87
 % FINOS : 44.13
 S. U. C. S. : SM

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 7 **SONDEO:** SM-5

PROFUNDIDAD: 4.50-4.80 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara: 0 gr.

Tara Nº: 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total: 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara: 138.75 gr.

TARA #: 271 Peso de la tara: 20.50 gr.

Peso de la muestra total: 118.25 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.58	0.49		
16	1.00	2.66	2.25		
20	850	2.29	1.94		
30	600 µ	7.23	6.11		
40	425 µ	7.08	5.99		
60	250 µ	10.08	8.52		
100	150 µ	6.59	5.57		
200	75 µ	19.70	16.66		
charola		62.04	52.47		
suma		56.21			

% MATERIAL > MALLA Nº 4.:

% GRAVA: 0.00

% ARENA: 47.53

% FINOS: 52.47

CLASIFICACION S. U. C. S.: ML

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.

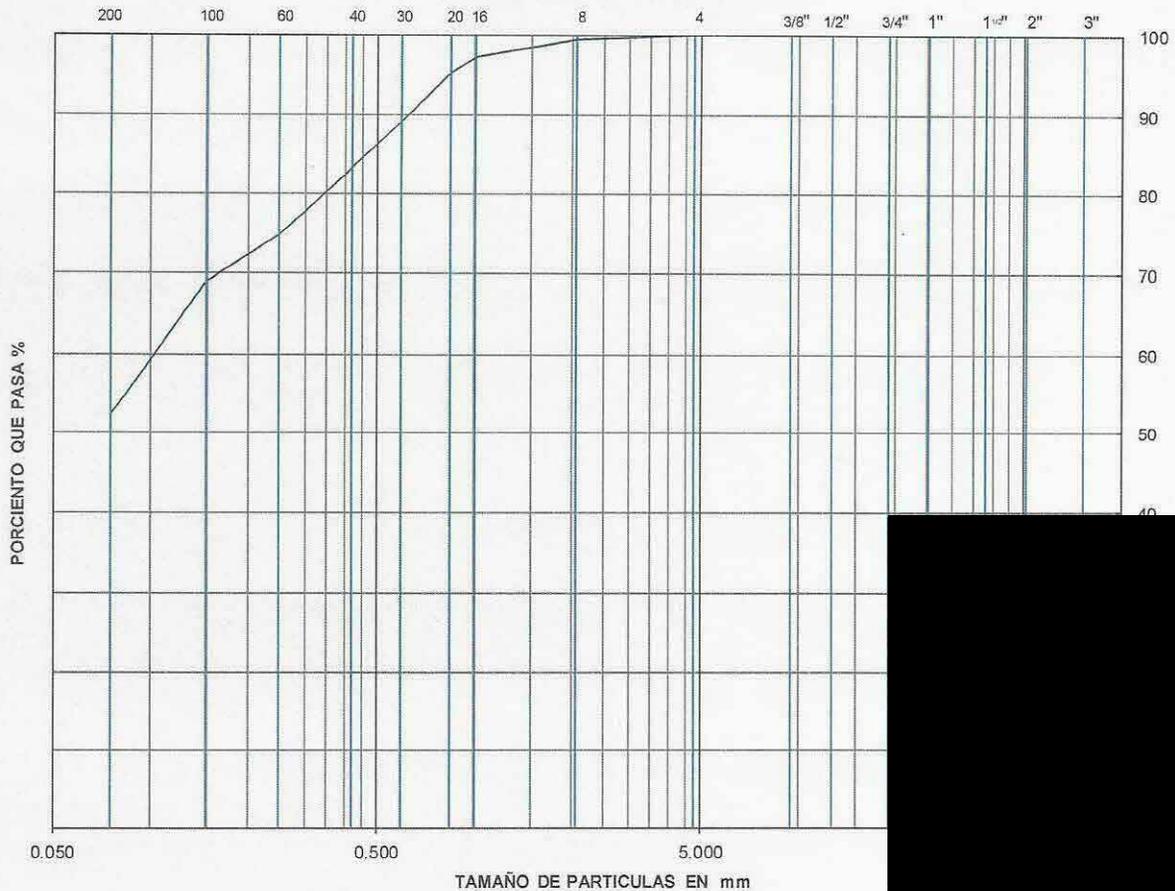
PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 7
 PROFUNDIDAD : 4.50-4.80 m

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



D₁₀ = _____ D₃₀ = _____ D₆₀ = 0.102

D₅₀ = _____ D₉₀ = 0.622

C_u = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ = _____

C_c = $\frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})}$ = _____

% GRAVA : 0.00

% ARENA : 47.53

% FINOS : 52.47

S. U. C. S. : ML

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA 

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA Nº : 10 SONDEO: SM-5

PROFUNDIDAD: 6.30-6.45 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	1.35	1.07	98.93
suma		1.35	1.07	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 146.59 gr.
TARA # : 11 Peso de la tara: 20.20 gr.
Peso de la muestra total : 126.39 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.44	0.35		
16	1.00	2.20	1.74		
20	850	1.91	1.51		
30	600 µ	4.91	3.88		
40	425 µ	6.56	5.19		
60	250 µ	9.73	7.70		
100	150 µ	6.66	5.27		
200	75 µ	18.08	14.30		58.98
charola		75.90	60.05		
suma		50.49			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
% GRAVA : 1.07
% ARENA : 39.95
% FINOS : 50.90
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL : 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

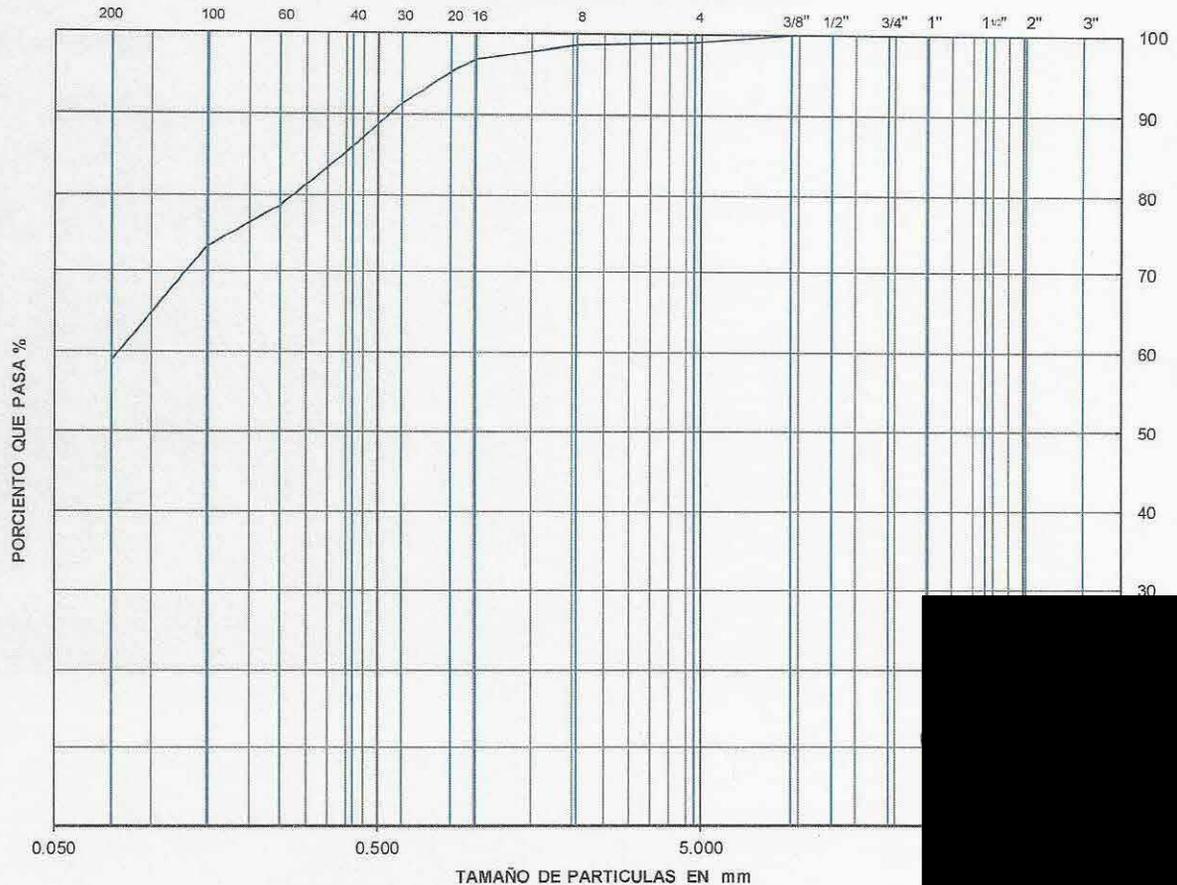


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 10
 PROFUNDIDAD : 6.30-6.45 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.079$
 $D_{50} =$ _____ $D_{90} = 0.540$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA :	1.07
% ARENA :	39.95
% FINOS :	58.98
S. U. C. S. :	0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 12 SONDEO: SM-5

PROFUNDIDAD: 7.50-7.78 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	1.44	1.31	98.69
suma		1.44	1.31	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 130.59 gr.
TARA # : 288 Peso de la tara: 20.41 gr.
Peso de la muestra total : 110.18 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	7.24	6.57		
16	1.00	3.48	3.16		
20	850	3.67	3.33		
30	600 µ	9.68	8.79		
40	425 µ	8.33	7.56		
60	250 µ	11.80	10.71		
100	150 µ	7.54	6.84		
200	75 µ	16.35	14.84		
charola		42.09	38.20		
suma		68.09			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
% GRAVA : 1.31
% ARENA : 61.80
% FINOS : 30.69
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL : 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



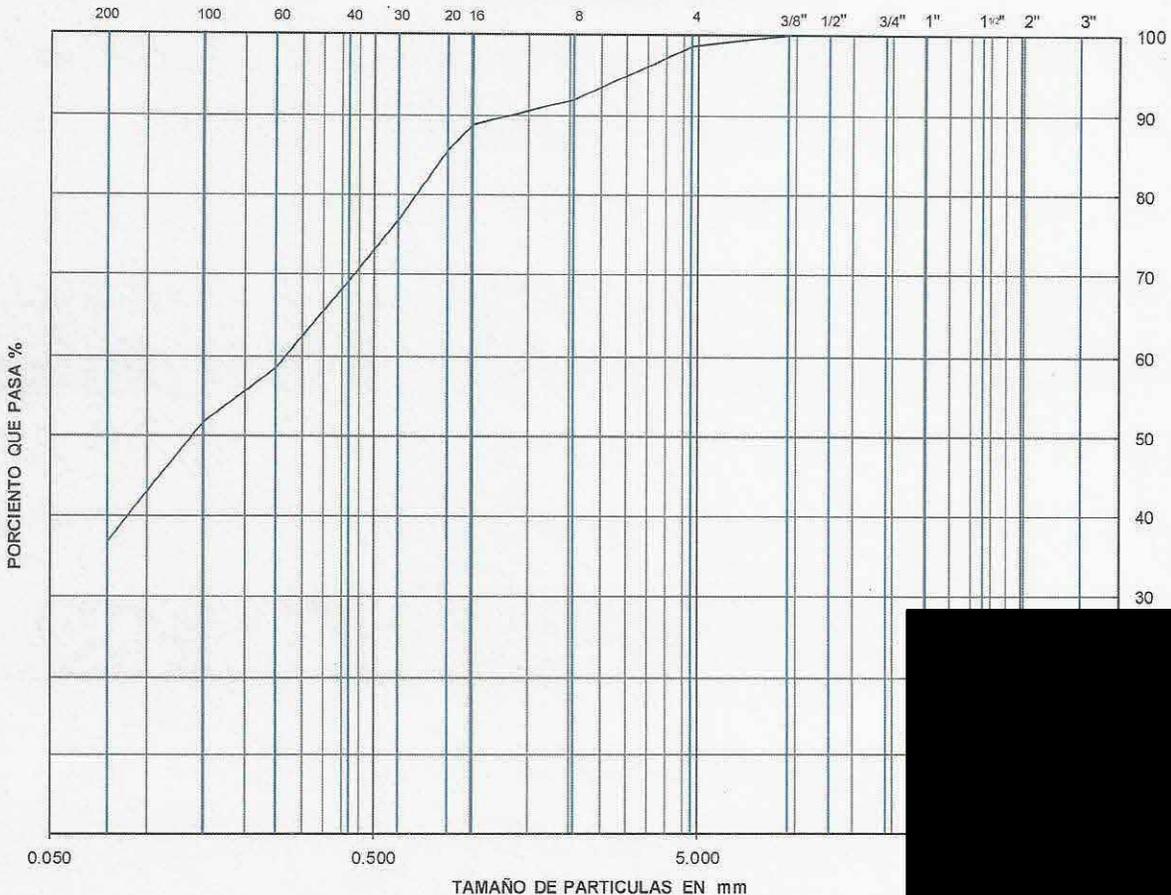
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 12
 PROFUNDIDAD : 7.50-7.78 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.268$

$D_{50} = 0.138$ $D_{90} = 1.270$

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 1.31
 % ARENA : 61.80
 % FINOS : 36.89
 S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA Nº : 15 SONDEO: SM-5

PROFUNDIDAD: 9.30-9.90 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	2.31	2.01	97.99
3/8"	9.50	3.46	3.00	94.99
4	4.76	4.24	3.68	91.31
suma		10.01	8.69	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 135.22 gr.
TARA # : 295 Peso de la tara: 20.06 gr.
Peso de la muestra total : 115.16 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	7.08	6.15		85.16
16	1.00	9.90	8.60		
20	850	2.47	2.14		
30	600 µ	5.63	4.89		
40	425 µ	4.54	3.94		
60	250 µ	7.18	6.23		
100	150 µ	4.57	3.97		
200	75 µ	11.35	9.86		
charola		62.44	54.22		
suma		52.72			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
% GRAVA : 8.69
% ARENA : 45.78
% FINOS : 45.53
CLASIFICACION S. U. C. S. : SM
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



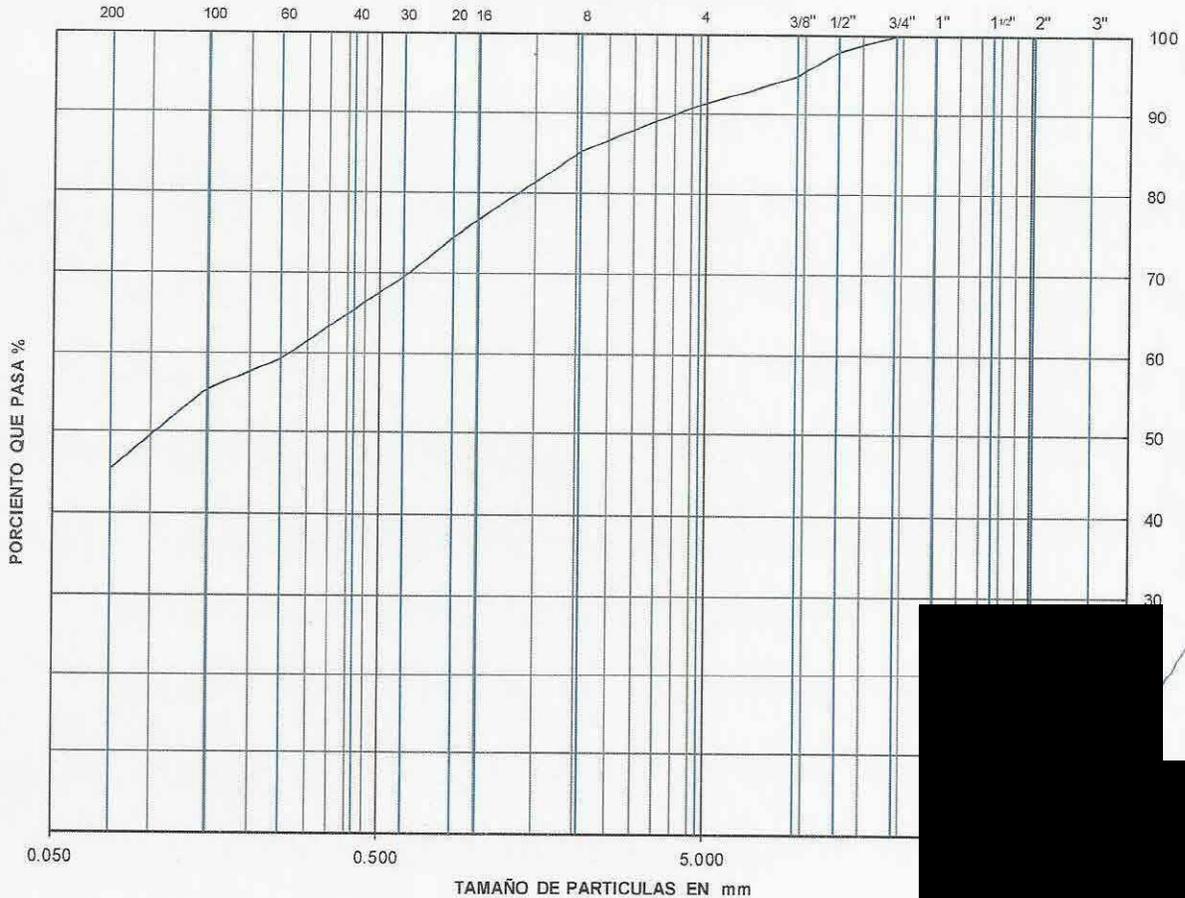
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 15
 PROFUNDIDAD : 9.30-9.90 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{30} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{60} = \underline{0.264}$
 $D_{50} = \underline{0.102}$ $D_{90} = \underline{3.982}$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} = \underline{\hspace{2cm}}$

% GRAVA : 8.69
 % ARENA : 45.78
 % FINOS : 45.53
 S. U. C. S. : SM

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-IMP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 17 SONDEO: SM-5

PROFUNDIDAD: 10.70-11.30 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	5.28	3.82	96.18
suma		5.28	3.82	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 159.23 gr.
TARA # : 29 Peso de la tara: 21.16 gr.
Peso de la muestra total : 138.07 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO PASADO
8	2.36	6.50	4.71		
16	1.00	12.65	9.16		
20	850	4.08	2.96		
30	600 µ	10.37	7.51		
40	425 µ	8.57	6.21		
60	250 µ	10.46	7.58		
100	150 µ	7.15	5.18		
200	75 µ	16.10	11.66		
charola		62.19	45.04		
suma		75.88			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
% GRAVA : 3.82
% ARENA : 54.96
% FINOS : 41.22
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-IMP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



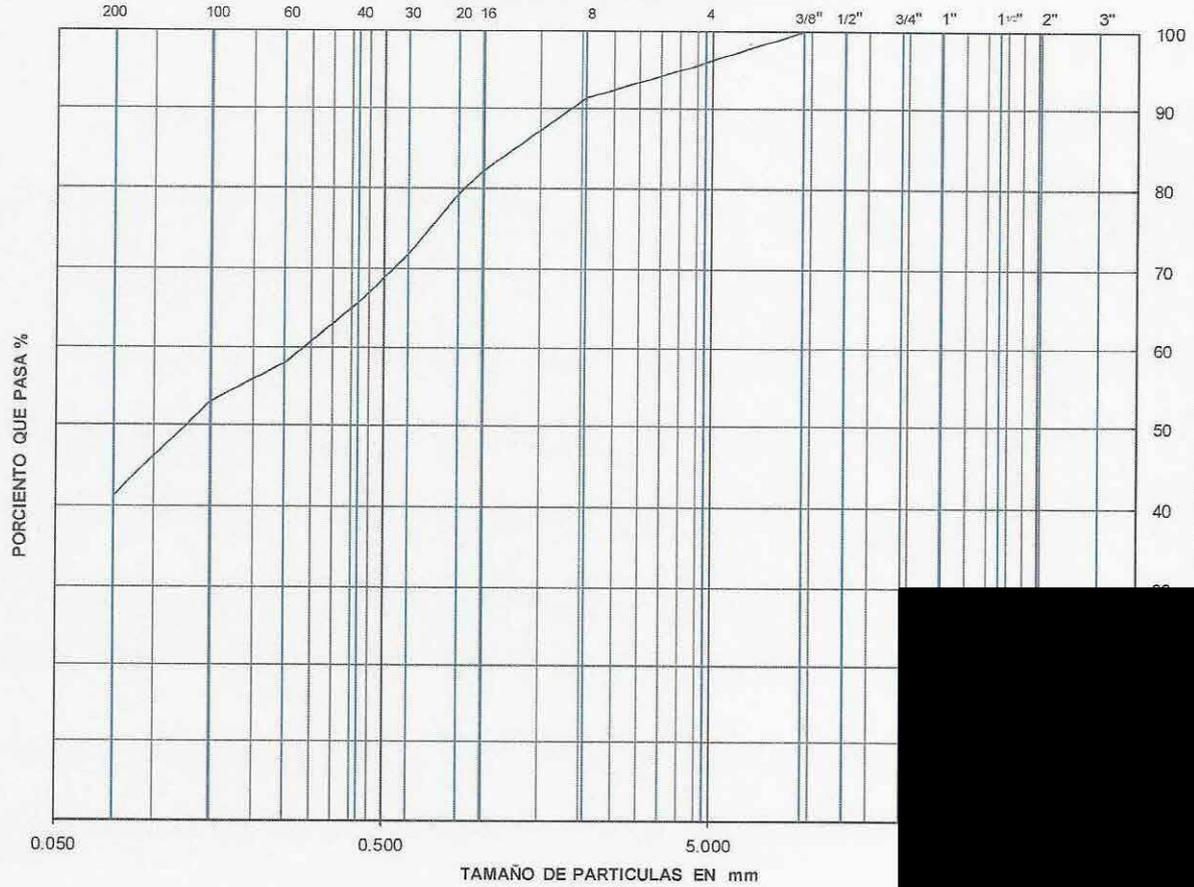
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA Nº : 17
 PROFUNDIDAD : 10.70-11.30 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: _____
 OBSERVACIONES: _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.286$
 $D_{50} = 0.126$ $D_{90} = 1.833$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA Nº : 20 **SONDEO:** SM-5

PROFUNDIDAD: 12.50-12.60 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara: 0 gr.
Tara Nº: 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total: 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	7.21	5.47	94.53
3/8"	9.50	1.21	0.92	93.61
4	4.76	6.45	4.89	88.72
suma		14.87	11.28	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara: 152.84 gr.
TARA #: 237 Peso de la tara: 21.01 gr.
Peso de la muestra total: 131.83 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	19.50	14.79		73.93
16	1.00	20.66	15.67		58.26
20	850	5.84	4.43		53.83
30	600 µ	12.61	9.57		44.26
40	425 µ	10.12	7.68		
60	250 µ	12.56	9.53		
100	150 µ	8.12	6.16		
200	75 µ	13.44	10.19		
charola		28.98	21.98		
suma		102.85			

% MATERIAL > MALLA Nº 4:

% GRAVA : 11.28

% ARENA : 78.02

% FINOS : 10.70

CLASIFICACION S. U. C. S. :

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBÚS LÍNEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 20
 PROFUNDIDAD : 12.50-12.60 m

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ 0.293 $D_{60} =$ 1.086
 $D_{50} =$ 0.732 $D_{90} =$ 5.707
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA :	11.28
% ARENA :	78.02
% FINOS :	10.70
S. U. C. S. :	0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARBERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 24 SONDEO: SM-5

PROFUNDIDAD: 15.50-16.10 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 0 gr.

Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	1.25	1.22	98.78
4	4.76	3.25	3.17	95.61
suma		4.50	4.39	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 123.38 gr.

TARA # : 343 Peso de la tara: 20.79 gr.

Peso de la muestra total : 102.59 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	8.57	8.35		87.26
16	1.00	14.31	13.95		73.31
20	850	4.68	4.56		
30	600 µ	9.89	9.64		
40	425 µ	6.70	6.53		
60	250 µ	7.27	7.09		
100	150 µ	4.38	4.27		
200	75 µ	11.59	11.30		
charola		35.20	34.31		
suma		67.39			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____

% GRAVA : 4.39

% ARENA : 65.69

% FINOS : 29.92

CLASIFICACION S. U. C. S. : _____

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 24
 PROFUNDIDAD : 15.50-16.10 m

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



D₁₀ = _____ D₃₀ = 0.075 D₆₀ = 0.614

D₅₀ = 0.348 D₉₀ = 2.709

Cu = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ = _____

Cc = $\frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})}$ = _____

% GRAVA : 4.39

% ARENA : 65.69

% FINOS : 29.92

S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA N° : 28 **SONDEO:** SM-5

PROFUNDIDAD: 17.90-18.50 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES : ARENA PUMITICA

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA N° 4.

Peso de la muestra total + tara: 0 gr.
Tara N°: 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total: 0.00 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA N° 4.

Peso de la muestra total + tara: 114.40 gr.
TARA #: 195 Peso de la tara: 20.66 gr.
Peso de la muestra total: 93.74 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	3.54	3.78		96.22
16	1.00	14.85	15.84		80.38
20	850	5.11	5.45		
30	600 μ	12.97	13.84		
40	425 μ	10.77	11.49		
60	250 μ	10.06	10.73		
100	150 μ	4.73	5.05		
200	75 μ	8.54	9.11		
charola		23.17	24.72		
suma		70.57			

% MATERIAL > MALLA N° 4. :
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 75.28
% FINOS : 24.72

CLASIFICACION S. U. C. S. :
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 28
 PROFUNDIDAD : 17.90-18.50 m

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : ARENA PUMITICA

CURVA GRANULOMÉTRICA



D₁₀ = _____ D₃₀ = 0.112 D₆₀ = 0.576

D₅₀ = 0.425 D₉₀ = 1.551

C_u = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ = _____ C_c = $\frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})}$ = _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 75.28
 % FINOS : 24.72
 S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARBERA

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA N° : 31 SONDEO: SM-5
PROFUNDIDAD: 19.70-20.30 m.
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA N° 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara N° : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA N° 4.
Peso de la muestra total + tara : 136.57 gr.
TARA # : 139 Peso de la tara: 20.43 gr.
Peso de la muestra total : 116.14 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.47	0.40		
16	1.00	3.87	3.33		
20	850	2.78	2.39		
30	600 μ	9.67	8.33		
40	425 μ	11.33	9.76		
60	250 μ	12.33	10.62		
100	150 μ	8.51	7.33		37.84
200	75 μ	16.53	14.23		43.61
charola		50.65	43.61		
suma		65.49			

% MATERIAL > MALLA N° 4. : _____
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 56.39
% FINOS : 43.61
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



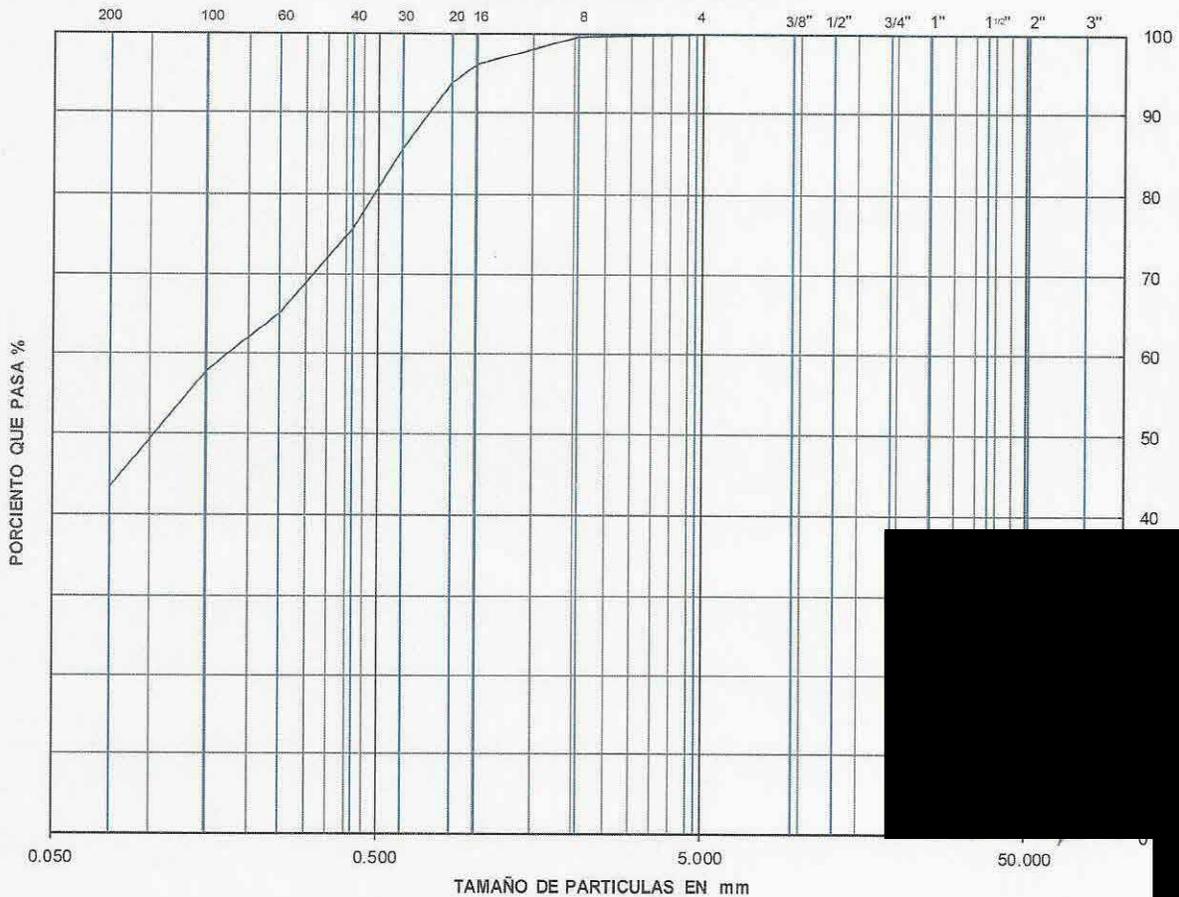
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBÚS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA Nº : 31
 PROFUNDIDAD : 19.70-20.30 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.174$
 $D_{50} = 0.102$ $D_{90} = 0.716$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 56.39
 % FINOS : 43.61
 S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 38 SONDEO: SM-5

PROFUNDIDAD: 23.90-24.50 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 160.74 gr.
TARA # : 339 Peso de la tara: 20.43 gr.
Peso de la muestra total : 140.31 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.37	0.26		
16	1.00	1.64	1.17		
20	850	0.92	0.66		
30	600 µ	3.88	2.77		
40	425 µ	6.64	4.73		
60	250 µ	12.82	9.14		
100	150 µ	10.26	7.31		
200	75 µ	22.07	15.73		58.24
charola		81.71	58.24		
suma		58.60			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 41.76
% FINOS : 58.24
CLASIFICACION S. U. C. S. : ML
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



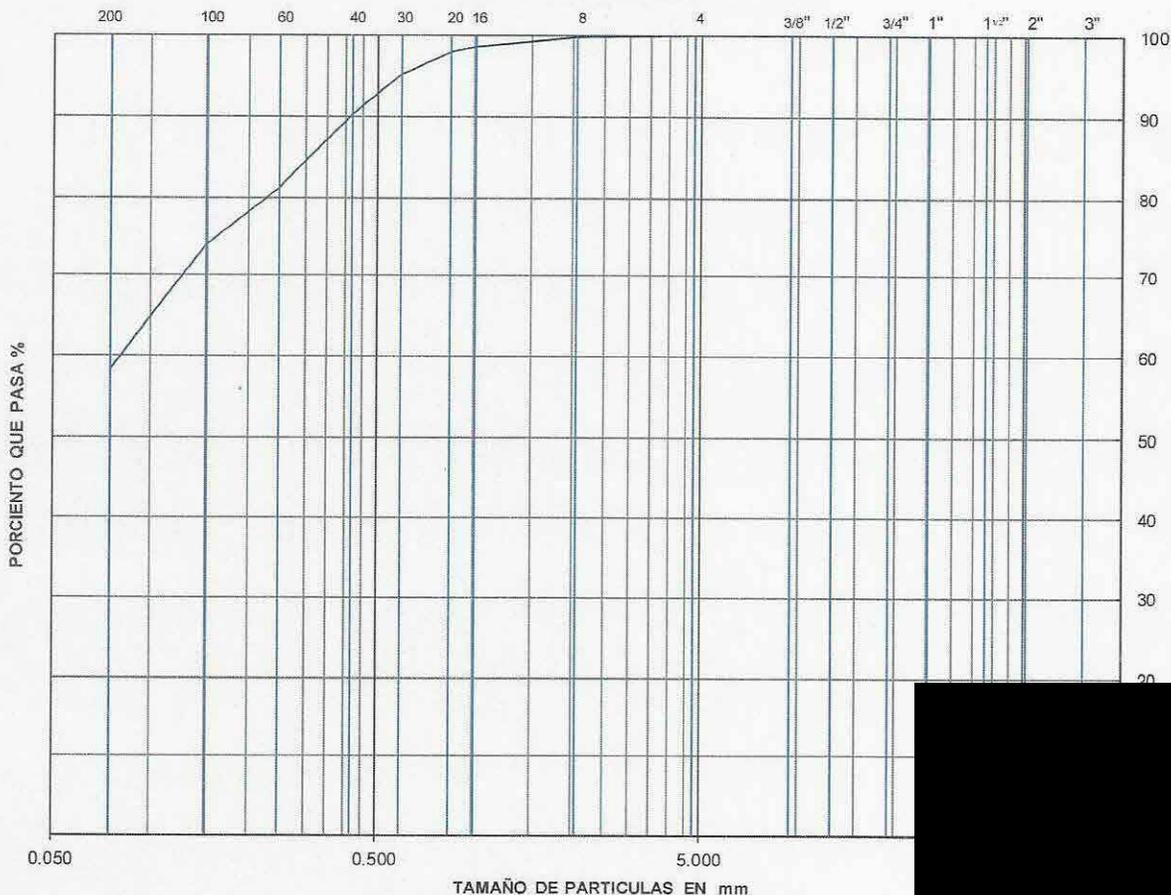
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 38
 PROFUNDIDAD : 23.90-24.50 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} =$ 0.081
 $D_{50} =$ _____ $D_{90} =$ 0.410
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 41.76
 % FINOS : 58.24
 S. U. C. S. : ML

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 45 **SONDEO:** SM-5

PROFUNDIDAD: 28.10-28.70 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :
OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara: 0 gr.
Tara Nº: 0 **Peso de la tara:** 0 gr.
Peso de la muestra total: 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara: 156.10 gr.
TARA # : 346 **Peso de la tara:** 20.29 gr.
Peso de la muestra total: 135.81 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	16.25	11.97		88.03
16	1.00	13.20	9.72		
20	850	3.58	2.64		
30	600 µ	9.42	6.94		
40	425 µ	9.94	7.32		
60	250 µ	12.34	9.09		
100	150 µ	7.17	5.28		
200	75 µ	15.27	11.24		
charola		48.64	35.81		
suma		87.17			

% MATERIAL > MALLA Nº 4
% GRUPO
% AR
% F
CLASIFICACION S. U. C
TO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



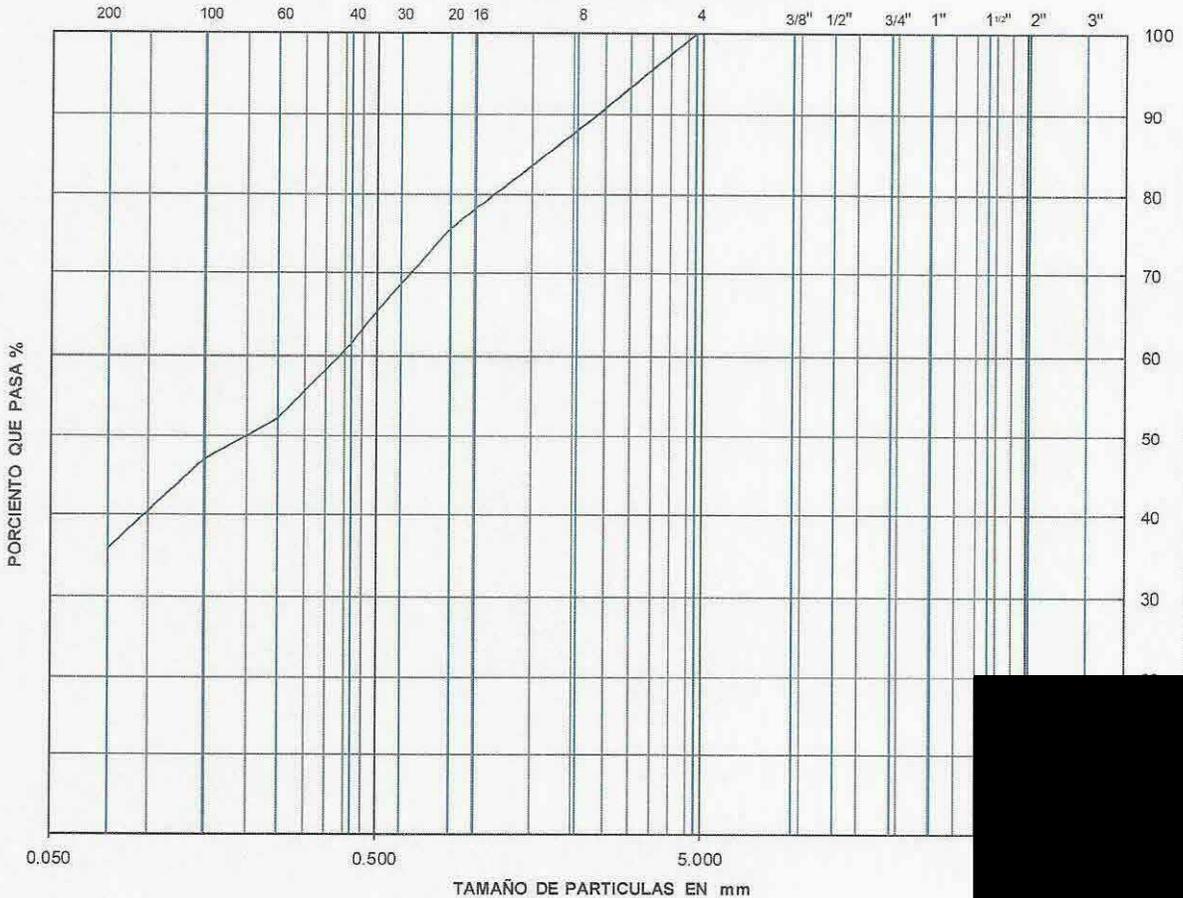
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA N° : 45
 PROFUNDIDAD : 28.10-28.70 m

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



D₁₀ = _____ D₃₀ = _____ D₆₀ = 0.387

D₅₀ = 0.199 D₉₀ = 2.361

Cu = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ = _____ Cc = $\frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})}$ = _____

%
%
%
S. U

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB  **SARRITA**

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 47 SONDEO: SM-5

PROFUNDIDAD: 29.50-29.90 m.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	5.03	3.45	96.55
3/8"	9.50	1.97	1.35	95.20
4	4.76	8.10	5.55	89.65
suma		15.10	10.35	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 166.43 gr.
TARA # : 266 Peso de la tara: 20.51 gr.
Peso de la muestra total : 145.92 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASARÍA MUESTRA TOTAL
8	2.36	15.28	10.47		79.18
16	1.00	13.22	9.06		70.12
20	850	4.05	2.78		67.35
30	600 µ	11.92	8.17		59.18
40	425 µ	12.76	8.74		50.43
60	250 µ	15.02	10.29		40.14
100	150 µ	8.75	6.00		34.14
200	75 µ	17.00	11.65		22.49
charola		47.92	32.84		
suma		98.00			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____
% GRAVA : 10
% ARENA : 67
% FINOS : 22
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL: 100

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



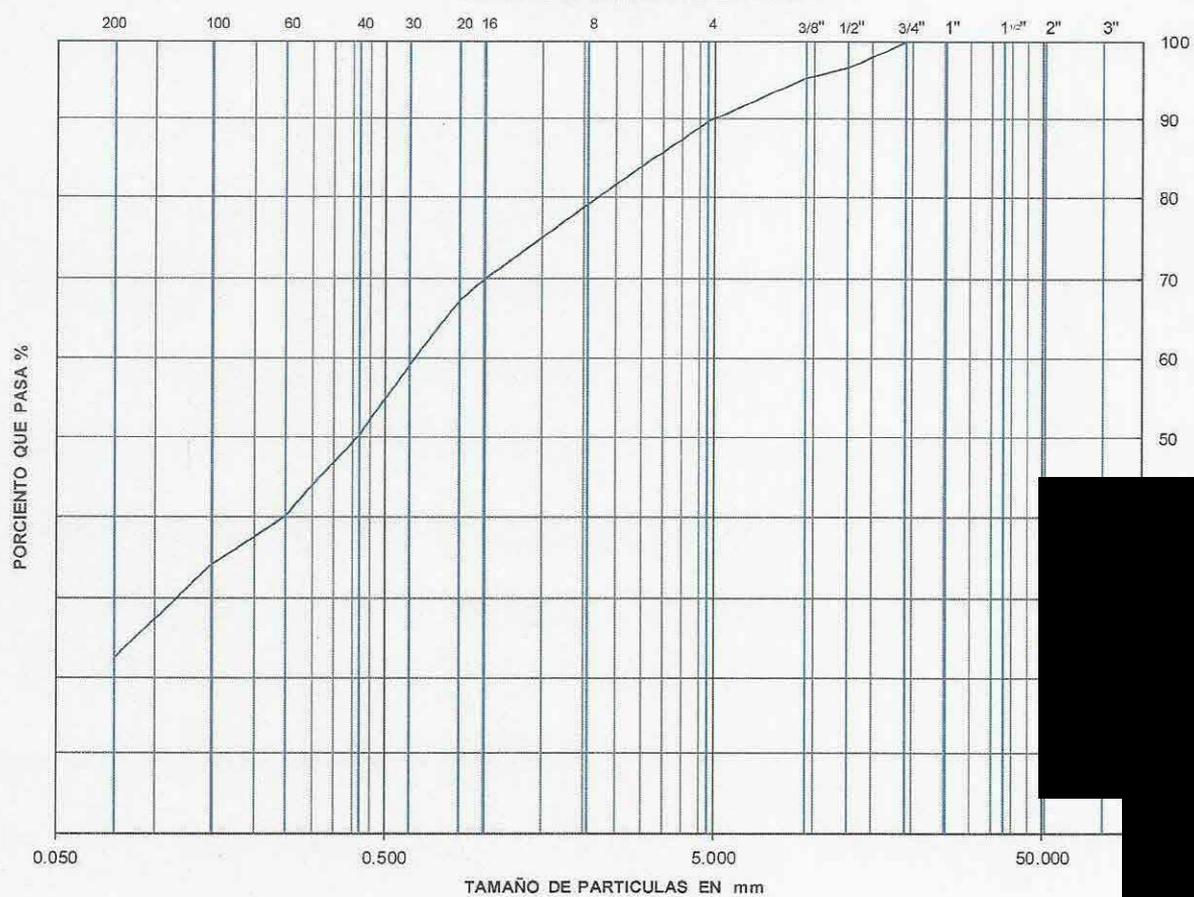
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5
 MUESTRA Nº : 47
 PROFUNDIDAD : 29.50-29.90 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{30} = \underline{0.117}$ $D_{60} = \underline{0.616}$
 $D_{50} = \underline{0.411}$ $D_{90} = \underline{4.972}$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} = \underline{\hspace{2cm}}$

% GRAVA : 1
 % ARENA : 6
 % FINOS : 93
 S. U. C. S. :

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB  **SARRERA**

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA N° : 52 SONDEO: SM-5
PROFUNDIDAD: 32.30-32.45 m.
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA N° 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara N° : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	2.61	2.07	97.93
3/8 "	9.50	4.77	3.78	94.16
4	4.76	8.11	6.42	87.74
suma		15.49	12.26	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA N° 4.
Peso de la muestra total + tara : 146.93 gr.
TARA # : 122 Peso de la tara: 20.62 gr.
Peso de la muestra total : 126.31 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO PASADO MUESTRA
8	2.36	15.35	12.15		75.58
16	1.00	12.50	9.90		65.69
20	850	3.18	2.52		63.17
30	600 μ	7.77	6.15		57.02
40	425 μ	7.98	6.32		50.70
60	250 μ	10.03	7.94		42.76
100	150 μ	16.81	13.31		29.45
200	75 μ	31.34	24.81		4.64
charola		21.35	16.90		
suma		104.96			

% MATERIAL > MALLA N° 4. : _____
% GRAVA : 12.26
% ARENA : 83.10
% FINOS : 4.64
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



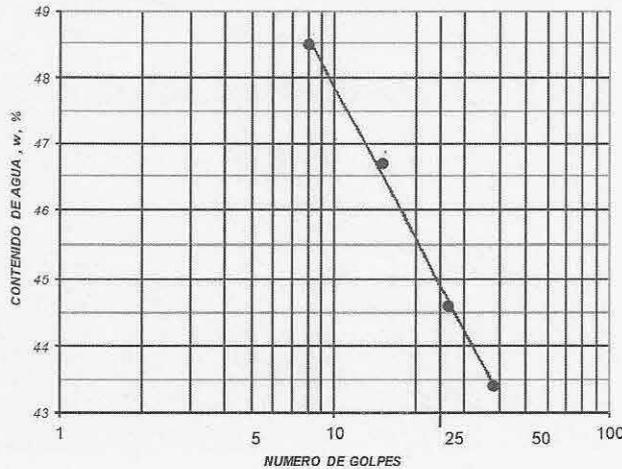
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5
 MUESTRA No. 4 PROFUNDIDAD 2.70-2.98 m.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO DE PLASTICIDAD MEDIA CON ARENA CAFÉ GRISACEO
ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	159	6	123	169
NUMERO DE GOLPES	38	26	15	8
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.25	17.25	16.75	16.50
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	10.90	15.14	14.77	14.41
PESO DEL AGUA (gr)	1.35	2.11	1.98	2.09
PESO DE TARA (gr)	7.79	10.41	10.53	10.10
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.11	4.73	4.24	4.31
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4.46	6.84	6.22	6.40
CONTENIDO DE AGUA, w, %	43.41	44.61	46.70	48.49



LIMITE LIQUIDO 44.81
 LIMITE PLASTICO, Pw 36.59
 INDICE DE PLASTICIDAD, PI 8.23
 CONTRACCION LINEAL, CL
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	146	45
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.18	11.89
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.69	11.37
PESO DEL AGUA (gr)	0.49	0.52
PESO DE TARA (gr)	10.34	9.96
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.35	1.41
CONTENIDO DE AGUA, w, %	36.30	36.88

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



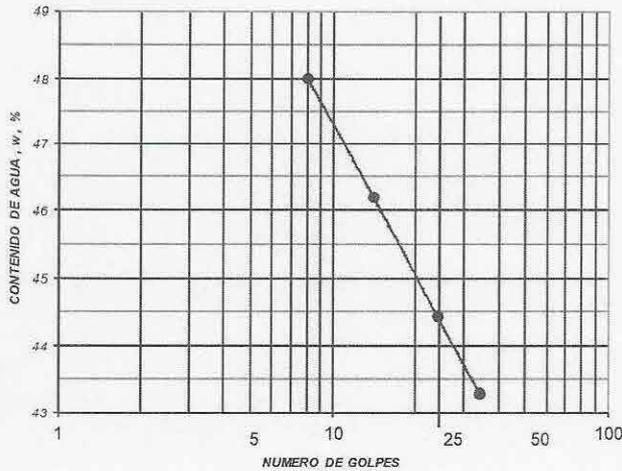
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5
 MUESTRA No. 7 PROFUNDIDAD 4.50-4.80 m.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO DE PLASTICIDAD MEDIA CON ARENA CAFÉ GRISACEO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	137	163	181	117
NUMERO DE GOLPES	34	24	14	8
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	15.02	14.68	17.86	17.22
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	13.51	12.48	15.37	14.95
PESO DEL AGUA (gr)	1.51	2.20	2.49	2.27
PESO DE TARA (gr)	10.02	7.53	9.98	10.22
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.49	4.95	5.39	4.73
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	5.00	7.15	7.88	7.00
CONTENIDO DE AGUA, w, %	43.27	44.44	46.20	47.99



LIMITE LIQUIDO 44.29
 LIMITE PLASTICO, Pw 35.89
 INDICE DE PLASTICIDAD, PI 8.40
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	99	262
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.53	12.29
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.88	11.68
PESO DEL AGUA (gr)	0.65	0.61
PESO DE TARA (gr)	10.11	9.94
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.77	1.74
CONTENIDO DE AGUA, w, %	36.72	35.06

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA**

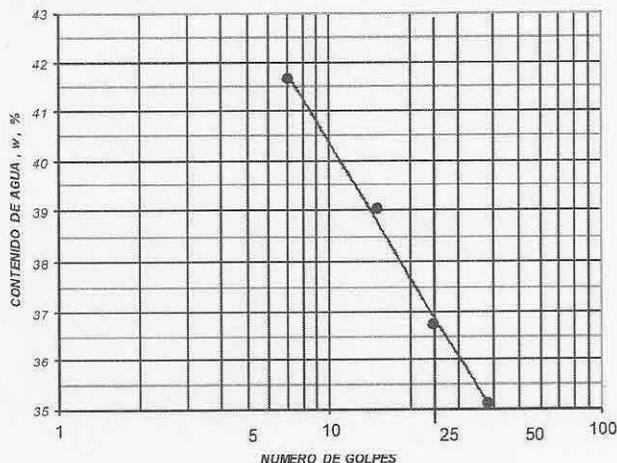
PROYECTO:	CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES		
UBICACIÓN:	AV. CONSTITUYENTES TORRE 27		
		FECHA	10/01/2023
SONDEO:	SM-5		
MUESTRA No.	15	PROFUNDIDAD	9.30-9.90 m
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LIMO CON ARENA CAFÉ GRISACEO		
		ML	

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)

NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	96	42	350	111
NUMERO DE GOLPES	38	24	15	7
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	15.23	14.58	17.15	17.69
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	13.92	12.72	15.00	15.46
PESO DEL AGUA (gr)	1.31	1.86	2.15	2.23
PESO DE TARA (gr)	10.19	7.66	9.49	10.11
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.73	5.06	5.51	5.35
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	5.04	6.92	7.66	7.58
CONTENIDO DE AGUA, w, %	35.12	36.76	39.02	41.68



LIMITE LIQUIDO 36.76

LIMITE PLASTICO, Pw 29.69

INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 7.07

CONTRACCION LINEAL, CL

SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	150	8
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.92	13.04
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	12.36	12.34
PESO DEL AGUA (gr)	0.56	0.70
PESO DE TARA (gr)	10.46	10.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.90	2.34
CONTENIDO DE AGUA, w, %	29.47	29.91

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



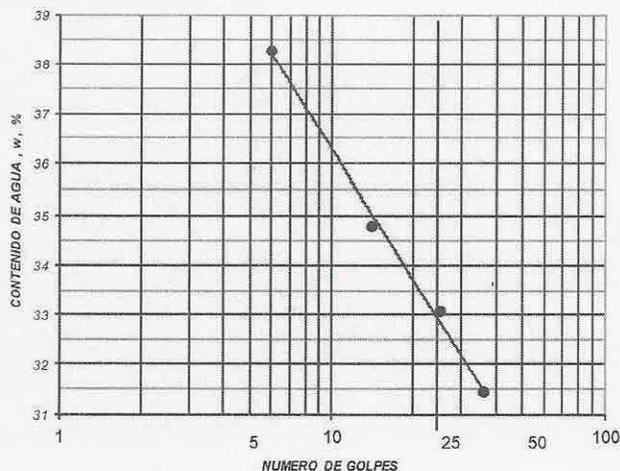
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITE DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5
 MUESTRA No. 19 PROFUNDIDAD 11.90-12.20
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA LIMO CON ARENA CAFÉ GRISACEO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	245	107	25	155
NUMERO DE GOLPES	36	25	14	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	15.57	15.14	16.60	17.12
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	14.30	13.92	14.99	15.11
PESO DEL AGUA (gr)	1.27	1.22	1.61	2.01
PESO DE TARA (gr)	10.26	10.23	10.36	9.86
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.04	3.69	4.63	5.25
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	5.31	4.91	6.24	7.26
CONTENIDO DE AGUA, w, %	31.44	33.06	34.77	38.29



LIMITE LIQUIDO 32.85
 LIMITE PLASTICO, Pw 26.45
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 6.40
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	175	85
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.47	12.18
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.95	11.74
PESO DEL AGUA (gr)	0.52	0.44
PESO DE TARA (gr)	9.98	10.08
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.97	1.66
CONTENIDO DE AGUA, w, %	26.40	26.51

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



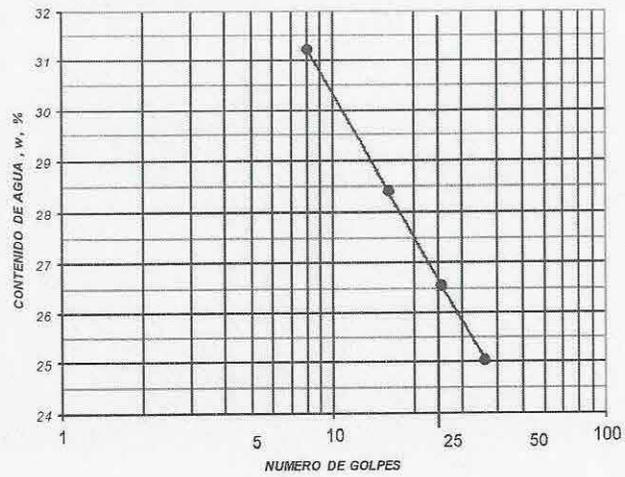
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITE DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5
 MUESTRA No. 38 PROFUNDIDAD 23.90-24.50 m
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: LIMO CON ARENA CAFÉ GRISACEO
ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	131	52	113	227
NUMERO DE GOLPES	36	25	16	8
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	16.35	18.55	16.58	17.49
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	15.11	16.90	15.06	15.72
PESO DEL AGUA (gr)	1.24	1.65	1.52	1.77
PESO DE TARA (gr)	10.16	10.69	9.71	10.05
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.95	6.21	5.35	5.67
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	6.19	7.86	6.87	7.44
CONTENIDO DE AGUA, w, %	25.05	26.57	28.41	31.22



LIMITE LIQUIDO 26.56
 LIMITE PLASTICO, Pw 24.00
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 2.56
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	151	205
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	13.10	13.10
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	12.53	12.59
PESO DEL AGUA (gr)	0.57	0.51
PESO DE TARA (gr)	10.16	10.46
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.37	2.13
CONTENIDO DE AGUA, w, %	24.05	23.94

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



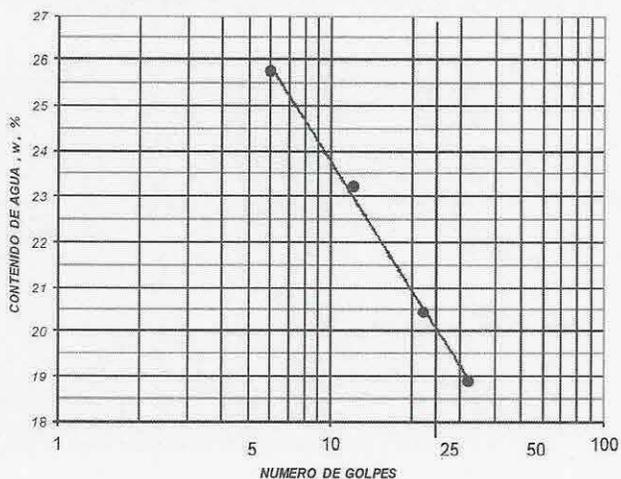
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITE DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5
 MUESTRA No. 45 PROFUNDIDAD 28.10-28.70 m
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: ARENA LIMOSA CAFÉ GRISACEO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	298A	16	266	294
NUMERO DE GOLPES	32	22	12	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	15.30	12.68	16.48	17.04
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	14.48	11.82	15.27	15.66
PESO DEL AGUA (gr)	0.82	0.86	1.21	1.38
PESO DE TARA (gr)	10.14	7.61	10.06	10.30
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.34	4.21	5.21	5.36
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	5.16	5.07	6.42	6.74
CONTENIDO DE AGUA, w, %	18.89	20.43	23.22	25.75



LIMITE LIQUIDO 19.96
 LIMITE PLASTICO, Pw 17.24
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 2.72
 CONTRACCION LINEAL, CL
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	18	247
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.23	12.44
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.88	12.09
PESO DEL AGUA (gr)	0.35	0.35
PESO DE TARA (gr)	9.84	10.07
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.04	2.02
CONTENIDO DE AGUA, w, %	17.16	17.33

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACION: AVENIDA CONSTITUYENTES TORRE 27

SONDEO: SM-5

MUESTRA: 16 T.SH.

FECHA : miércoles, 11 de enero de 2023

	Prof (m) 9.90-10.10	Diámetro
	Peso (g): 180.74	D1 (cm): 3.62
Altura cm: 8.996	Vol(cm3): 92.79	D2 (cm): 3.62
Área cm²: 10.315	Pvh(T/m3): 1.948	D3 (cm): 3.62
	Pvs(T/m3): 1.497	DIÁMETRO: 3.62

		Altura
Testigo		H1 (cm): 9.00
peso t+prob h: 151.41		H2 (cm): 9.00
peso t+prob s: 121.24		H3 (cm): 9.00
peso tara : 21.00		ALTURA: 9.00
wi % 30.10%		

Descripcion: LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO

Clave: **DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02**

Revisión 2 – Abril 2023



**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO EN MUESTRAS
INALTERADAS POR EL METODO DE LA PARAFINA**
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 09/01/2023

ENSAYE Nº SONDEO, Nº MUESTRA, Nº PROFUNDIDAD, m	1	2	3	4
	SM-5 15 9.30-9.90	SM-5 29 18.50-19.10	SM-5 33 20.90-21.50	SM-5 38 23.90-24.50
PESO VOLUMETRICO DE LA PARAFINA. γ_p , g/cm ³	0.884	0.884	0.884	0.884
PESO MUESTRA HUMEDA, Wm, g	110.31	108.58	92.72	104.66
PESO MUESTRA CUBIERTA CON PARAFINA. Wmp, g	123.53	122.55	108.8	116.55
VOLUMEN <input type="text"/> LECTURA INICIAL, Ii, cm ³	194.28	194.78	194.88	194.67
LECTURA FINAL, If, cm ³	265.47	269.6	262.61	263.3
TESTIGO DE HUMEDAD				
PESO MUESTRA HUMEDA + TARA, Ph + T, g	79.35	74.4	60.62	92.93
PESO MUESTRA SECA + TARA, Ps + T, g	65.1	64.83	51.6	79.24
PESO DE TARA, T, g	21.24	33.60	21.16	20.92
PESO AGUA, g.	14.25	9.57	9.02	13.69
PESO SECO, g.	43.86	31.23	30.44	58.32
CONTENIDO DE AGUA.	32.49	30.64	29.63	23.47
CALCULOS				
VOLUMEN DESALOJADO: $V_a = I_f - I_i$, cm ³	71.19	74.82	67.73	68.63
VOLUMEN DE PARAFINA: $V_p = W_{mp} - W_m / \rho_p$, cm ³	14.955	15.803	18.190	13.450
VOLUMEN DE LA MUESTRA: $V_m = V_a - V_p$, cm ³	56.235	59.017	49.540	55.180
PESO VOLUMETRICO HUMEDO: $m = W_m / V_m$, g/cm ³	1.962	1.840	1.872	1.897
PESO VOLUMETRICO SECO, $s = W_m / (1 + w/100)$, g/cm ³	1.481	1.408	1.444	1.536

OBSERVACIONES :

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DENSIDAD DE SOLIDOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA : 11-ene.-23

SONDEO: SM-5

MUESTRA	PROFUNDIDAD m	PIC No	TEMP °C	PIC+Ww gr	PIC+Ww+Ws gr	Wbws gr	Wbw gr	Ws gr	Vs cm3	Ss
4	2.70-3.30	1	19.00	158.52	208.61	687.22	657.52	50.09	20.39	2.457
		6	19.00	162.27	212.39	690.88	661.25	50.12	20.49	2.446
										2.451
7	4.50-5.10	7	20.00	159.88	210.00	688.34	659.06	50.12	20.84	2.405
		8	20.00	164.83	214.89	693.27	663.37	50.06	20.16	2.483
										2.444
15	9.30-9.90	9	22.00	165.81	215.89	693.87	664.30	50.08	20.51	2.442
		10	22.00	161.46	211.53	689.58	660.08	50.07	20.57	2.434
										2.438
19	11.90-12.20	11	22.00	173.48	223.63	702.01	672.58	50.15	20.72	2.420
		13	22.00	176.25	226.26	704.74	675.10	50.01	20.37	2.455
										2.438

FORMULA

$$W_s = (PIC+Ww+Ws)-(PIC+Ww)$$

$$V_s = W_s + W_{bws}$$

OBSERVACIONES : _____

NORMA: _____

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DENSIDAD DE SOLIDOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA : 11-ene.-23

SONDEO: SM-5



MUESTRA	PROFUNDIDAD m	PIC No	TEMP °C	PIC+Ww gr	PIC+Ww+Ws gr	Wbws gr	Wbw gr	Ws gr	Vs cm3	Ss
24	15.50-16.10	16	21.00	158.91	208.97	687.44	657.34	50.06	19.96	2.508
		17	21.00	163.87	214.02	692.50	662.27	50.15	19.92	2.518
38	23.90-24.50	18	21.00	164.62	214.80	693.22	663.37	50.18	20.33	2.468
		19	21.00	161.10	211.19	689.71	659.70	50.09	20.08	2.495

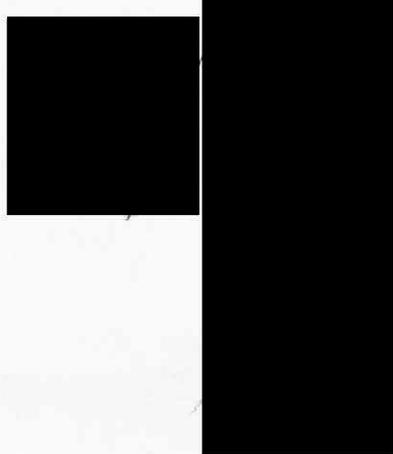
FORMULA

$$Ws = (PIC+Ww+Ws) - (PIC+Ww)$$

$$Vs = Ws + Wbws$$

OBSERVACIONES : _____

NORMA: _____

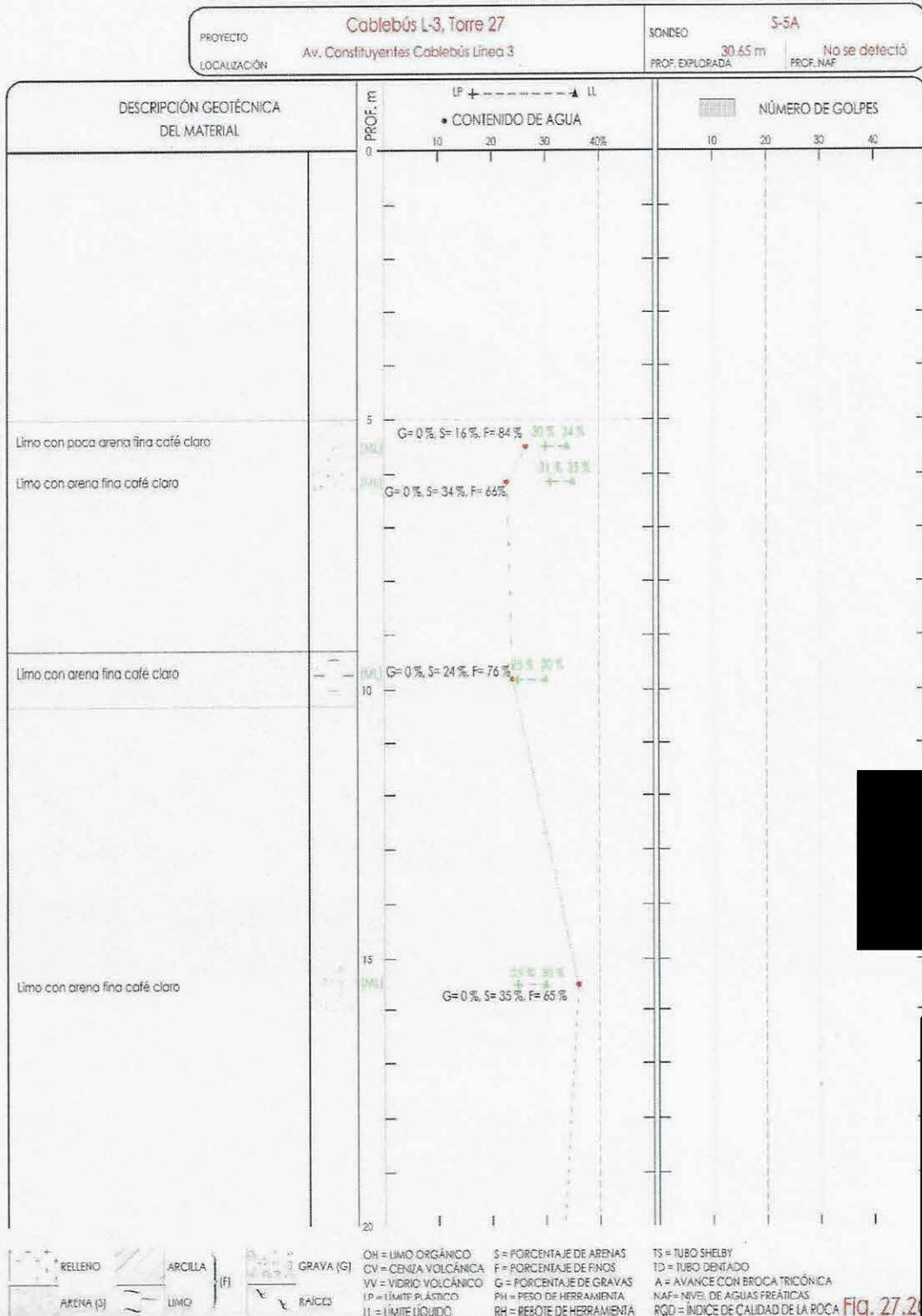


S-5A

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

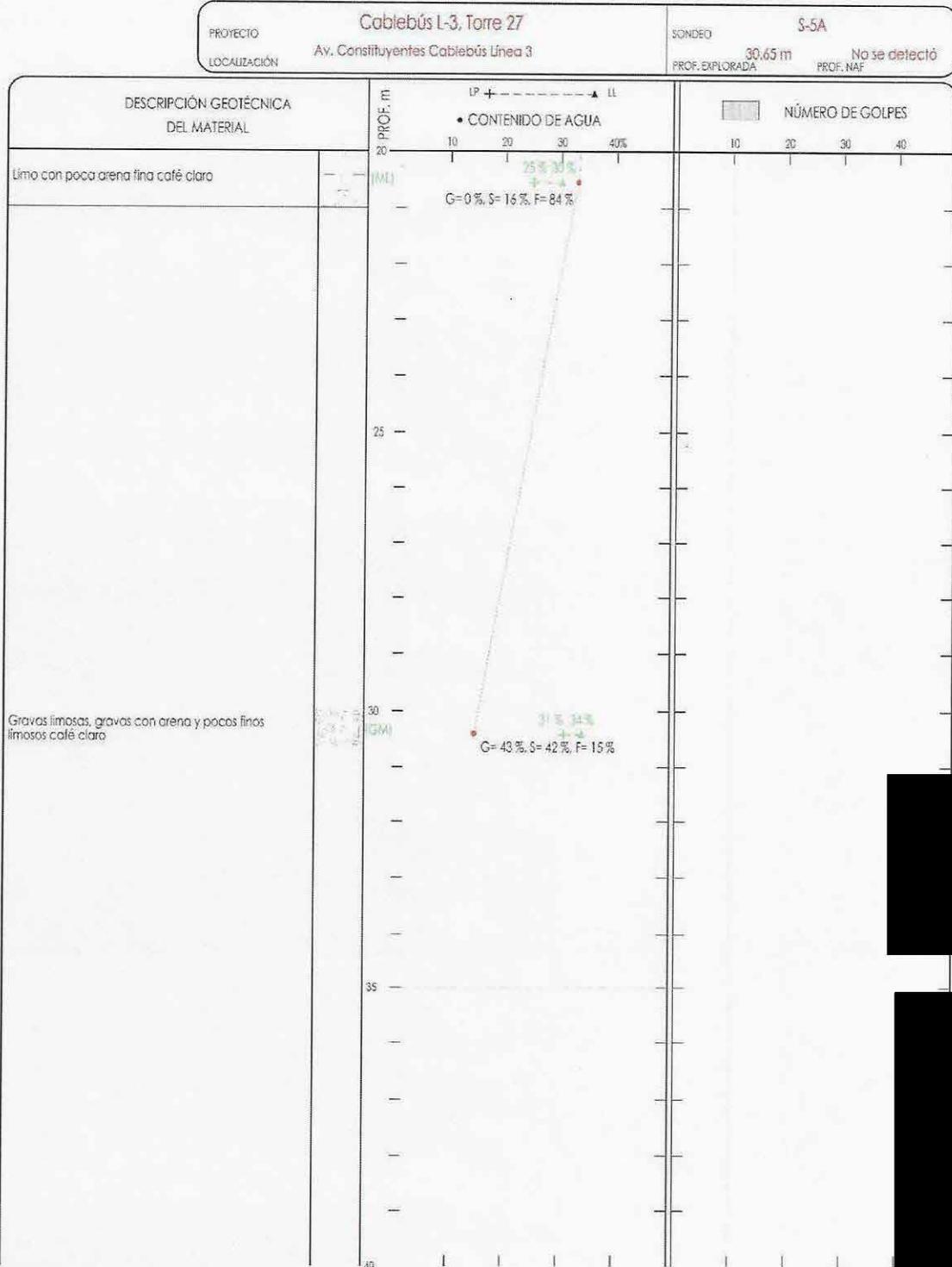
X = 478,507.18, Y = 2145,647.25, Z = 2,329 **SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR**



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR



RELENO ARELLA GRAVA (G) OH = LIMO ORGÁNICO S = PORCENTAJE DE ARENAS TS = TUBO SHELBY
 ARENA (S) LIMO RAÍCES CV = CENIZA VOLCÁNICA F = PORCENTAJE DE FINOS TD = TUBO DENTADO
 VV = VIDRIO VOLCÁNICO G = PORCENTAJE DE GRAVAS A = AVANCE CON BROCA TRICÓNICA
 LP = LÍMITE PLÁSTICO PH = PESO DE HERRAMIENTA NAF = NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS
 LL = LÍMITE LÍQUIDO RH = REBOTE DE HERRAMIENTA RQD = ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA

Fig. 27.2b

**CONTENIDO DE AGUA Y DESCRIPCION.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGAA CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

SONDEO : SELECTIVO SM-5A FECHA: 06/01/2023

MTRA.	PROF. m	TARA		Wh + C gr.	Ws + C gr.	W gr.	Ws gr.	w %	DESCRIPCION DEL SUELO
		Nº	gr.						
1 T.DEN	5.00	6.00	20.27	51.20	44.74	6.46	24.47	26.40	LIMO CON POCOA ARENA FINA. CAFÉ CLARO
1A T.DEN	6.00	6.30	20.39	55.09	48.65	6.44	28.26	22.79	LIMO CON ARENA FINA. CAFÉ CLARO
2 T.DEN	9.30	10.30	20.29	54.19	47.64	6.55	27.35	23.95	LIMO CON ARENA FINA. CAFÉ CLARO
3 T.DEN	15.00	16.00	20.33	56.16	46.66	9.50	26.33	36.08	LIMO CON ARENA FINA. CAFÉ CLARO
4 T.DEN	20.00	21.00	20.30	55.28	46.60	8.68	26.30	33.00	LIMO CON POCOA ARENA FINA. CAFÉ CLARO
5 T.DEN	30.00	30.65	21.01	80.40	72.71	7.69	51.70	14.87	GRAVAS LIMOSAS, GRAVAS CON ARENA Y POCOS FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA Nº : 1 DENISON SONDEO: SM-5A
 PROFUNDIDAD: 5.00-6.00 m.
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
 Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
 Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
 Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
 Peso de la muestra total + tara : 44.74 gr.
 TARA # : 268 Peso de la tara: 20.27 gr.
 Peso de la muestra total : 24.47 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TO
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.00	0.00		100.00
20	850	0.00	0.00		100.00
30	600 µ	0.00	0.00		100.00
40	425 µ	0.25	1.02		98.98
60	250 µ	0.73	2.98		96.00
100	150 µ	0.74	3.02		92.97
200	75 µ	2.30	9.40		83.57
charola		20.45	83.57		
suma		4.02			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
 % GRAVA : 0.00
 % ARENA : 16.43
 % FINOS : 83.57
 CLASIFICACION S. U. C. S. : ML
 TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



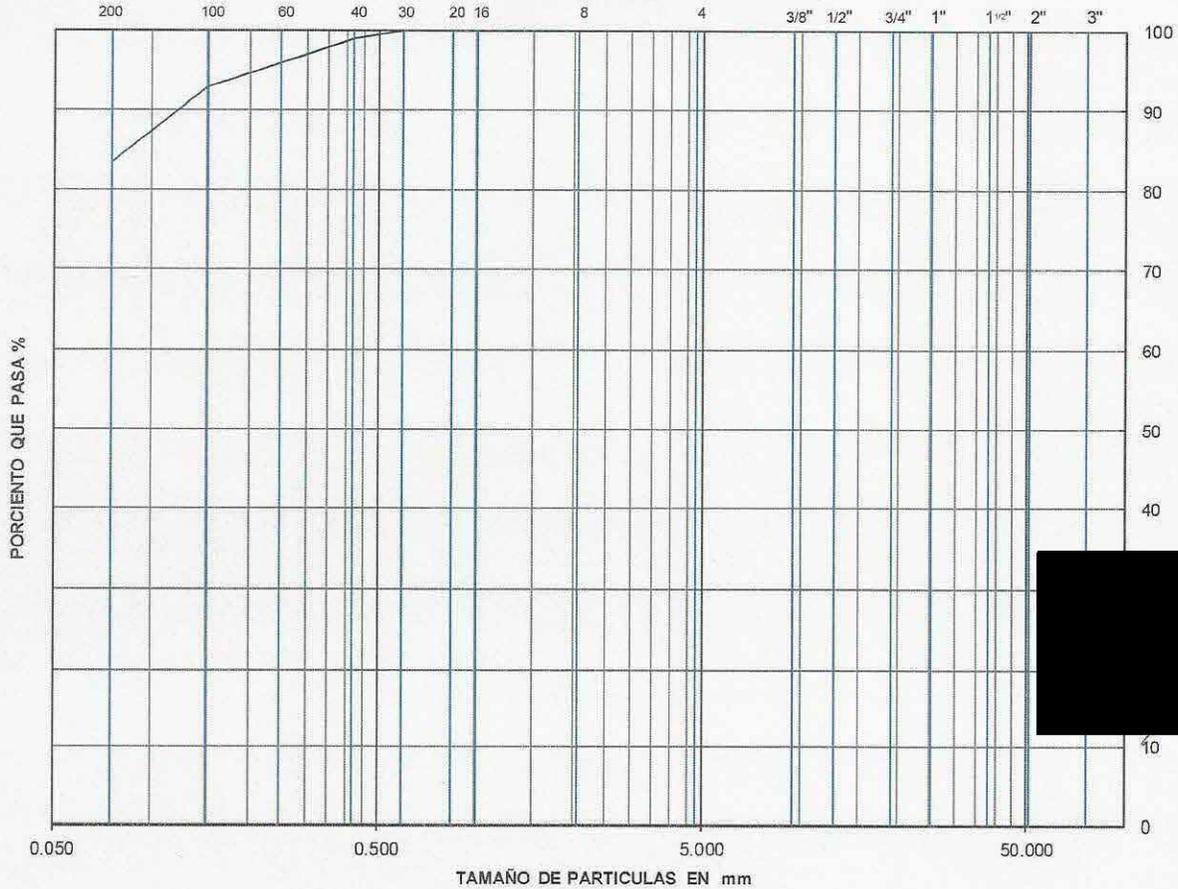
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5A
 MUESTRA N° : 1 DENISON
 PROFUNDIDAD : 5.00-6.00 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} =$ _____
 $D_{50} =$ _____ $D_{90} =$ 0.120 _____
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 16.43
 % FINOS : 83.57
 S. U. C. S. : ML

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARBERA

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA Nº : 1A DENISON SONDEO: SM-5A
PROFUNDIDAD: 6.00-6.30 m.
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 48.65 gr.
TARA # : 292 Peso de la tara: 20.39 gr.
Peso de la muestra total : 28.26 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.12	0.42		99.58
20	850	0.04	0.14		99.43
30	600 µ	0.24	0.85		98.58
40	425 µ	0.92	3.26		98.11
60	250 µ	2.18	7.71		95.93
100	150 µ	1.84	6.51		94.38
200	75 µ	4.31	15.25		83.13
charola		18.61	65.85		
suma		9.65			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 34.15
% FINOS : 65.85
CLASIFICACION S. U. C. S. : ML
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



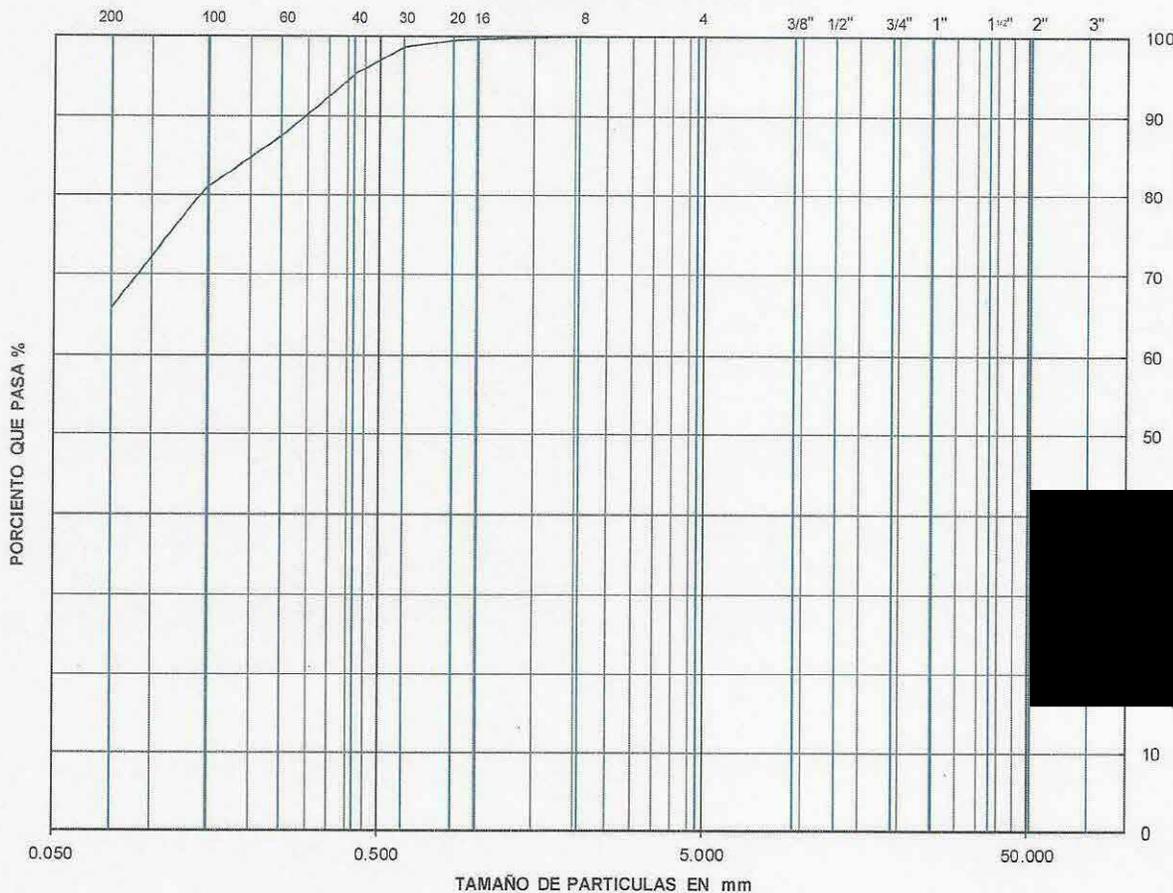
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5A
 MUESTRA N° : 1A DENISON
 PROFUNDIDAD : 6.00-6.30 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} =$ _____
 $D_{50} =$ _____ $D_{90} =$ 0.293 _____
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 34.15
 % FINOS : 65.85
 S. U. C. S. : ML

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
FECHA: 11-ene-23

MUESTRA Nº : 2 DENISON SONDEO: SM-5A
PROFUNDIDAD: 9.30-10.30 m.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 47.64 gr.
TARA # : 98 Peso de la tara: 20.29 gr.
Peso de la muestra total : 27.35 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO PASA MUESTRA
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.00	0.00		100.00
20	850	0.00	0.00		100.00
30	600 µ	0.00	0.00		100.00
40	425 µ	0.20	0.73		99.27
60	250 µ	1.04	3.80		95.47
100	150 µ	1.44	5.27		90.20
200	75 µ	3.79	13.86		76.34
charola		20.88	76.34		
suma		6.47			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 23.66
% FINOS : 76.34
CLASIFICACION S. U. C. S. : ML
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



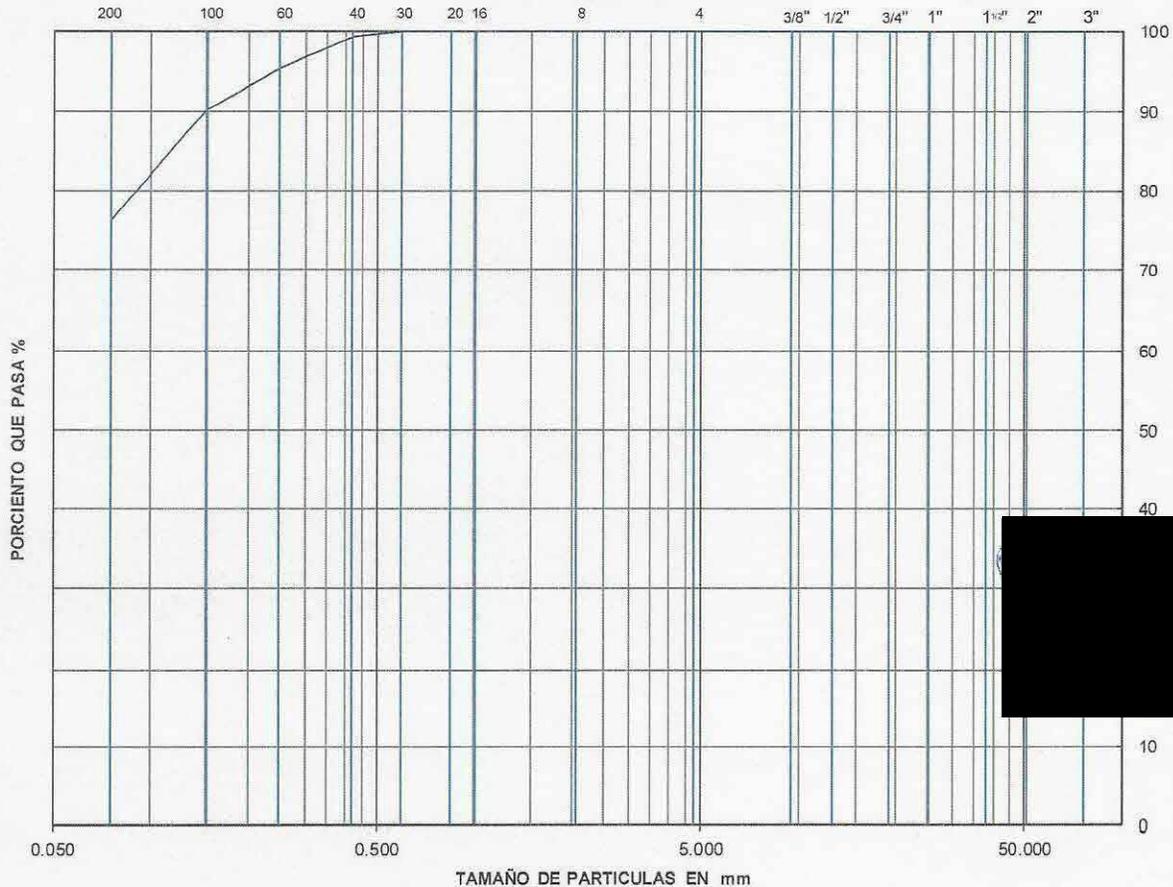
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5A
 MUESTRA N° : 2 DENISON
 PROFUNDIDAD : 9.30-10.30 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



D₁₀ = _____ D₃₀ = _____ D₆₀ = _____

D₅₀ = _____ D₉₀ = 0.148

C_u = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ = _____

C_c = $\frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})}$ = _____

% GRAVA :	0.00
% ARENA :	23.66
% FINOS :	76.34
S. U. C. S. :	ML

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARBERA

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
FECHA: 11.08.23

MUESTRA Nº : 3 DENISON SONDEO: SM-5A
PROFUNDIDAD: 15.00-16.00 m.
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 46.66 gr.
TARA # : 240 Peso de la tara: 20.33 gr.
Peso de la muestra total : 26.33 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA T
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.00	0.00		100.00
20	850	0.00	0.00		100.00
30	600 µ	0.00	0.00		100.00
40	425 µ	0.26	0.99		99.01
60	250 µ	1.49	5.66		93.35
100	150 µ	1.75	6.65		86.71
200	75 µ	5.70	21.65		65.06
charola		17.13	65.06		
suma		9.20			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 34.94
% FINOS : 65.06
CLASIFICACION S. U. C. S. : ML
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



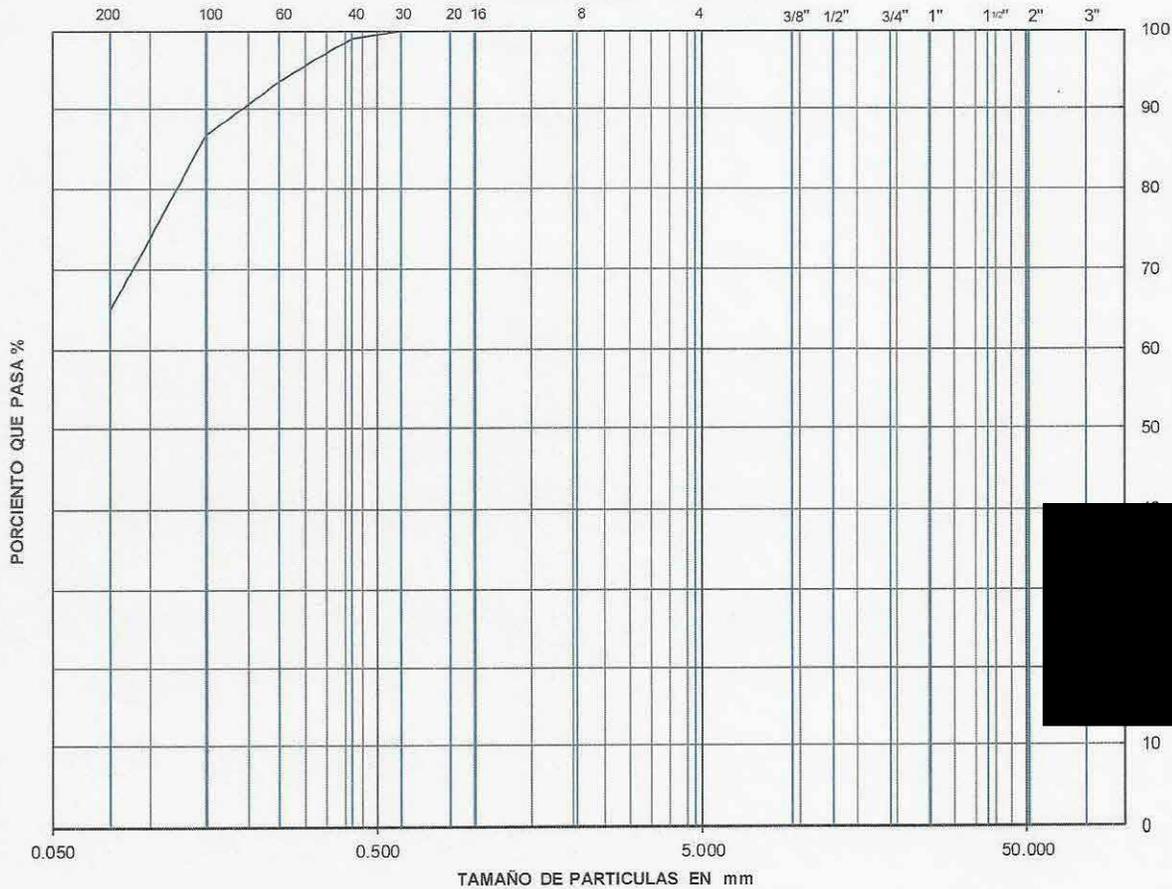
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5A
 MUESTRA N° : 3 DENISON
 PROFUNDIDAD : 15.00-16.00 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{30} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{60} = \underline{\hspace{2cm}}$
 $D_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{90} = \underline{0.193}$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} = \underline{\hspace{2cm}}$

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 34.94
 % FINOS : 65.06
 S. U. C. S. : ML

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
FECHA: 11-ene.-23

MUESTRA Nº : 4 DENISON SONDEO: SM-5A
PROFUNDIDAD: 20.00-21.00 m.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 46.60 gr.
TARA # : 219 Peso de la tara: 20.30 gr.
Peso de la muestra total : 26.30 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TO
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.00	0.00		100.00
20	850	0.00	0.00		100.00
30	600 µ	0.00	0.00		100.00
40	425 µ	0.23	0.87		99.13
60	250 µ	0.89	3.38		95.74
100	150 µ	0.84	3.19		92.55
200	75 µ	2.29	8.71		83.84
charola		22.05	83.84		
suma		4.25			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 16.16
% FINOS : 83.84
CLASIFICACION S. U. C. S. : ML
TOTAL : 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-IMP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5A
 MUESTRA Nº : 4 DENISON
 PROFUNDIDAD : 20.00-21.00 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



D₁₀ = _____ D₃₀ = _____ D₆₀ = _____

D₅₀ = _____ D₉₀ = 0.122

Cu = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ = _____

Cc = $\frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})}$ = _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 16.16
 % FINOS : 83.84
 S. U. C. S. : ML

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA: 11-ene-23

MUESTRA N° : 5 DENISON **SONDEO:** SM-5A

PROFUNDIDAD: 30.00-30.65 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA N° 4.

Peso de la muestra total + tara: 0 gr.

Tara N°: 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total: 0.00 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	22.78	6.87	93.13
3/4"	19.00	10.33	3.12	90.01
1/2"	12.50	45.46	13.71	76.30
3/8"	9.50	31.83	9.60	66.69
4	4.76	33.24	10.03	56.67
suma		143.64	43.33	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA N° 4.

Peso de la muestra total + tara: 413.38 gr.

TARA #: 14 Peso de la tara: 81.90 gr.

Peso de la muestra total: 331.48 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	26.05	7.86		48.81
16	1.00	18.75	5.66		43.15
20	850	5.68	1.71		41.44
30	600 μ	15.49	4.67		36.77
40	425 μ	16.20	4.89		31.88
60	250 μ	20.13	6.07		25.81
100	150 μ	12.02	3.63		22.18
200	75 μ	23.40	7.06		15.12
charola		193.76	58.45		
suma		137.72			

% MATERIAL > MALLA N° 4 : _____

% GRAVA : 43.33

% ARENA : 41.55

% FINOS : 15.12

CLASIFICACION S. U. C. S. : GM

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



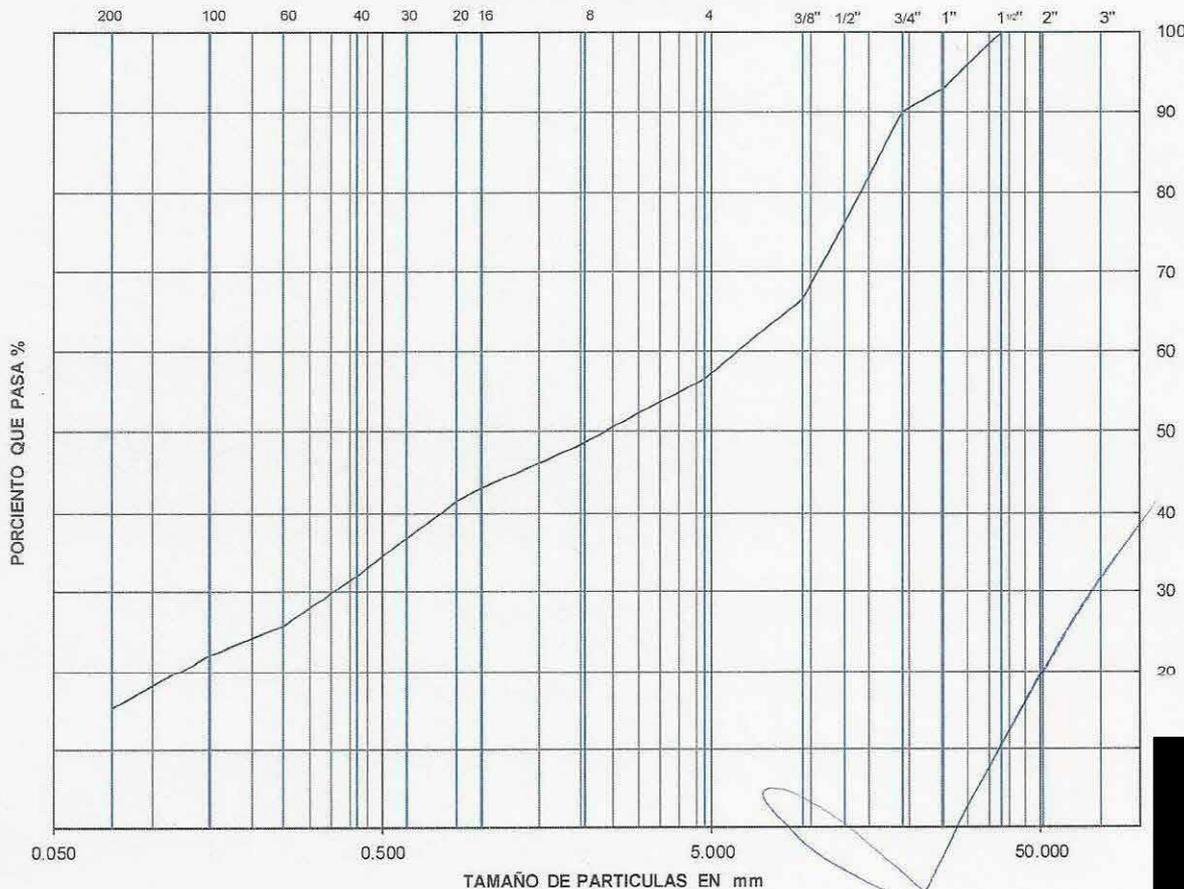
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 27
0
0
 SONDEO : SM-5A
 MUESTRA N° : 5 DENISON
 PROFUNDIDAD : 30.00-30.65 m.

FECHA : 11/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ 0.358 $D_{60} =$ 5.994

$D_{50} =$ 2.336 $D_{90} =$ 19.044

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 43.33
 % ARENA : 41.58
 % FINOS : 15.12
 S. U. C. S. : GM

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



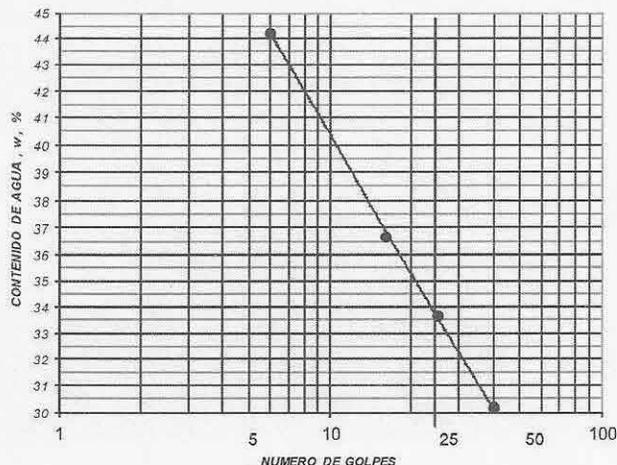
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITE DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5A
 MUESTRA No. 1 DENISON PROFUNDIDAD 5.00-6.00 m.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO CON ARENA CAFÉ CLARO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	214	17	60	279
NUMERO DE GOLPES	40	25	16	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	17.00	16.20	17.08	17.01
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	15.37	14.62	15.25	14.87
PESO DEL AGUA (gr)	1.63	1.58	1.83	2.14
PESO DE TARA (gr)	9.96	9.92	10.26	10.03
PESO DEL SUELO SECO (gr)	5.41	4.70	4.99	4.84
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	7.04	6.28	6.82	6.98
CONTENIDO DE AGUA, w, %	30.13	33.62	36.67	44.21



LIMITE LIQUIDO 33.56
 LIMITE PLASTICO, Pw 29.75
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 3.80
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	15	235
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	13.33	11.49
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	12.71	11.04
PESO DEL AGUA (gr)	0.62	0.45
PESO DE TARA (gr)	10.65	9.51
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.06	1.53
CONTENIDO DE AGUA, w, %	30.10	29.41

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



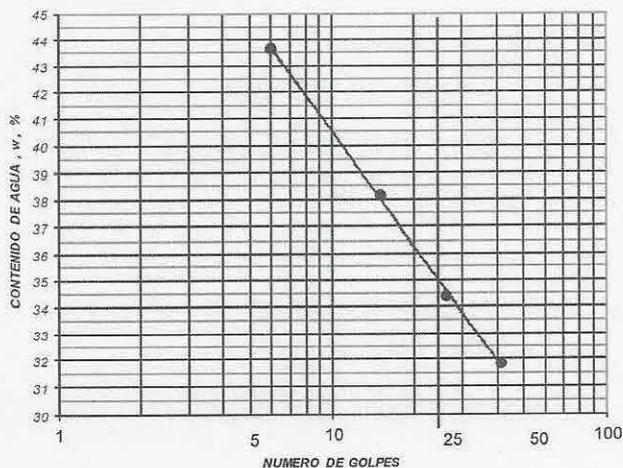
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5A
 MUESTRA No. 1A DENISON PROFUNDIDAD 6.00-6.30 m.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO CON ARENA CAFÉ CLARO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	267	89	172	217
NUMERO DE GOLPES	41	26	15	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	17.45	16.00	17.27	18.34
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	15.60	14.47	15.40	15.74
PESO DEL AGUA (gr)	1.85	1.53	1.87	2.60
PESO DE TARA (gr)	9.79	10.02	10.50	9.78
PESO DEL SUELO SECO (gr)	5.81	4.45	4.90	5.96
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	7.66	5.98	6.77	8.56
CONTENIDO DE AGUA, w, %	31.84	34.38	38.16	43.62



LIMITE LIQUIDO 34.83
 LIMITE PLASTICO, Pw 31.35
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 3.48
 CONTRACCION LINEAL, CL
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	86	103
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	13.10	9.93
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	12.53	9.39
PESO DEL AGUA (gr)	0.57	0.54
PESO DE TARA (gr)	10.74	7.64
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.79	1.75
CONTENIDO DE AGUA, w, %	31.84	30.86

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITE DE CONSISTENCIA**

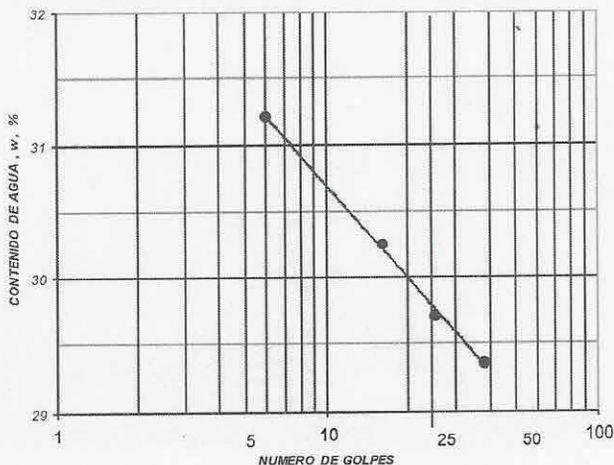
PROYECTO:	CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES		
UBICACIÓN:	AV. CONSTITUYENTES TORRE 27		
	FECHA	10/01/2023	
SONDEO:	SM-5A		
MUESTRA No.	2 DENISON	PROFUNDIDAD	9.30-10.30 m.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LIMO CON ARENA CAFÉ CLARO		
	ML		

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)

NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	285	145	28	176
NUMERO DE GOLPES	38	25	16	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	19.70	19.71	22.21	19.22
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	17.51	17.53	19.43	16.97
PESO DEL AGUA (gr)	2.19	2.18	2.78	2.25
PESO DE TARA (gr)	10.05	10.19	10.24	9.76
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.46	7.34	9.19	7.21
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	9.65	9.52	11.97	9.46
CONTENIDO DE AGUA, w, %	29.36	29.70	30.25	31.21



LIMITE LIQUIDO 29.76
 LIMITE PLASTICO, Pw 25.02
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 4.74
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	289	80
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	13.12	12.64
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	12.58	12.13
PESO DEL AGUA (gr)	0.54	0.51
PESO DE TARA (gr)	10.38	10.13
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.20	2.00
CONTENIDO DE AGUA, w, %	24.55	25.50



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA**

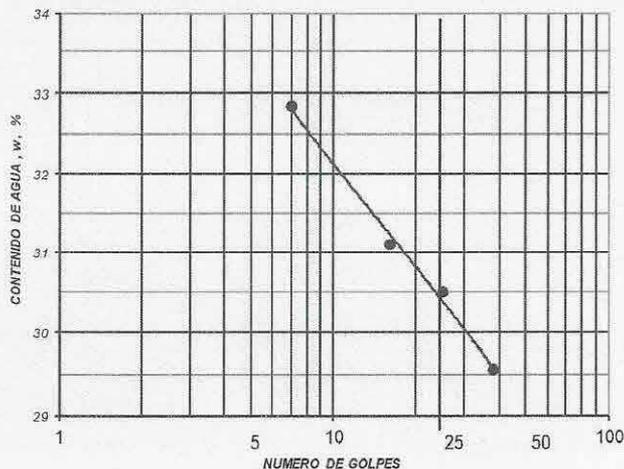
PROYECTO:	CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES		
UBICACIÓN:	AV. CONSTITUYENTES TORRE 27		
	FECHA	10/01/2023	
SONDEO:	SM-5A		
MUESTRA No.	3 DENISON	PROFUNDIDAD	15.00-16.00 m
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LIMO CON ARENA CAFÉ OSCURO		
	ML		

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)

NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	265	211	19	106
NUMERO DE GOLPES	38	25	16	7
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	14.96	18.71	22.32	18.96
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	13.32	16.64	19.44	16.74
PESO DEL AGUA (gr)	1.64	2.07	2.88	2.22
PESO DE TARA (gr)	7.77	9.85	10.18	9.98
PESO DEL SUELO SECO (gr)	5.55	6.79	9.26	6.76
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	7.19	8.86	12.14	8.98
CONTENIDO DE AGUA, w, %	29.55	30.49	31.10	32.84



LIMITE LIQUIDO 30.37

LIMITE PLASTICO, Pw 25.48

INDICE DE PLASTICIDAD, PI 4.89

CONTRACCION LINEAL, CL ✓

SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	143	300
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	10.10	12.82
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	9.58	12.27
PESO DEL AGUA (gr)	0.52	0.55
PESO DE TARA (gr)	7.55	10.10
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.03	2.17
CONTENIDO DE AGUA, w, %	25.62	25.35

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



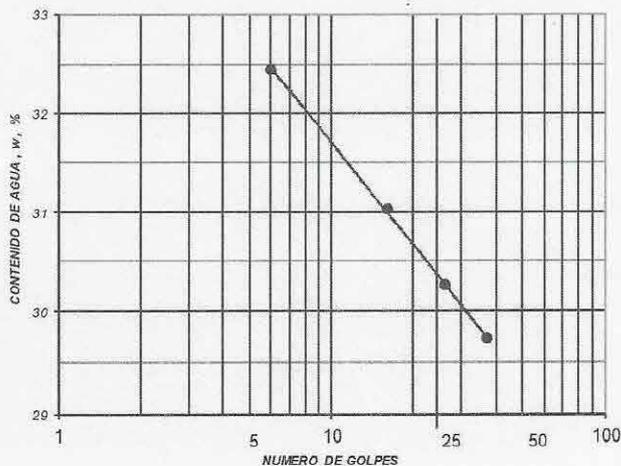
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITE DE CONSISTENCIA**

PROYECTO:	CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES		
UBICACIÓN:	AV. CONSTITUYENTES TORRE 27		
		FECHA	10/01/2023
SONDEO:	SM-5A		
MUESTRA No.	4 DENISON	PROFUNDIDAD	20.00-21.00 m
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LIMO CON POCA ARENA CAFÉ CLARO		
		ML	

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	70	251	116	56
NUMERO DE GOLPES	37	26	16	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	19.14	19.02	17.26	19.80
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	17.08	16.92	15.02	17.36
PESO DEL AGUA (gr)	2.06	2.10	2.24	2.44
PESO DE TARA (gr)	10.15	9.98	7.80	9.84
PESO DEL SUELO SECO (gr)	6.93	6.94	7.22	7.52
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	8.99	9.04	9.46	9.96
CONTENIDO DE AGUA, w, %	29.73	30.26	31.02	32.45



LIMITE LIQUIDO 30.32
 LIMITE PLASTICO, Pw 25.14
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 5.18
 CONTRACCION LINEAL, CL
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	162	49
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.35	12.58
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.90	12.09
PESO DEL AGUA (gr)	0.45	0.49
PESO DE TARA (gr)	10.12	10.13
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.78	1.96
CONTENIDO DE AGUA, w, %	25.28	25.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



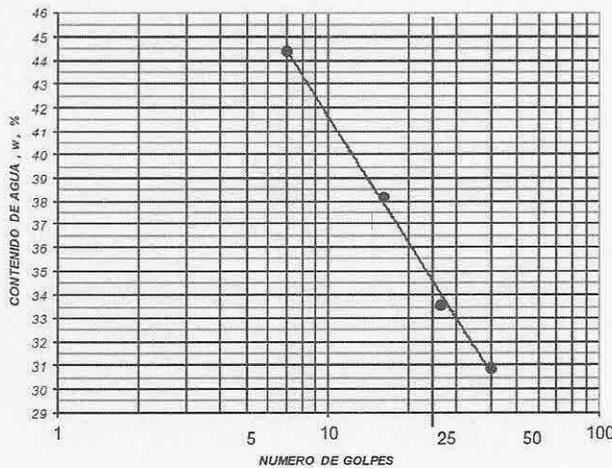
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27
 FECHA: 10/01/2023
 SONDEO: SM-5A
 MUESTRA No. 5 DENISON PROFUNDIDAD 30.00-30.65 m
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	128	286	195	11
NUMERO DE GOLPES	40	26	16	7
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	17.22	15.97	14.73	17.13
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	15.52	14.42	12.76	14.90
PESO DEL AGUA (gr)	1.70	1.55	1.97	2.23
PESO DE TARA (gr)	10.02	9.80	7.60	9.88
PESO DEL SUELO SECO (gr)	5.50	4.62	5.16	5.02
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	7.20	6.17	7.13	7.25
CONTENIDO DE AGUA, w, %	30.91	33.55	38.18	44.42



LIMITE LIQUIDO 34.37
 LIMITE PLASTICO, Pw 30.85
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 3.52
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	77	125
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	11.86	12.61
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.43	12.08
PESO DEL AGUA (gr)	0.43	0.53
PESO DE TARA (gr)	10.03	10.37
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.40	1.71
CONTENIDO DE AGUA, w, %	30.71	30.99

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

UBICACION: VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES, AVENIDA CONSTITUYENTES TORRE 26

SONDEO: SM5A

MUESTRA: 1

FECHA : miércoles, 4 de enero de 2023

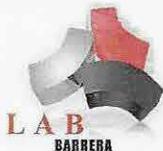
	Prof (m) 5.00-6.00	Diámetro
	Peso (g): 698.12	D1 (cm): 6.11
Altura cm: 13.115	Vol(cm3): 385.04	D2 (cm): 6.11
Área cm²: 29.359	Pvh(T/m3): 1.813	D3 (cm): 6.11
	Pvs(T/m3): 1.434	DIÁMETRO: 6.11

		Altura
Testigo		H1 (cm): 13.12
peso t+prob h: 51.20		H2 (cm): 13.12
peso t+prob s: 44.74		H3 (cm): 13.12
peso tara : 20.27		ALTURA: 13.12
wi % 26.40%		

Descripcion: LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

UBICACION: VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES, AVENIDA CONSTITUYENTES TORRE 26

SONDEO: SM5A

MUESTRA: 1A

FECHA : miércoles, 4 de enero de 2023

Altura cm: 15.545
Área cm²: 29.186



Diámetro
D1 (cm): 6.10
D2 (cm): 6.10
D3 (cm): 6.10
DIÁMETRO: 6.10

Testigo

peso t+prob h: 55.09
peso t+prob s: 48.65
peso tara : 20.39
wi % 22.79%



Descripcion: LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

UBICACION: VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES, AVENIDA CONSTITUYENTES TORRE 26
SONDEO: SM5A

MUESTRA: 2

FECHA : miércoles, 4 de enero de 2023

<p>Profundidad (cm): [REDACTED]</p> <p>Peso (g): [REDACTED]</p> <p>Vol (cm³): [REDACTED]</p> <p>Pvh (T/m³): [REDACTED]</p> <p>Pvs (T/m³): [REDACTED]</p>	<p>Diámetro (cm): [REDACTED]</p> <p>D1: [REDACTED]</p> <p>D2: [REDACTED]</p> <p>D3: [REDACTED]</p> <p>DIÁMETRO: [REDACTED]</p>
<p>Altura cm: 14.678</p> <p>Área cm²: 28.482</p>	

<p>Testigo</p> <p>peso t+prob h: [REDACTED]</p> <p>peso t+prob s: [REDACTED]</p> <p>peso tara : [REDACTED]</p> <p>wi % [REDACTED]</p>	<p>Altura</p> <p>H1 (cm): 14.68</p> <p>H2 (cm): 14.68</p> <p>H3 (cm): 14.68</p> <p>ALTURA: 14.68</p>
--	---

Descripcion: LIMO CON ARENA FINA CAFÉ OBSCURO [REDACTED]

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

UBICACION: VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES, AVENIDA CONSTITUYENTES TORRE 26
SONDEO: SM5A

MUESTRA: 3

FECHA : miércoles, 4 de enero de 2023

<p>Altura cm: 14.294 Área cm²: 28.171</p>	<p>Prof (m): [REDACTED] Peso (g): [REDACTED] Vol(cm3): [REDACTED] Pvh(T/m3): [REDACTED] Pvs(T/m3): [REDACTED]</p>	<p>Diámetro D1 (cm): 5.99 D2 (cm): 5.99 D3 (cm): 5.99 DIÁMETRO: 5.99</p>
---	---	---

<p>Testigo peso t+prob h: [REDACTED] peso t+prob s: [REDACTED] peso tara : [REDACTED] wi % [REDACTED]</p>	<p>Altura H1 (cm): [REDACTED] H2 (cm): [REDACTED] H3 (cm): [REDACTED] ALTURA: [REDACTED]</p>
--	---

Descripcion: LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO [REDACTED]

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

UBICACION: VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES, AVENIDA CONSTITUYENTES TORRE 26

SONDEO: SM5A

MUESTRA: 4

FECHA : miércoles, 4 de enero de 2023

<p>Altura cm: 5.962 Área cm²: 28.539</p>	<p>Prof (m): [REDACTED] Peso (g): [REDACTED] Vol(cm3): [REDACTED] Pvh(T/m3): [REDACTED] Pvs(T/m3): [REDACTED]</p>	<p>Diámetro D1 (cm): 6.03 D2 (cm): 6.03 D3 (cm): 6.03 DIÁMETRO: 6.03</p>
---	---	--

<p>Testigo</p> <p>peso t+prob h: [REDACTED] peso t+prob s: [REDACTED] peso tara : [REDACTED] wi % [REDACTED]</p>	<p>Altura H1 (cm): 5.96 H2 (cm): 5.96 H3 (cm): 5.96 ALTURA: 5.96</p>
---	--

Descripcion: LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

UBICACION: VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES, AVENIDA CONSTITUYENTES TORRE 26

SONDEO: SM5A

MUESTRA: 5

FECHA : miércoles, 4 de enero de 2023

	Prof (m) 30.00-30.65	Diámetro
	Peso (g): 314.46	D1 (cm): 5.97
Altura cm: 5.450	Vol(cm3): 152.76	D2 (cm): 5.97
Área cm ² : 28.030	Pvh(T/m3): 2.058	D3 (cm): 5.97
	Pvs(T/m3): 1.792	DIÁMETRO: 5.97

Testigo		Altura
peso t+prob h:	80.40	H1 (cm): 5.45
peso t+prob s:	72.71	H2 (cm): 5.45
peso tara :	21.01	H3 (cm): 5.45
wi %	14.87%	ALTURA: 5.45

Descripcion: GRAVAS LIMOSAS, GRAVAS DE HASTA 1" CON ARENA Y POCOS FINOS LIMOSO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DENSIDAD DE SOLIDOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

FECHA : 10-ene.-23

SONDEO: SELECTIVO SM-5A

HOJA 1 DE 2

MUESTRA	PROFUNDIDAD m	PIC No	TEMP °C	PIC+Ww gr	PIC+Ww+Ws gr	Wbws gr	Wbw gr	Ws gr	Vs cm3	Ss
1	5.00-6.00	1	22.00	158.60	208.78	685.87	657.15	50.18	21.46	2.338
B. DENISON		6	22.00	162.26	212.50	689.39	661.01	50.24	21.86	2.298
										2.318
1A	6.00-6.30	7	23.00	159.91	210.02	687.48	658.73	50.11	21.36	2.346
B. DENISON		8	23.00	165.89	215.97	691.64	662.91	50.08	21.35	2.346
										2.346
2	9.30-10.30	9	23.00	166.68	217.12	694.06	664.17	50.44	20.55	2.455
B. DENISON		10	23.00	161.46	211.90	689.85	659.94	50.44	20.53	2.457
										2.456
3	15.00-16.00	11	21.00	173.50	223.64	702.36	672.74	50.14	20.52	2.443
B. DENISON		13	21.00	176.23	226.40	705.18	675.20	50.17	20.19	2.485
										2.464

FORMULA

$$Ws = (PIC+Ww+Ws) - (PIC+Ww)$$

$$Vs = Ws + Wbws$$

OBSERVACIONES : _____

NORMA: _____

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



DENSIDAD DE SOLIDOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 27

SONDEO: SELECTIVO SM-5A

FECHA : 10-ene.-23

MUESTRA	PROFUNDIDAD m	PIC No	TEMP °C	PIC+Ww gr	PIC+Ww+Ws gr	Wbws gr	Wbw gr	Ws gr	Vs cm3	Ss
4	20.00-21.00	16	23.00	158.91	209.00	686.94	657.11	50.09	20.26	2.472
B. DENISON		17	23.00	163.85	214.02	691.97	662.04	50.17	20.24	2.479
										2.476

FORMULA

$W_s = (PIC+Ww+Ws) - (PIC+Ww)$

$V_s = W_s + W_{bws}$

OBSERVACIONES : _____

NORMA: _____

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO:	CABLEBUS LINEA 3			SONDEO:	SM-5A
UBICADO:				Presión de Confinamiento:	0.500 kg/cm ²
MUESTRA:	SELECTIVO DENISON 1	NORMA:	ASTM-D-2850-15		
PROBETA:	REPRODUCIDA POR PVN				
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243				Prof (m) 5.00-6.00 Peso (g): 163.22 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.802 Ss : 2.318	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 51.20 peso t+prob s: 44.74 peso tara : 20.27 wi % 26.40%		Probeta peso t+prob h: 183.66 peso t+prob s: 149.39 peso tara : 20.44 wf % 26.58%		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3): 1.42537115		e : 0.629		Gf : 98.01%	
Pvs f (T/m3): 1.42338337		Gi : 97.36%			
Descripción : LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO					

PROBETA 1

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	29.1	0.2778	10.094	12.347	1.223
3	0.500	49.8	0.5556	10.122	21.130	2.087
4	0.750	69.3	0.8333	10.151	29.404	2.897
5	1.000	85.1	1.1111	10.179	36.108	3.547
6	1.250	94.9	1.3889	10.208	40.266	3.945
7	1.500	100.5	1.6667	10.237	42.642	4.166
8	1.750	101.3	1.9444	10.266	42.982	4.187
9	2.000	101.1	2.2222	10.295	42.897	4.167
10	2.250	99.7	2.5000	10.324	42.303	4.097
11	2.500	98.9	2.7778	10.354	41.963	4.053
12	2.750					
13	3.000					
14	3.250					
15	3.500					
16	3.750					
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 1	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 1.000 kg/cm ²	
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 5.00-6.00 Peso (g): 163.82 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.808 Ss : 2.318	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 51.20 peso t+prob s: 44.74 peso tara : 20.27 wi % 26.40%		Probeta peso t+prob h: 184.10 peso t+prob s: 149.52 peso tara : 20.28 wf % 26.76%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3): 1.43061084		e : 0.625	
Pvs f (T/m3): 1.42658446		Gi : 97.93%	
Gf : 99.26%			
Descripción : LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 2

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	37.2	0.2778	10.094	15.784	1.564
3	0.500	62.6	0.5556	10.122	26.561	2.624
4	0.750	87.0	0.8333	10.151	36.914	3.637
5	1.000	108.2	1.1111	10.179	45.909	4.510
6	1.250	122.7	1.3889	10.208	52.062	5.100
7	1.500	128.7	1.6667	10.237	54.607	5.335
8	1.750	130.9	1.9444	10.266	55.541	5.410
9	2.000	132.3	2.2222	10.295	56.135	5.440
10	2.250	132.3	2.5000	10.324	56.135	5.440
11	2.500	130.8	2.7778	10.354	55.498	5.390
12	2.750	130.4	3.0556	10.383	55.329	5.340
13	3.000					
14	3.250					
15	3.500					
16	3.750					
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBÚS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 1	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 2.000	kg/ cm ²
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 5.00-6.00 Peso (g): 163.57 Vol(cm ³): 90.594 Pv(T/m ³): 1.806 Ss : 2.318	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 51.20 peso t+prob s: 44.74 peso tara : 20.27 wi % 26.40%		Probeta peso t+prob h: 184.52 peso t+prob s: 150.11 peso tara : 20.95 wf % 26.64%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m ³) : 1.42842763		e : 0.626	
Pvs f (T/m ³) : 1.4257014		Gi : 97.78%	
Gf: 98.67%			
Descripción : LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 3

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	44.8	0.2778	10.094	19.009	1.883
3	0.500	84.6	0.5556	10.122	35.896	3.546
4	0.750	124.1	0.8333	10.151	52.656	5.187
5	1.000	152.4	1.1111	10.179	64.663	6.353
6	1.250	169.0	1.3889	10.208	71.707	7.025
7	1.500	178.8	1.6667	10.237	75.865	7.411
8	1.750	182.3	1.9444	10.266	77.350	7.517
9	2.000	185.0	2.2222	10.295	78.496	7.608
10	2.250	186.9	2.5000	10.324	79.302	7.685
11	2.500	187.8	2.7778	10.354	79.684	7.749
12	2.750	188.9	3.0556	10.383	80.150	7.802
13	3.000	189.9	3.3333	10.413	80.575	7.846
14	3.250	191.0	3.6111	10.443	81.041	7.882
15	3.500	191.5	3.8889	10.473	81.253	7.911
16	3.750	192.1	4.1667	10.504	81.508	7.934
17	4.000	192.6	4.4444	10.534	81.720	7.952
18	4.250	193.0	4.7222	10.565	81.890	7.965
19	4.500	193.4	5.0000	10.596	82.060	7.974
20	4.750	193.8	5.2778	10.627	82.229	7.978
21	5.000	194.5	5.5556	10.658	82.526	7.974
22	5.500	193.7	6.1111	10.721	82.187	7.666
23	6.000	190.5	6.6667	10.785	80.829	7.495
24	6.500	188.9	7.2222	10.850	80.150	7.387
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU)

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

SONDEO: SM-5A MUESTRA ECTIVO DENISOI PROF. 5.00-6.00 m

CLASIFICACIÓN: LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO

PROBETA N°	CONTENIDO DE AGUA Wf %	RELACION DE VACIOS e	GRADO DE SATURACION Gi	PESO VOLUMETRICO, Ton/m ³		ESFUERZO, Kg/cm ²	
				V HUMEDO	V SECO	CONFINANTE	DESVIADOR
1	26.58	0.629	97.364	1.802	1.425	0.500	4.187
2	26.76	0.625	97.933	1.808	1.431	1.000	5.453
3	26.64	0.626	97.776	1.806	1.428	2.000	7.760

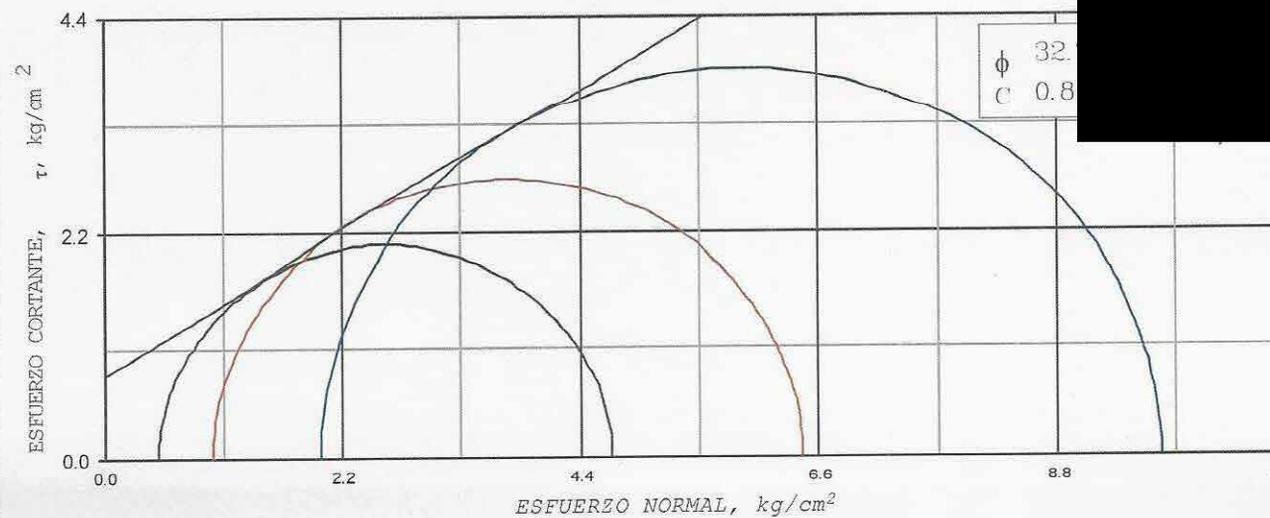
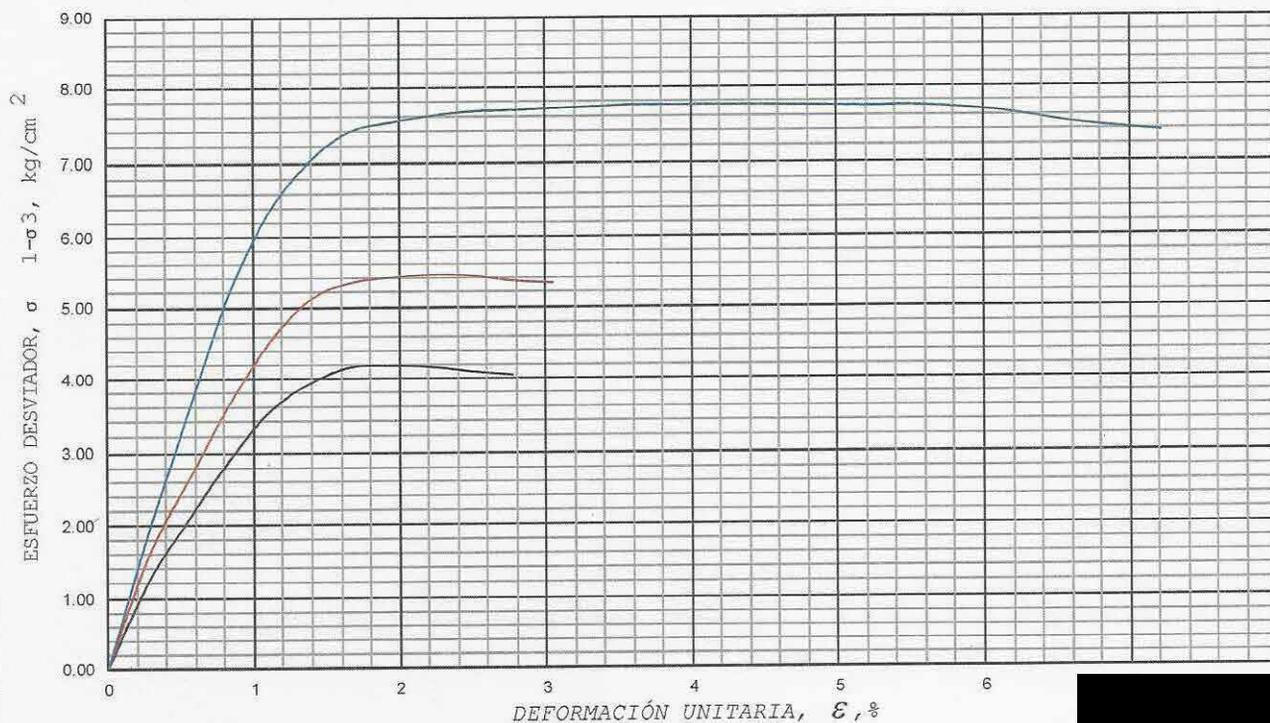


Fig. Ensaye de compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada. Muestra del Sondeo SM-5A

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3		SONDEO: SM-5A	
UBICADO:		Presión de Confinamiento: 0.500 kg/ cmf	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 1-A	NORMA: ASTM-D-2850-15		
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm²: 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 6.00-6.30 Peso (g): 164.91 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.820 Ss : 2.346	
		Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58	
Testigo peso t+prob h: 55.09 peso t+prob s: 48.65 peso tara : 20.39 wi % 22.79%		Probeta peso t+prob h: 185.79 peso t+prob s: 155.44 peso tara : 20.88 wf % 22.55%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3) : 1.48248468		e : 0.579	
Pvs f (T/m3) : 1.485308		Gi : 92.26% Gf : 91.31%	
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO			

PROBETA 1

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	23.2	0.2778	10.094	9.844	0.975
3	0.500	46.2	0.5556	10.122	19.603	1.937
4	0.750	76.7	0.8333	10.151	32.544	3.206
5	1.000	110.1	1.1111	10.179	46.715	4.589
6	1.250	125.9	1.3889	10.208	53.419	5.233
7	1.500	130.6	1.6667	10.237	55.414	5.413
8	1.750	133.4	1.9444	10.266	56.602	5.514
9	2.000	135.4	2.2222	10.295	57.450	5.581
10	2.250	134.2	2.5000	10.324	56.941	5.515
11	2.500	132.4	2.7778	10.354	56.177	5.426
12	2.750	130.6	3.0556	10.383	55.414	5.337
13	3.000					
14	3.250					
15	3.500					
16	3.750					
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3		SONDEO: SM-5A	
0		Presión de Confinamiento: 1.000 kg/ cm ²	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 1-A	NORMA: ASTM-D-2850-15		
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243	Prof (m) 6.00-6.30 Peso (g): 164.87 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.820 Ss : 2.346	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58	
Testigo		Probeta	
peso t+prob h: 55.09	peso t+prob h: 185.43	Altura	
peso t+prob s: 48.65	peso t+prob s: 154.72	H1 (cm): 9.00	H2 (cm): 9.00
peso tara : 20.39	peso tara : 20.56	H3 (cm): 9.00	ALTURA: 9.00
wi % 22.79%	wf % 22.89%		
Pvs i (T/m3) : 1.4821251	e : 0.584		
Pvs f (T/m3) : 1.48089269	Gi : 91.52%	Gf : 91.93%	
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO			
0			

PROBETA 2

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	33.1	0.2778	10.094	14.044	1.391
3	0.500	63.7	0.5556	10.122	27.028	2.670
4	0.750	96.8	0.8333	10.151	41.072	4.046
5	1.000	128.4	1.1111	10.179	54.480	5.352
6	1.250	158.7	1.3889	10.208	67.336	6.597
7	1.500	175.8	1.6667	10.237	74.592	7.287
8	1.750	186.7	1.9444	10.266	79.217	7.717
9	2.000	190.4	2.2222	10.295	80.787	7.847
10	2.250	191.6	2.5000	10.324	81.296	7.874
11	2.500	192.5	2.7778	10.354	81.678	7.889
12	2.750	192.7	3.0556	10.383	81.763	7.874
13	3.000	190.3	3.3333	10.413	80.744	7.754
14	3.250	188.9	3.6111	10.443	80.150	7.675
15	3.500	186.4	3.8889	10.473	79.090	7.552
16	3.750					
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

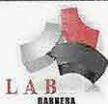


ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3		SONDEO: SM-5A	
0		Presión de Confinamiento: 2.000 kg/ cm ²	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 1-A	NORMA: ASTM-D-2850-15		
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm:	9.000	Prof (m) 6.00-6.30	Diámetro
Área cm ² :	10.066	Peso (g): 165.07	D1 (cm): 3.58
Const k:	0.4243	Vol(cm3): 90.594	D2 (cm): 3.58
		Pv(T/m3): 1.822	D3 (cm): 3.58
		Ss : 2.346	DIÁMETRO: 3.58
Testigo		Probeta	
peso t+prob h:	55.09	peso t+prob h:	199.84
peso t+prob s:	48.65	peso t+prob s:	169.11
peso tara :	20.39	peso tara :	34.77
wi %	22.79%	wf %	22.87%
		Altura	
		H1 (cm): 9.00	
		H2 (cm): 9.00	
		H3 (cm): 9.00	
		ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3) :	1.48392303	e : 0.582	
Pvs f (T/m3) :	1.48287958	Gi : 91.85%	Gf: 92.20%
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO			
0			

PROBETA 3

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	56.7	0.2778	10.094	24.058	2.383
3	0.500	98.7	0.5556	10.122	41.878	4.137
4	0.750	135.8	0.8333	10.151	57.620	5.677
5	1.000	174.1	1.1111	10.179	73.871	7.257
6	1.250	218.5	1.3889	10.208	92.710	9.082
7	1.500	253.5	1.6667	10.237	107.560	10.507
8	1.750	275.1	1.9444	10.266	116.725	11.370
9	2.000	285.4	2.2222	10.295	121.095	11.763
10	2.250	290.6	2.5000	10.324	123.302	11.943
11	2.500	293.4	2.7778	10.354	124.490	12.024
12	2.750	295.7	3.0556	10.383	125.466	12.083
13	3.000	294.5	3.3333	10.413	124.956	12.000
14	3.250	289.9	3.6111	10.443	123.005	11.779
15	3.500	288.1	3.8889	10.472	121.005	11.559
16	3.750					
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU)

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

SONDEO: SM-5A MUESTRA CTIVO DENISON PROF. 6.00-6.30 m

CLASIFICACIÓN: LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO

PROBETA N ^o	CONTENIDO DE AGUA Wf %	RELACION DE VACIOS e	GRADO DE SATURACION Gi	PESO VOLUMETRICO, Ton/m ³		ESFUERZO, Kg/cm ²	
				V HÚMEDO	V SECO	CONFINANTE	DESVIADOR
1	22.55	0.579	92.259	1.820	1.482	0.500	5.581
2	22.89	0.584	91.516	1.820	1.482	1.000	7.889
3	22.87	0.582	91.849	1.822	1.484	2.000	12.083

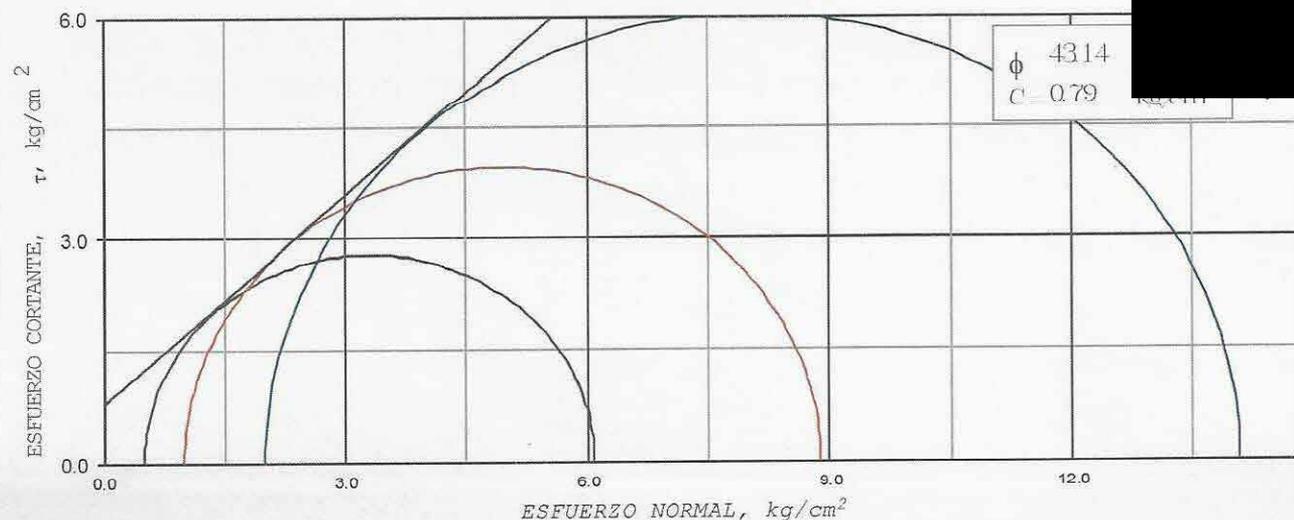
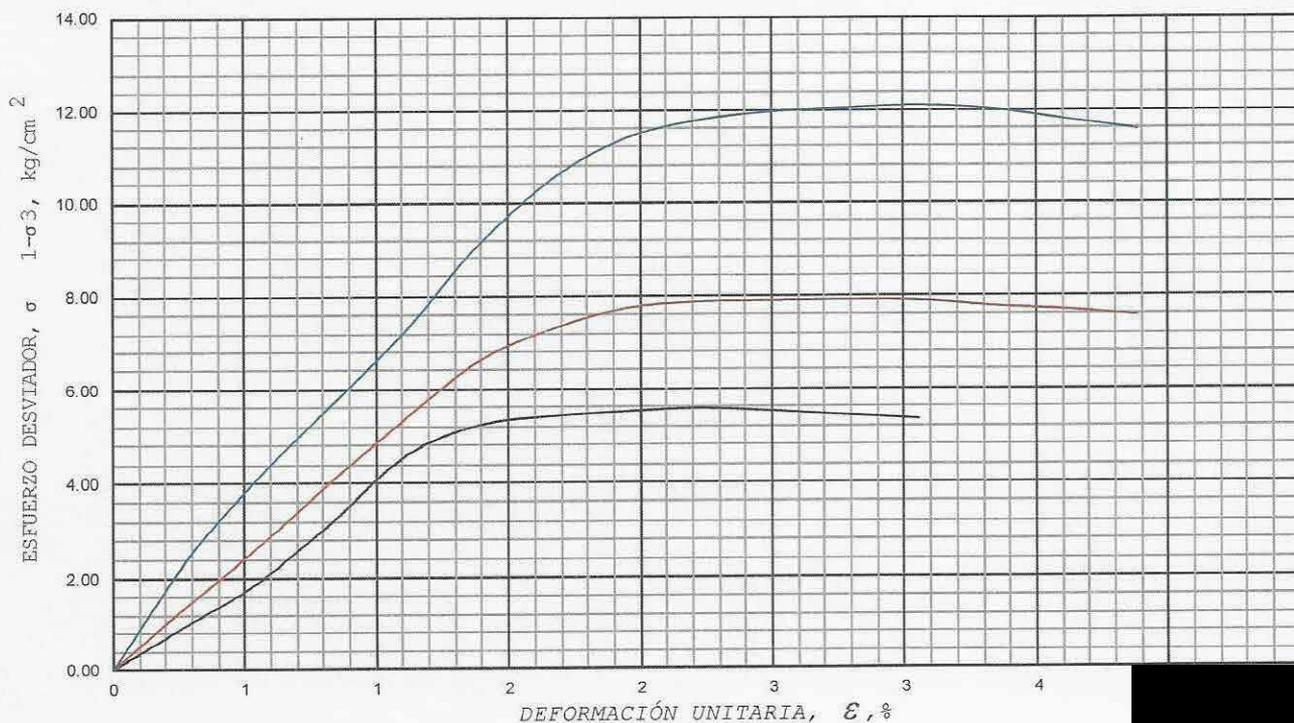


Fig. Ensaye de compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada. Muestra del Sondeo SM-5A

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3		SONDEO: SM-5A	
UBICADO:		Presión de Confinamiento: 0.500 kg/cm ²	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 2	NORMA: ASTM-D-2850-15		
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 9.30-10.30 Peso (g): 173.01 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.910 Ss : 2.456	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 54.19 peso t+prob s: 47.64 peso tara : 20.29 wi % 23.95%		Probeta peso t+prob h: 193.30 peso t+prob s: 159.67 peso tara : 20.29 wf % 24.13%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3) : 1.54074008		e : 0.596	
Pvs f (T/m3) : 1.5385124		Gi : 98.63% Gf : 99.37%	
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO			

PROBETA 1

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	13.1	0.2778	10.094	5.558	0.551
3	0.500	24.4	0.5556	10.122	10.353	1.020
4	0.750	34.8	0.8333	10.151	14.766	1.454
5	1.000	44.9	1.1111	10.179	19.051	1.873
6	1.250	52.8	1.3889	10.208	22.403	2.200
7	1.500	57.8	1.6667	10.237	24.525	2.395
8	1.750	61.3	1.9444	10.266	26.010	2.531
9	2.000	62.5	2.2222	10.295	26.519	2.580
10	2.250	62.9	2.5000	10.324	26.688	2.580
11	2.500	63.3	2.7778	10.354	26.858	2.594
12	2.750	63.5	3.0556	10.383	26.943	2.594
13	3.000	63.8	3.3333	10.413	27.070	2.600
14	3.250	63.4	3.6111	10.443	26.901	2.574
15	3.500	62.0	3.8889	10.473	26.561	2.536
16	3.750	61.4	4.1667	10.504	26.052	2.468
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 2	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 1.000	kg/ cm ²
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243	Prof (m) 9.30-10.30 Peso (g): 173.21 Vol(cm ³): 90.594 Pv(T/m ³): 1.912 Ss : 2.456	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58	
Testigo peso t+prob h: 54.19 peso t+prob s: 47.64 peso tara : 20.29 wi % 23.95%		Probeta peso t+prob h: 193.88 peso t+prob s: 160.25 peso tara : 20.67 wf % 24.09%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m ³) :	1.54252117	e : 0.594	
Pvs f (T/m ³) :	1.54072005	Gi : 99.01%	Gf : 99.61%
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 2

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	21.0	0.2778	10.094	8.910	0.883
3	0.500	39.8	0.5556	10.122	16.887	1.668
4	0.750	56.6	0.8333	10.151	24.015	2.366
5	1.000	70.1	1.1111	10.179	29.743	2.922
6	1.250	80.5	1.3889	10.208	34.156	3.346
7	1.500	87.0	1.6667	10.237	36.914	3.606
8	1.750	90.9	1.9444	10.266	38.569	3.757
9	2.000	93.2	2.2222	10.295	39.545	3.841
10	2.250	94.8	2.5000	10.324	40.224	3.896
11	2.500	96.2	2.7778	10.354	40.818	3.942
12	2.750	97.3	3.0556	10.383	41.284	3.976
13	3.000	98.2	3.3333	10.413	41.666	4.001
14	3.250	99.0	3.6111	10.443	42.006	4.022
15	3.500	99.3	3.8889	10.473	42.133	4.023
16	3.750	96.4	4.1667	10.504	40.903	3.894
17	4.000	92.8	4.4444	10.534	39.375	3.738
18	4.250	88.8	4.7222	10.565	37.678	3.566
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 2	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 2.000 kg/ cm ²	
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 9.30-10.30 Peso (g): 172.99 Vol(cm ³): 90.594 Pv(T/m ³): 1.910 Ss : 2.456	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 54.19 peso t+prob s: 47.64 peso tara : 20.29 wi % 23.95%		Probeta peso t+prob h: 193.47 peso t+prob s: 159.50 peso tara : 20.48 wf % 24.44%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m ³) : 1.54056197		e : 0.600	
Pvs f (T/m ³) : 1.53453863		Gi : 97.95%	
Gf: 99.94%			
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 3

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	29.9	0.2778	10.094	12.687	1.257
3	0.500	56.1	0.5556	10.122	23.803	2.352
4	0.750	75.9	0.8333	10.151	32.204	3.173
5	1.000	98.6	1.1111	10.179	41.836	4.110
6	1.250	117.4	1.3889	10.208	49.813	4.880
7	1.500	127.5	1.6667	10.237	54.098	5.285
8	1.750	138.1	1.9444	10.266	58.596	5.708
9	2.000	146.8	2.2222	10.295	62.287	6.050
10	2.250	153.9	2.5000	10.324	65.300	6.325
11	2.500	159.1	2.7778	10.354	67.506	6.520
12	2.750	160.3	3.0556	10.383	68.015	6.550
13	3.000	163.5	3.3333	10.413	69.373	6.662
14	3.250	165.8	3.6111	10.443	70.349	6.736
15	3.500	169.7	3.8889	10.473	71.579	6.834
16	3.750	170.5	4.1667	10.504	72.343	6.887
17	4.000	172.1	4.4444	10.534	73.022	6.932
18	4.250	172.5	4.7222	10.565	73.192	6.928
19	4.500	172.9	5.0000	10.596	73.361	6.924
20	4.750	173.2	5.2778	10.627	73.489	6.915
21	5.000	173.6	5.5556	10.658	73.658	6.911
22	5.500	172.4	6.1111	10.721	73.149	6.823
23	6.000	170.9	6.6667	10.785	72.513	6.723
24	6.500	168.7	7.2222	10.850	71.579	6.597
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU)

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

SONDEO: SM-5A

MUESTRA ECTIVO DENISOI PROF.

9.30-10.30

m

CLASIFICACIÓN: LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO

PROBETA N.º	CONTENIDO DE AGUA Wf %	RELACION DE VACIOS e	GRADO DE SATURACION Gi	PESO VOLUMETRICOS, Ton/m ³		ESFUERZO, Kg/cm ²	
				Y HUMEDO	Y SECO	CONFINANTE	DESVIADOR
1	24.13	0.596	98.631	1.910	1.541	0.500	2.600
2	24.09	0.594	99.011	1.912	1.543	1.000	4.023
3	24.44	0.600	97.952	1.910	1.541	2.000	6.932

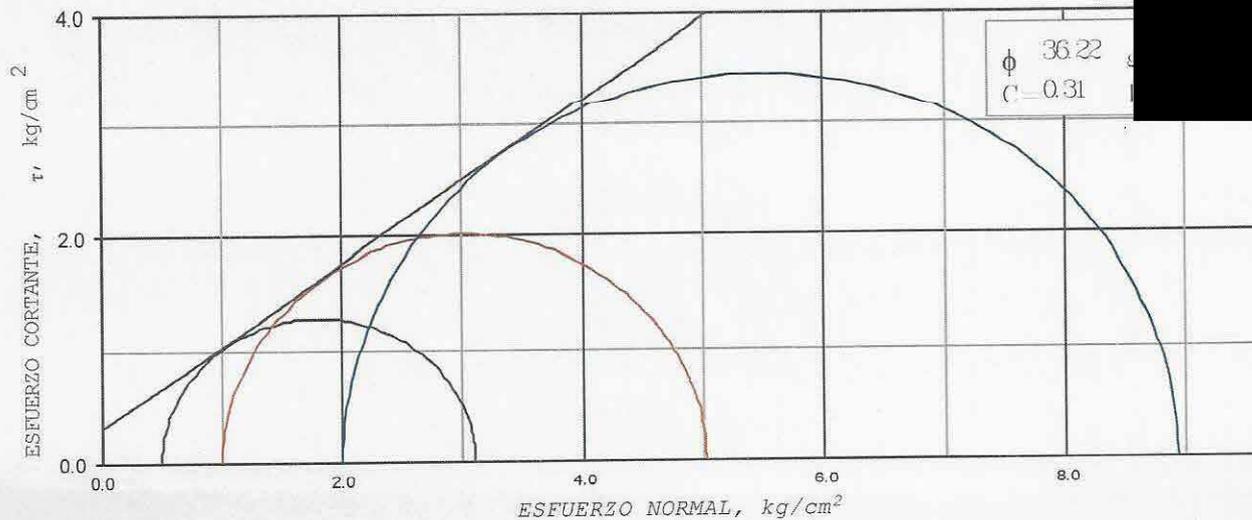
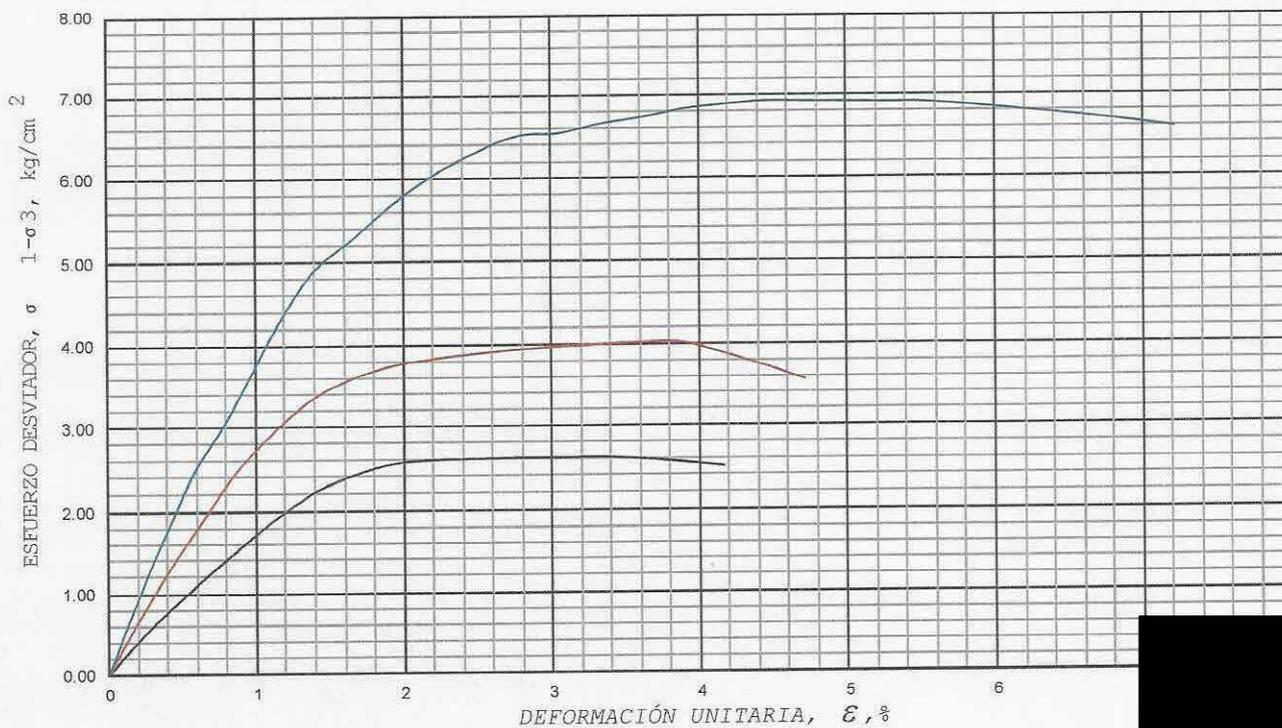


Fig. Ensaye de compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada. Muestra del Sondeo SM-5A

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3		SONDEO: SM-5A	
UBICADO:		Presión de Confinamiento: 0.500 kg/cm ²	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 3	NORMA: ASTM-D-2850-15		
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 15.00-16.00 Peso (g): 155.92 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.721 Ss : 2.464	
		Diámetro	
		D1 (cm): 3.58	
		D2 (cm): 3.58	
		D3 (cm): 3.58	
		DIÁMETRO: 3.58	
		Altura	
		H1 (cm): 9.00	
		H2 (cm): 9.00	
		H3 (cm): 9.00	
		ALTURA: 9.00	
Testigo peso t+prob h: 56.16 peso t+prob s: 46.66 peso tara : 20.33 wi % 36.08%		Probeta peso t+prob h: 176.91 peso t+prob s: 135.72 peso tara : 20.29 wf % 35.68%	
Pvs i (T/m3) : 1.26475504		e : 0.934	
Pvs f (T/m3) : 1.26845143		Gi : 95.20% Gf : 94.15%	
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO			

PROBETA 1

No. Lect.	Lectura Micrómm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	4.9	0.2778	10.094	2.079	0.206
3	0.500	7.3	0.5556	10.122	3.097	0.306
4	0.750	9.8	0.8333	10.151	4.158	0.410
5	1.000	11.1	1.1111	10.179	4.710	0.463
6	1.250	12.9	1.3889	10.208	5.473	0.536
7	1.500	14.0	1.6667	10.237	5.940	0.581
8	1.750	15.1	1.9444	10.266	6.407	0.626
9	2.000	16.1	2.2222	10.295	6.831	0.671
10	2.250	17.0	2.5000	10.324	7.213	0.716
11	2.500	17.5	2.7778	10.354	7.425	0.734
12	2.750	18.0	3.0556	10.383	7.637	0.752
13	3.000	18.6	3.3333	10.413	7.892	0.770
14	3.250	19.0	3.6111	10.443	8.062	0.788
15	3.500	19.3	3.8889	10.473	8.199	0.806
16	3.750	19.6	4.1667	10.504	8.316	0.792
17	4.000	19.8	4.4444	10.534	8.401	0.798
18	4.250	20.1	4.7222	10.565	8.528	0.807
19	4.500	20.5	5.0000	10.596	8.698	0.821
20	4.750	20.7	5.2778	10.627	8.783	0.826
21	5.000	20.9	5.5556	10.658	8.868	0.832
22	5.500	21.5	6.1111	10.721	9.122	0.851
23	6.000	21.9	6.6667	10.785	9.292	0.862
24	6.500	22.3	7.2222	10.850	9.462	0.872
25	7.000	22.4	7.7778	10.915	9.504	0.871
26	8.000	23.0	8.8889	11.048	9.759	0.883
27	9.000	22.4	10.0000	11.184	9.504	0.850
28	10.000	20.6	11.1111	11.324	8.741	0.772
29	11.000	19.8	12.2222	11.468	8.401	0.733
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 3	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 1.000	kg/ cm ²
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 15.00-16.00 Peso (g): 156.04 Vol(cm ³): 90.594 Pv(T/m ³): 1.722 Ss : 2.464	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 56.16 peso t+prob s: 46.66 peso tara : 20.33 wi % 36.08%		Probeta peso t+prob h: 177.13 peso t+prob s: 135.88 peso tara : 21.09 wf % 35.94%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m ³) : 1.26572842 Pvs f (T/m ³) : 1.26708163		e : 0.945 Gi : 94.11% Gf : 93.73%	
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 2

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	6.8	0.2778	10.094	2.885	0.286
3	0.500	10.1	0.5556	10.122	4.285	0.423
4	0.750	13.5	0.8333	10.151	5.728	0.564
5	1.000	16.0	1.1111	10.179	6.789	0.667
6	1.250	18.1	1.3889	10.208	7.680	0.752
7	1.500	20.0	1.6667	10.237	8.486	0.829
8	1.750	21.5	1.9444	10.266	9.122	0.889
9	2.000	22.7	2.2222	10.295	9.632	0.936
10	2.250	23.8	2.5000	10.324	10.098	0.978
11	2.500	24.9	2.7778	10.354	10.552	1.019
12	2.750	26.0	3.0556	10.383	11.032	1.062
13	3.000	26.8	3.3333	10.413	11.371	1.092
14	3.250	27.4	3.6111	10.443	11.626	1.113
15	3.500	28.3	3.8889	10.473	12.000	1.147
16	3.750	28.5	4.1667	10.504	12.093	1.151
17	4.000	29.1	4.4444	10.534	12.347	1.172
18	4.250	29.5	4.7222	10.565	12.517	1.185
19	4.500	30.1	5.0000	10.596	12.771	1.205
20	4.750	30.6	5.2778	10.627	12.984	1.222
21	5.000	31.4	5.5556	10.658	13.323	1.250
22	5.500	32.4	6.1111	10.721	13.747	1.282
23	6.000	33.3	6.6667	10.785	14.129	1.310
24	6.500	34.1	7.2222	10.850	14.469	1.334
25	7.000	35.6	7.7778	10.915	15.105	1.384
26	8.000	36.6	8.8889	11.048	15.529	1.406
27	9.000	36.9	10.0000	11.184	15.657	1.400
28	10.000	35.7	11.1111	11.324	15.148	1.338
29	11.000	34.8	12.2222	11.468	14.766	1.288
30	12.000	32.9	13.3333	11.615	13.959	1.202
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 3	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 2.000	kg/ cm ²
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 15.00-16.00 Peso (g): 155.48 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.716 Ss : 2.464	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 56.16 peso t+prob s: 46.66 peso tara : 20.33 wi % 36.08%		Probeta peso t+prob h: 176.61 peso t+prob s: 135.57 peso tara : 21.13 wf % 35.86%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3): 1.26118595		e : 0.951	
Pvs f (T/m3): 1.26321824		Gi : 93.53% Gf: 92.96%	
Descripción : LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 3

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	11.1	0.2778	10.094	4.710	0.467
3	0.500	19.9	0.5556	10.122	8.444	0.834
4	0.750	25.8	0.8333	10.151	10.947	1.078
5	1.000	31.0	1.1111	10.179	13.153	1.292
6	1.250	35.2	1.3889	10.208	14.935	1.463
7	1.500	38.3	1.6667	10.237	16.251	1.588
8	1.750	41.7	1.9444	10.266	17.693	1.724
9	2.000	44.2	2.2222	10.295	18.754	1.822
10	2.250	45.4	2.5000	10.324	19.263	1.866
11	2.500	47.1	2.7778	10.354	19.985	1.922
12	2.750	48.0	3.0556	10.383	20.366	1.966
13	3.000	49.0	3.3333	10.413	20.791	2.010
14	3.250	49.8	3.6111	10.443	21.130	2.054
15	3.500	50.2	3.8889	10.473	21.470	2.098
16	3.750	50.5	4.1667	10.504	21.427	2.142
17	4.000	50.9	4.4444	10.534	21.597	2.186
18	4.250	51.4	4.7222	10.565	21.809	2.230
19	4.500	51.8	5.0000	10.596	21.979	2.274
20	4.750	52.3	5.2778	10.627	22.191	2.088
21	5.000	52.7	5.5556	10.658	22.361	2.098
22	5.500	54.3	6.1111	10.721	23.039	2.149
23	6.000	56.4	6.6667	10.785	23.931	2.219
24	6.500	57.6	7.2222	10.850	24.440	2.253
25	7.000	58.3	7.7778	10.915	24.737	2.266
26	8.000	60.2	8.8889	11.048	25.543	2.312
27	9.000	62.7	10.0000	11.184	26.604	2.379
28	10.000	64.3	11.1111	11.324	27.282	2.409
29	11.000	64.7	12.2222	11.468	27.452	2.394
30	12.000	63.1	13.3333	11.615	26.773	2.305
31	13.000	60.5	14.4444	11.765	25.670	2.182
32	14.000	58.7	15.5556	11.920	24.906	2.089
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU)

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

SONDEO: SM-5A MUESTRA ECTIVO DENISOI PROF. 15.00-16.00 m

CLASIFICACIÓN: LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO

PROBETA N°	CONTENIDO DE AGUA Wf %	RELACION DE VACIOS e	GRADO DE SATURACION Gi	PESO VOLUMETRICO, Ton/m ³		ESFUERZO, Kg/cm ²	
				V HUMEDO	V SECO	CONFINANTE	DESVIADOR
1	35.68	0.934	95.200	1.721	1.265	0.500	0.883
2	35.94	0.945	94.114	1.722	1.266	1.000	1.406
3	35.86	0.951	93.525	1.716	1.261	2.000	2.409

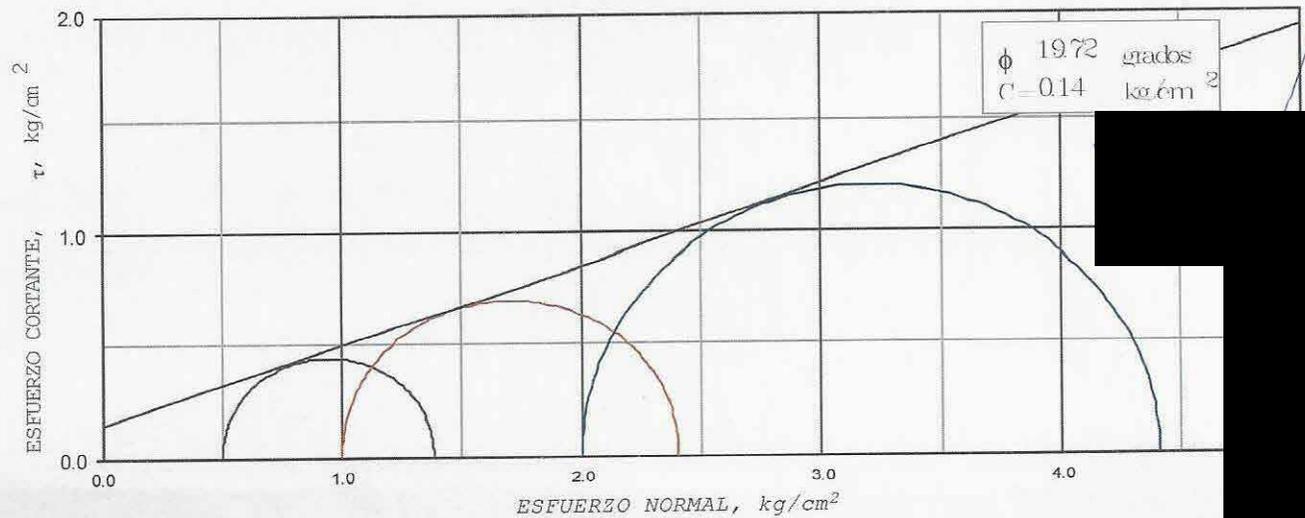
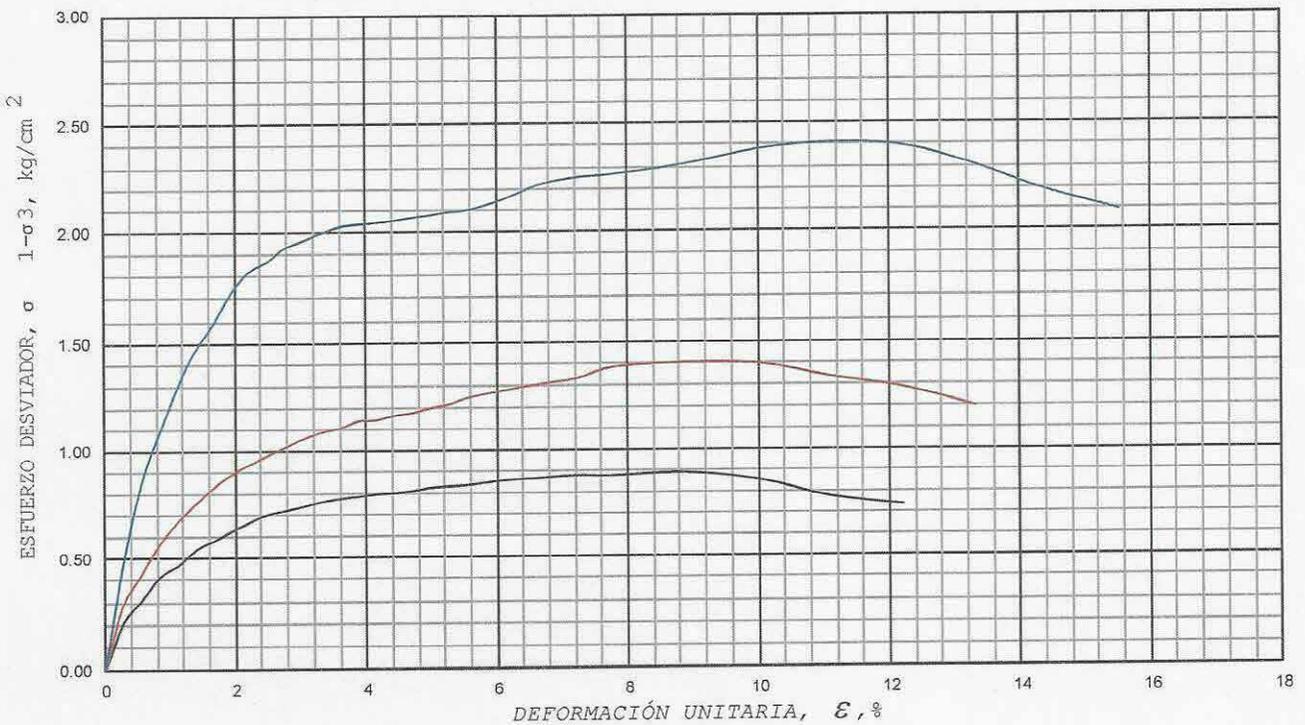


Fig. Ensaye de compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada. Muestra del Sondeo SM-5A

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001-R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3		SONDEO: SM-5A	
UBICADO:		Presión de Confinamiento: 0.500 kg/cm ²	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 4	NORMA: ASTM-D-2850-15		
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 20.00-21.00 Peso (g): 157.56 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.739 Ss : 2.476	
		Diámetro	
		D1 (cm): 3.58	
		D2 (cm): 3.58	
		D3 (cm): 3.58	
		DIÁMETRO: 3.58	
Testigo		Probeta	
peso t+prob h:	55.28	peso t+prob h:	178.09
peso t+prob s:	46.60	peso t+prob s:	138.07
peso tara :	20.30	peso tara :	20.53
wi %	33.00%	wf %	34.05%
		Altura	
		H1 (cm): 9.00	
		H2 (cm): 9.00	
		H3 (cm): 9.00	
		ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3) :	1.30762271	e : 0.908	
Pvs f (T/m3) :	1.29743684	Gi : 89.96%	Gf : 92.81%
Descripción : LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO			

PROBETA 1

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	13.0	0.2778	10.094	5.516	0.546
3	0.500	24.2	0.5556	10.122	10.268	1.014
4	0.750	33.4	0.8333	10.151	14.172	1.396
5	1.000	38.1	1.1111	10.179	16.166	1.588
6	1.250	41.9	1.3889	10.208	17.778	1.742
7	1.500	42.8	1.6667	10.237	18.160	1.774
8	1.750	43.9	1.9444	10.266	18.627	1.814
9	2.000	45.1	2.2222	10.295	19.136	1.854
10	2.250	45.8	2.5000	10.324	19.433	1.886
11	2.500	45.6	2.7778	10.354	19.348	1.866
12	2.750	45.1	3.0556	10.383	19.136	1.846
13	3.000	44.7	3.3333	10.413	18.966	1.826
14	3.250					
15	3.500					
16	3.750					
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 4	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 1.000	kg/ cmf
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000	Prof (m) 20.00-21.00	Diámetro	
Área cm²: 10.066	Peso (g): 158.24	D1 (cm): 3.58	
Const k: 0.4243	Vol(cm3): 90.594	D2 (cm): 3.58	
	Pv(T/m3): 1.747	D3 (cm): 3.58	
	Ss : 2.476	DIÁMETRO: 3.58	
Testigo		Probeta	
peso t+prob h: 55.28	peso t+prob h: 179.31	Altura	
peso t+prob s: 46.60	peso t+prob s: 139.23	H1 (cm): 9.00	
peso tara : 20.30	peso tara : 21.07	H2 (cm): 9.00	
wi % 33.00%	wf % 33.92%	H3 (cm): 9.00	
		ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3): 1.31326617	e : 0.898		
Pvs f (T/m3): 1.30428056	Gi : 90.96%	Gf : 93.49%	
Descripción : LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 2

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	17.6	0.2778	10.094	7.468	0.740
3	0.500	33.4	0.5556	10.122	14.172	1.400
4	0.750	43.4	0.8333	10.151	18.415	1.814
5	1.000	51.5	1.1111	10.179	21.851	2.147
6	1.250	58.5	1.3889	10.208	24.822	2.432
7	1.500	61.8	1.6667	10.237	26.222	2.562
8	1.750	64.4	1.9444	10.266	27.325	2.662
9	2.000	65.7	2.2222	10.295	27.877	2.708
10	2.250	66.0	2.5000	10.324	28.004	2.712
11	2.500	66.6	2.7778	10.354	28.258	2.729
12	2.750	66.8	3.0556	10.383	28.343	2.730
13	3.000	64.3	3.3333	10.413	27.282	2.620
14	3.250	62.5	3.6111	10.443	26.519	2.539
15	3.500	60.7	3.8889	10.473	25.755	2.459
16	3.750					
17	4.000					
18	4.250					
19	4.500					
20	4.750					
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 0		SONDEO: SM-5A	
MUESTRA: SELECTIVO DENISON 4	NORMA: ASTM-D-2850-15	Presión de Confinamiento: 2.000	kg/ cm ²
PROBETA: REPRODUCIDA POR PVN			
Altura cm: 9.000 Área cm ² : 10.066 Const k: 0.4243		Prof (m) 20.00-21.00 Peso (g): 157.87 Vol(cm3): 90.594 Pv(T/m3): 1.743 Ss : 2.476	Diámetro D1 (cm): 3.58 D2 (cm): 3.58 D3 (cm): 3.58 DIÁMETRO: 3.58
Testigo peso t+prob h: 55.28 peso t+prob s: 46.60 peso tara : 20.30 wi % 33.00%		Probeta peso t+prob h: 178.47 peso t+prob s: 139.10 peso tara : 20.60 wf % 33.22%	
		Altura H1 (cm): 9.00 H2 (cm): 9.00 H3 (cm): 9.00 ALTURA: 9.00	
Pvs i (T/m3): 1.31019547		e : 0.893	
Pvs f (T/m3): 1.30803357		Gi : 91.52% Gf: 92.13%	
Descripción : LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO 0			

PROBETA 3

No. Lect.	Lectura Micróm.	Lectura Anillo	Deform. Unitaria u%	Área Correg cm ²	Carga kg	Esfuerzo Desviador kg/cm ²
1	0.000	0.0	0.0000	10.066	0.00	0.000
2	0.250	25.8	0.2778	10.094	10.947	1.084
3	0.500	45.3	0.5556	10.122	19.221	1.899
4	0.750	63.8	0.8333	10.151	27.070	2.667
5	1.000	78.5	1.1111	10.179	33.308	3.272
6	1.250	88.0	1.3889	10.208	37.338	3.658
7	1.500	94.8	1.6667	10.237	40.224	3.929
8	1.750	98.1	1.9444	10.266	41.624	4.055
9	2.000	101.5	2.2222	10.295	43.066	4.181
10	2.250	103.4	2.5000	10.324	43.873	4.241
11	2.500	104.8	2.7778	10.354	44.467	4.281
12	2.750	105.9	3.0556	10.383	44.933	4.311
13	3.000	106.5	3.3333	10.413	45.188	4.331
14	3.250	107.1	3.6111	10.443	45.443	4.351
15	3.500	107.5	3.8889	10.473	45.612	4.371
16	3.750	108.0	4.1667	10.504	45.824	4.391
17	4.000	108.2	4.4444	10.534	45.909	4.358
18	4.250	107.4	4.7222	10.565	45.570	4.313
19	4.500	104.9	5.0000	10.596	44.509	4.201
20	4.750	101.3	5.2778	10.627	42.982	4.045
21	5.000					
22	5.500					
23	6.000					
24	6.500					
25	7.000					
26	8.000					
27	9.000					
28	10.000					
29	11.000					
30	12.000					
31	13.000					
32	14.000					
33	15.000					
34	16.000					
35	17.000					

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-IMP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023



ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU)

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3

SONDEO: SM-5A MUESTRA ECTIVO DENISOI PROF. 20.00-21.00 m

CLASIFICACIÓN: LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO

PROBETA N°	CONTENIDO DE AGUA Wf %	RELACION DE VACIOS e	GRADO DE SATURACION Gi	PESO VOLUMETRICO, Ton/m ³		ESFUERZO, Kg/cm ²	
				V HUMEDO	V SECO	CONFINANTE	DESVIADOR
1	34.05	0.908	89.960	1.739	1.308	0.500	1.882
2	33.92	0.898	90.962	1.747	1.313	1.000	2.730
3	33.22	0.893	91.517	1.743	1.310	2.000	4.363

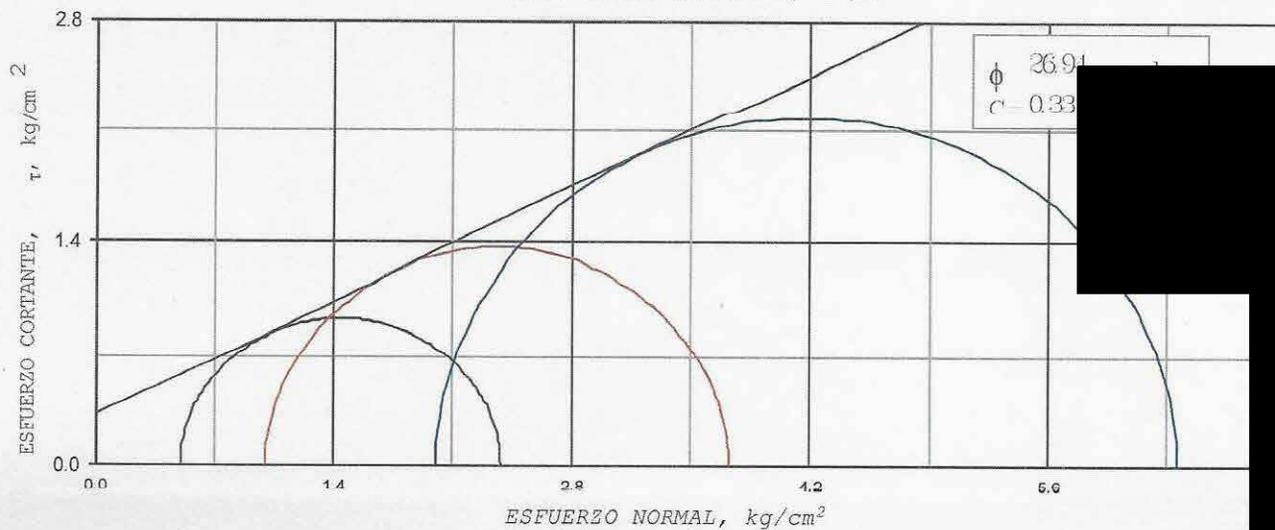
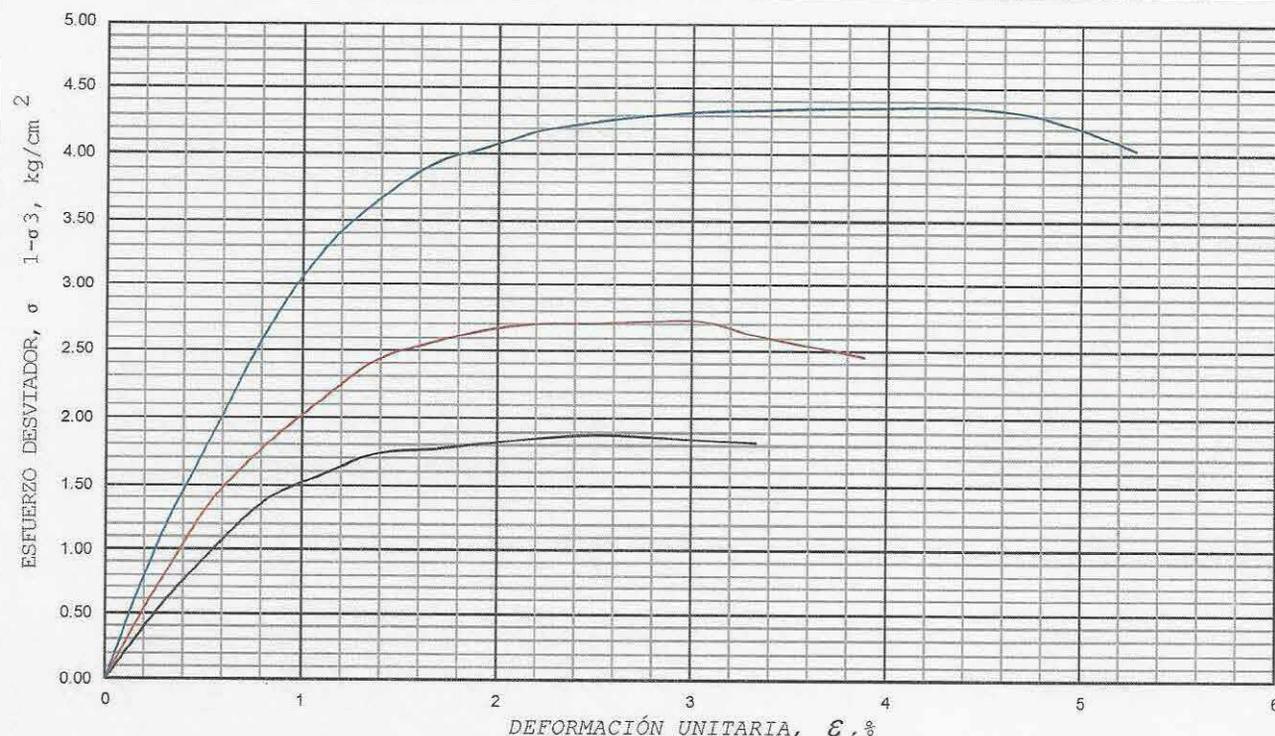
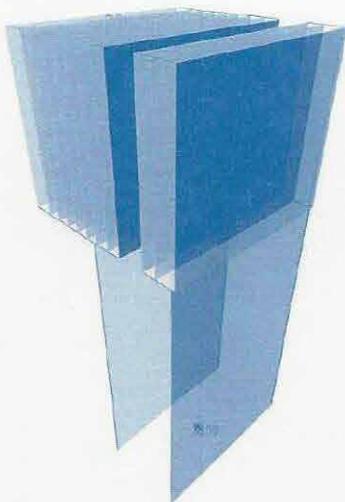


Fig. Ensaye de compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada. Muestra del Sondeo SM-5A

12. ANEXO 4. CARGAS ACTUANTES EN TORRE 24

De acuerdo con el análisis estructural de la Torre 24, se presentan las cargas siguientes a nivel de cimentación, mismas que ya consideran el peso del dado de cimentación. Este análisis se toma como tipo, para todas las torres excéntricas.

TORRE 24



Combinación Gravitacional con factores

Story	Label	Output Case	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Base	156	1	2.31		0 357.3392	171.4843	100.8557	-12.1747

Combinación Sismo con factores

Story	Label	Output Case	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Base	156	73	16.6479	19.2943	289.6002	1222.468	358.6149	-24.7621

Combinación Gravitacional sin factores

Story	Label	Output Case	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Base	156	0DespZ	0	0	217.821	106.589	67.295	-8.116

A continuación, se presenta la revisión de incremento de esfuerzos por la gran excentricidad que existe entre el centro de cimentación y el centro de cargas. Así mismo, se presentan las 8 combinaciones correspondientes al sismo, con el 100% actuando en un sentido y el 30% en el otro sentido, para finalmente obtener las cargas máximas y mínimas actuantes cada una de las pilas.



Esquema 4.1. Planta de pilas y referencia de ejes generales y centroidales. Cc: centro de cargas; Cg: centro de pilas

De acuerdo con la posición de las pilas y el punto de aplicación de la carga, se tiene:

Tabla 4.1

Centro geométrico de pilas					
Pila	A (m ²)	X (m)	Y (m)	AX (m ³)	AY (m ³)
1	0.785	0.75	4.84	0.58905	3.80132711
2	0.785	3.75	4.84	2.94524	3.80132711
3	0.785	3.75	1	2.94524	0.78539816
4	0.785	0.75	1	0.58905	0.78539816
		3.142		7.1	9.2
		X=	2.25	m	
		Y=	2.92	m	

Tabla 4.2

Centro de cargas		
X=	2.25	m
Y=	5.84	m
eX=	0.0	m
eY=	2.9	m

Tabla 4.3

Momentos de inercia, pilas				
Pila	Xi (m)	Yi (m)	(Xi) ²	(Yi) ²
1	1.5	1.92	2.25	3.6864
2	1.5	1.92	2.25	3.6864
3	1.5	1.92	2.25	3.6864
4	1.5	1.92	2.25	3.6864
			Σ=	9.00
			Σ=	14.7456
		Ix=	14.75	
		Iy=	9.00	

Para el incremento y decremento de cargas por excentricidad estática:

$$\Delta\sigma_{est} = M_{v\ est\ x} \frac{\pm y_i}{I_x} \pm M_{v\ est\ y} \frac{\pm x_i}{I_y} \quad (4.1)$$

Donde:

- $\Delta\sigma_{est}$ incremento y decremento de carga estática, t
- $M_{v\ est\ x}$ momento de volteo estático por excentricidad, respecto al eje x, t-m
- $M_{v\ est\ y}$ momento de volteo estático por excentricidad, respecto al eje y, t-m
- x_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido X
- y_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido Y

Tabla 4.4

Incremento de cargas fact por excentricidad estática				
		Mve X=	1043.43	t-m
		Mve Y=	0.00	t-m
Pila	Xi (m)	Yi (m)	$\Delta\sigma_{est}$ (t)	P max,min (t)
1	1.5	1.92	135.86	225.20
2	1.5	1.92	135.86	225.20
3	1.5	1.92	-135.86	-46.53
4	1.5	1.92	-135.86	-46.53

Donde:

$$P_{max,min} = \frac{P_{est\ fact}}{No.pilas} \pm \Delta\sigma_{est} \quad (4.2)$$

Donde:

$P_{est\ fact}$ carga máxima factorizada en condición estática, igual a 357.3392 t

$P_{max,min}$ carga máxima y mínima factorizada estática, t

$\Delta\sigma_{est}$ incremento de carga por excentricidad estática, t

Por su parte, los incrementos y decrementos de cargas en condición sísmica en cada una de las pilas se determinó mediante la expresión siguiente:

$$\Delta\sigma_s = M_{vx} \frac{y_i}{I_x} \pm 0.3M_{vy} \frac{x_i}{I_y} \quad (4.3)$$

Donde:

$\Delta\sigma_s$ incremento y decremento de carga por condición sísmica, t

M_{vx} momento de volteo sísmico respecto al eje x, igual a 1,222.0 t-m

M_{vy} momento de volteo sísmico respecto al eje y, igual a 358.61 t-m

x_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido X

y_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido Y

Se realizaron las 8 combinaciones con las variaciones del 100% del momento de volteo en un sentido y el 30% de momento en el otro sentido:

Tabla 4.5

Combinaciones sísmicas para determinación de incrementos y decrementos de cargas en pilas															
Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)
1	1.500	1.920	-107.52	1	1.5	1.92	12.02	1	1.5	1.92	-177.11	1	1.500	1.92	141.24
2	1.500	1.920	12.02	2	1.5	1.92	-107.52	2	1.5	1.92	-141.24	2	1.500	1.92	177.11
3	1.500	1.920	107.52	3	1.5	1.92	-12.02	3	1.5	1.92	177.11	3	1.500	1.92	-141.24
4	1.500	1.920	-12.02	4	1.5	1.92	107.52	4	1.5	1.92	141.24	4	1.500	1.92	-177.11
Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)
1	1.500	1.920	-12.02	1	1.500	1.920	107.52	1	1.5	1.92	-141.24	1	1.5	1.92	177.1
2	1.500	1.920	107.52	2	1.500	1.920	-12.02	2	1.5	1.92	-177.11	2	1.5	1.92	141.2
3	1.500	1.920	12.02	3	1.500	1.920	-107.52	3	1.5	1.92	141.24	3	1.5	1.92	-177.1
4	1.500	1.920	-107.52	4	1.500	1.920	12.02	4	1.5	1.92	177.11	4	1.5	1.92	-141.2

De acuerdo con la revisión de las 8 combinaciones anteriores:

Tabla 4.6

Incrementos max y min sísmicos		
Pila	Δσs max (t)	Δσs min (t)
1	177.11	-177.11
2	177.11	-177.11
3	177.11	-177.11
4	177.11	-177.11

Para la obtención de las cargas máximas y mínimas en cada pila, se tiene:

$$P_{Totfact} = P_{max} \pm \Delta\sigma_s \quad (4.4)$$

Sustituyendo los valores correspondientes, se tienen las siguientes condiciones de carga en cada pilas analizadas:

Tabla 4.7

Cargas Tot máx y mín factorizadas		
Pila	Ptot max (t)	Ptot min (t)
1	402.30	48.09
2	402.30	48.09
3	130.58	-223.63
4	130.58	-223.63

Es muy importante mencionar que esta revisión deberá ser avalada por el área de estructuras del proyecto y verificar la correcta interpretación de carga, momentos, etc.

Tomando en cuenta las cargas máximas y mínimas factorizadas totales de la Tabla 4.7 y las capacidades de carga reducidas a compresión y tensión, se tiene:

Tabla 4.8 Comparativa $\Sigma QF.C < R$

D (m)	R (t)	Ptot max (t)	C _{te} (t)	Ptot min (t)
1.0	943.7	402.30	600.9	223.63

Como se puede observar, se cumple con la desigualdad para las cargas actuantes a compresión y tensión.

Para el caso de las cargas de servicio "Combinación Gravitacional sin factores", empleando las expresiones (4.1) y (4.2) y sustituyendo los valores correspondientes:

Tabla 4.9

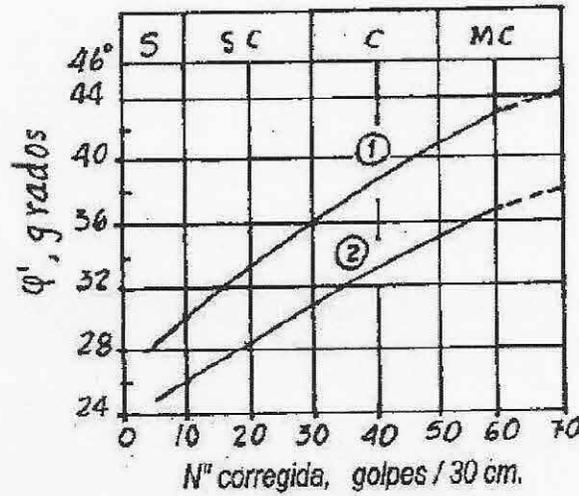
Incremento de cargas serv por excent. estática				
Mve X=		636.04	t-m	
Mve Y=		0.00	t-m	
Pila	Xi (m)	Yi (m)	$\Delta\sigma_{est}$ (t)	P max (t)
1	1.5	1.9	82.82	137.27
2	1.5	1.9	82.82	137.27
3	1.5	1.9	-82.82	-28.36
4	1.5	1.9	-82.82	-28.36

Los valores de la tabla anterior, indican que para el estado de servicio, las pilas 1 y 2 estarán trabajando a compresión y las pilas 3 y 4, a tensión.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

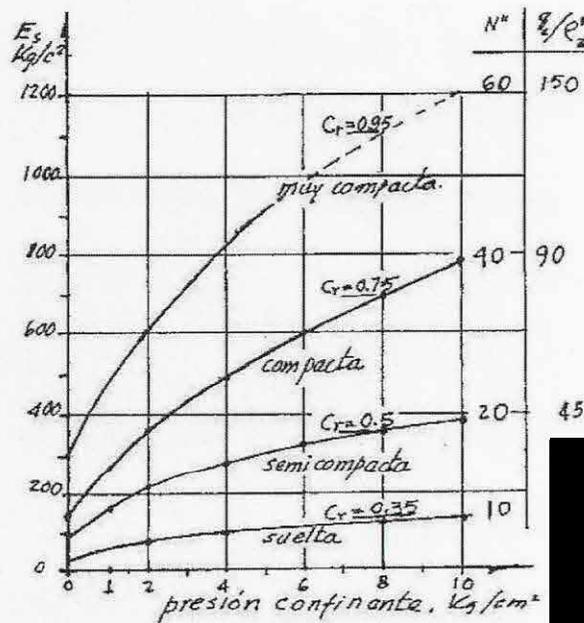
Revisión 2 – Abril 2023

13. ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO



(1) Arena bien graduada, granos angulosos
(2) Arena fina, o arena limosa, granos redondeados

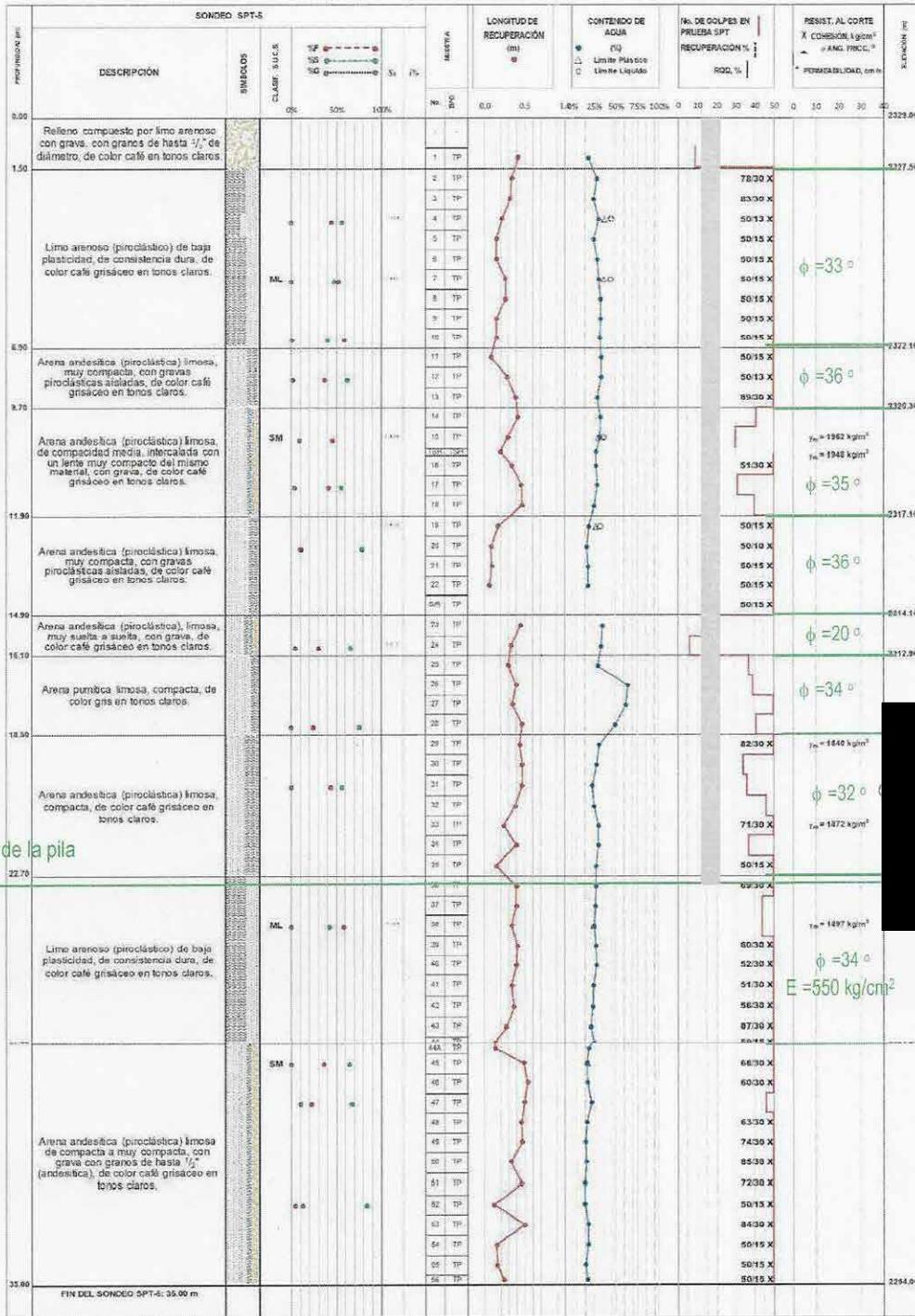
(a)



b) Módulo de Young para arena limosa media, en prueba triaxial drenada, para diferentes presiones confinantes y compacidades relativas

(Ref. 4). Gráficas 1 y 2 para correlación entre el número de golpes y ángulo de fricción interna, ϕ y Módulo de Young, E.

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323



Desplante de la pila
23.0 m

SÍMBOLOGÍA	NOMENCLATURA	RESUMEN DE DATOS DEL SONDADO
ARENA	ARCILLA	$\Sigma N = 478,508$
CONCRETO HERRALLICO	LIMO	$N = 2,142,644$
ROCLITA	GRAVA	$Z = 2328$
PERDIDA DE AGUA	CAPA SUPERFICIAL	

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TUBO LITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLES E INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES- LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3.

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SPT-5 (TORRE 27)

CMX, Enero de 2022 | Figura No. 7

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Resumen de propiedades índice y mecánicas del sondeo SPT-5

Estrato No.	Profundidad, m		Cohesión, t/m ²	Ángulo de fricción, grados	Peso volumétrico, t/m ³	Módulo de Elasticidad, E, kg/cm ²	Relació Poissc
1	0.00	1.50	0.4	28.0	1.608	50	0.31
2	1.50	6.90	1.7	32.7	1.816	380	0.41
3	6.90	8.70	3.2	36.0	1.913	500	0.31
4	8.70	11.90	3.1	34.8	1.955	300	0.31
5	11.90	14.90	0.0	35.8	1.858	650	0.31
6	14.90	16.10	1.4	19.7	1.723	128	0.31
7	16.10	18.50	0.0	33.7	1.300	410	0.31
8	18.50	22.70	3.3	31.7	1.828	650	0.31
9	22.70	27.80	5.1	33.5	1.897	850	0.31
10	27.80	35.00	0.0	34.9	2.058	980	0.31

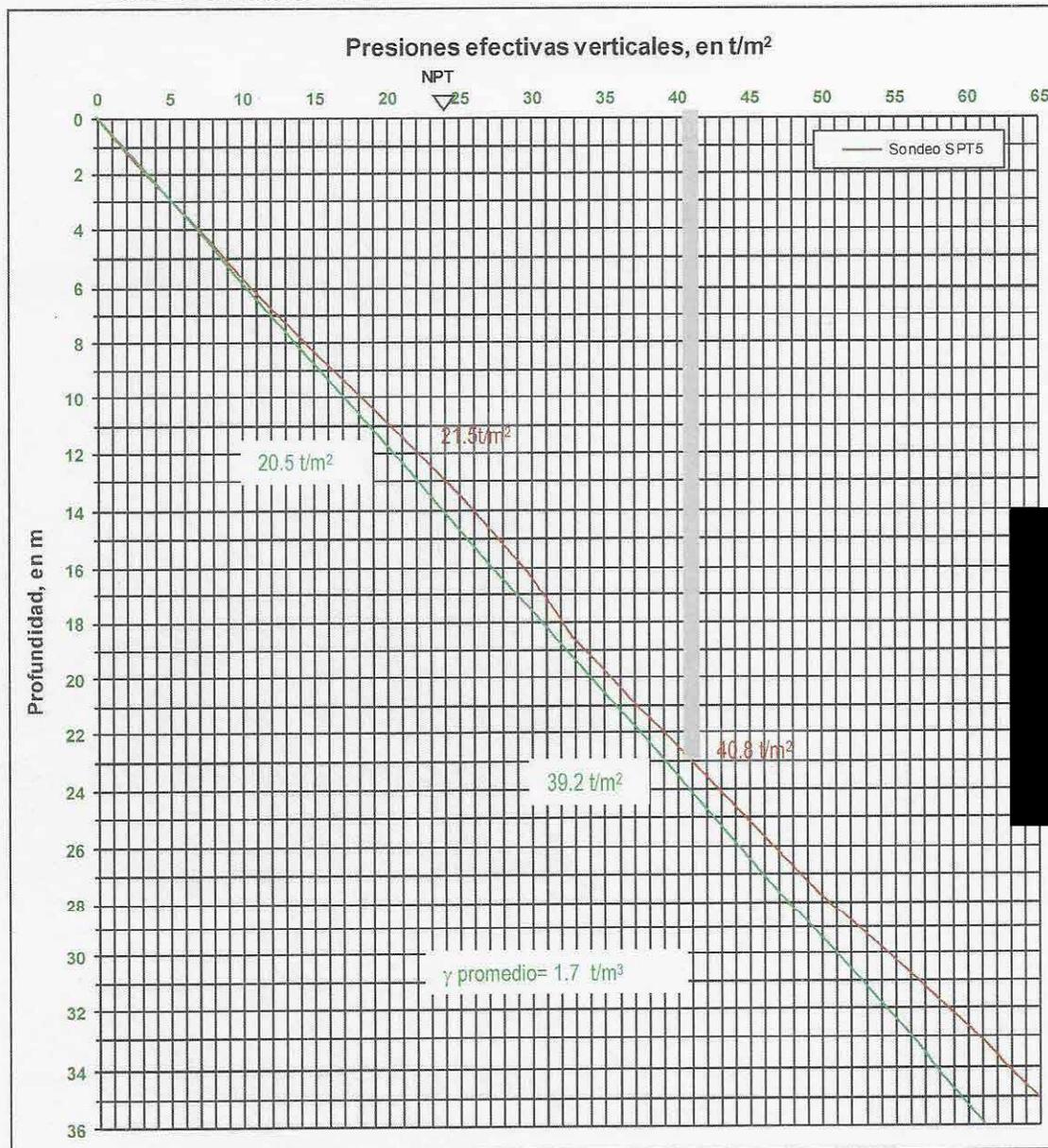
TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Cablebús Línea 3, Torre No. 27, Constituyentes, CDMX

Análisis Geotécnico

5.2.- Determinación de presiones efectivas geostáticas

Sondeos empleados: **SM-5**



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE
SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO
CONSTITUYENTES – LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3.-
TORRE 27

FECHA: Enero de 2023
CALCULO: Ing. Luis Enrique Mucifoz
REVISO: Ing. Benjamín Silva Zárate
HOJA: 5 DE: 12

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Cablebús Línea 3, Torre No. 27, Constituyentes, CDMX

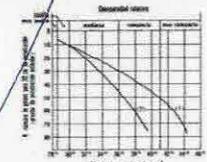
4.- Determinación de parámetros geotécnicos en función del No. de golpes N de la prueba SPT
Sondeo: SM-5

Muestra	Prof. m	N	N medio	N corr	N diseño	Cohesión c, t/m ²			Ángulo de fricción, φ (°)							Suelo			
						Mesri (5)	Tx	Min	Wolff	Shioi-Fukui	Terzaghi	Muromachi	Dunham	Tx	Minimo				
0	0.00	0.90				0.3		0.3										Relleno compuesto por limo arenoso de con gravas de hasta 1/2"	
1	0.90	1.50	9	19	9	0.5		0.5	23.8	30.2	28.0	30.5	30.4					Relleno compuesto por limo arenoso de con gravas de hasta 1/2"	
2	1.50	2.10	80	84	80	0.8		0.8	40.9	45.0	36.0	44.7	44.5					Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
3	2.10	2.70	50	73	50	1.0		1.0	40.8	45.0	36.0	44.7	44.5					Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
4	2.70	3.30	50	66	50	1.2		1.2	40.8	45.0	36.0	44.7	44.5					Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
5	3.30	3.90	60	80	60	1.5		1.5	40.8	45.0	36.0	44.7	44.5					Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
6	3.90	4.50	60	66	60	1.7		1.7	40.8	45.0	36.0	44.7	44.5					Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
7	4.50	5.10	50	52	50	2.0		2.0	40.8	45.0	36.0	44.7	44.5					Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
8	5.10	5.70	50	49	49	2.2		2.2	40.5	44.9	36.0	44.5	44.2	33.7	33.7			Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
9	5.70	6.30	50	47	47	2.4		2.4	40.0	43.9	36.0	44.0	43.7	45.1	36.0			Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
10	6.30	6.90	60	45	45	2.7		2.7	39.5	43.2	36.0	43.5	43.2					Limo arenoso (piroclástico), de baja plasticidad, de consistencia media	
11	6.90	7.50	50	41	41	2.9		2.9	39.0	42.6	36.0	43.0	42.7					Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas	
12	7.50	8.10	50	41	41	3.2		3.2	38.5	41.9	36.0	42.4	42.2					Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas	
13	8.10	8.70	50	38	38	3.4		3.4	38.0	41.0	36.0	41.9	41.6					Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas	
14	8.70	9.30	41	31	31			0.0	35.9	38.2	36.0	38.5	39.3					Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas	
15	9.30	9.90	30	22	22			0.0	31.0	31	33.4	34.9	34.0	36.2	36.2	33.4			Arena andesítica (piroclástica) limosa, de compactad media, intermedia
TSH	9.90	10.10						0.0	31.0	31				36.2	36.2				Arena andesítica (piroclástica) limosa, de compactad media, intermedia
16	10.10	10.70	60	35	35			0.0	36.9	39.6	36.0	40.7	40.5						Arena andesítica (piroclástica) limosa, de compactad media, intermedia
17	10.70	11.30	31	21	21			0.0	33.2	34.6	34.0	36.0	35.9						Arena andesítica (piroclástica) limosa, de compactad media, intermedia
18	11.30	11.90	40	27	27			0.0	34.8	38.7	35.0	38.2	38.0						Arena andesítica (piroclástica) limosa, de compactad media, intermedia
19	11.90	12.50	60	32	32			0.0	36.1	39.5	36.0	39.8	39.6						Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas
20	12.50	13.10	50	32	32			0.0	36.1	38.5	36.0	39.8	39.6						Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas
21	13.10	13.70	60	31	31			0.0	35.9	39.2	36.0	39.5	39.3						Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas
22	13.70	14.30	50	30	30			0.0	35.6	37.9	36.0	39.2	39.0						Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas
S/R	14.30	14.90	50	30	30			0.0	35.6	37.8	36.0	39.2	39.0						Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy compacta, con gravas
23	14.90	15.50	13	7	7			1.4	29.2	29.5	30.0	29.3	29.2	18.7	18.7				Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy suelta a suelta, con gravas
24	15.50	16.10	6	3	3			1.4	28.0	28.1	27.0	26.1	26.0	10.7	10.7				Arena andesítica (piroclástica) limosa, muy suelta a suelta, con gravas
25	16.10	16.70	37	21	21			0.0	33.2	34.6	35.0	36.0	35.9						Arena pumítica limosa, compacta, de color gris en tonos claros
26	16.70	17.30	39	22	22			0.0	33.4	34.9	35.0	36.4	36.2						Arena pumítica limosa, compacta, de color gris en tonos claros
27	17.30	17.90	60	27	27			0.0	34.8	36.7	36.0	38.2	38.0						Arena pumítica limosa, compacta, de color gris en tonos claros
28	17.90	18.50	41	22	22			0.0	33.4	34.9	35.0	36.4	36.2						Arena pumítica limosa, compacta, de color gris en tonos claros
29	18.50	19.10	55	21	21			0.0	34.8	36.7	36.0	38.2	38.0						Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café gris
30	19.10	19.70	54	16	16			0.0	32.3	33.8	34.0	34.8	34.7	23.3	23.3				Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café gris
31	19.70	20.30	38	18	18			0.0	32.3	33.5	34.0	34.8	34.7	25.9	25.9				Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café gris
32	20.30	20.90	46	23	23			3.3	33.7	35.3	36.0	36.8	36.6						Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café gris
33	20.90	21.50	50	25	25			0.0	34.3	36.0	36.0	37.5	37.3						Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café gris
34	21.50	22.10	37	16	16			0.0	32.3	33.5	35.0	34.8	34.7						Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café gris
35	22.10	22.70	60	24	24			0.0	34.0	35.6	36.0	37.1	37.0						Arena andesítica (piroclástica) limosa, compacta, de color café gris
36	22.70	23.30	60	24	24	4.8		4.8	34.0	35.6	36.0	37.1	37.0						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
37	23.30	23.90	44	21	21	4.7		4.7	33.2	34.8	35.0	36.0	35.9						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
38	23.90	24.50	44	21	21	4.8		4.8	33.2	34.6	35.0	36.0	35.9						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
39	24.50	25.10	60	23	23	4.9		4.9	33.7	35.3	36.0	36.8	36.8						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
40	25.10	25.70	50	23	23	5.1		5.1	33.7	35.3	36.0	36.8	36.6						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
41	25.70	26.30	50	23	23	5.2		5.2	33.7	35.3	36.0	36.8	36.6						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
42	26.30	26.90	50	22	22	5.3		5.3	33.4	34.9	36.0	36.4	36.2						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
43	26.90	27.50	60	22	22	5.4		5.4	33.4	34.9	36.0	36.4	36.2						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
44	27.50	28.10	60	22	22	5.5		5.5	33.4	34.9	36.0	36.4	36.2						Limo arenoso (piroclástico) de baja plasticidad, de consistencia media
44A	27.80	28.10	60	21	21			0.0	33.4	34.9	36.0	36.4	36.2						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
45	28.10	28.70	60	21	21			0.0	33.2	34.6	36.0	36.0	35.9						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
46	28.70	29.30	50	21	21			0.0	33.2	34.6	36.0	36.0	35.9						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
47	29.30	29.90	48	19	19			0.0	32.6	33.8	35.0	35.3	35.1						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
48	29.90	30.50	60	21	21			0.0	33.2	34.6	36.0	36.0	35.9						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
49	30.50	31.10	60	20	20			0.0	32.9	34.2	36.0	35.7	35.5						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
50	31.10	31.70	60	20	20			0.0	32.9	34.2	36.0	35.7	35.5						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
51	31.70	32.30	60	20	20			0.0	32.9	34.2	36.0	35.7	35.5						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
52	32.30	32.90	50	20	20			0.0	32.9	34.2	36.0	35.7	35.5						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
53	32.90	33.50	60	20	20			0.0	32.9	34.2	36.0	35.7	35.5						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
54	33.50	34.10	60	19	19			0.0	32.6	33.8	36.0	36.3	35.1						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
55	34.10	34.70	60	19	19			0.0	32.6	33.8	36.0	36.3	35.1						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta
56	34.70	35.00	60	19	19			0.0	32.6	33.8	36.0	36.3	35.1						Arena andesítica (piroclástica) limosa de compacta a muy compacta

- (1). Estimados mediante la expresión 2.4 de la Ref. 9, pág. 100
 - (2). Estimados mediante la expresión 2.5 de la Ref. 9, pág. 101
 - (3). Estimados mediante la Tabla 2.3 de la Ref. 9, pág. 100
 - (4). Estimados los de color verde con la Ref. 5, pág. 622 y los de color verde con ensayos de laboratorio
 - (5). Estimados mediante la expresión de Mesri de tabla 1.16 de Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M Das. (1)
- NOTA:
La profundidad esta en relación al Nivel de Terreno Natural

CORRELACIONES PARA DETERMINAR PARAMETROS MECANICOS

Ángulo de fricción interna	ref. 1	ref. 2	ref. 3	ref. 4
ref. 1	Wolff (1981)	$\phi = 27 + 0.33 \sqrt{N_60}$		
ref. 2	Shioi-Fukui (1982)	$\phi = 0.26 \sqrt{N_60}$		
ref. 3	Muromachi (1974)	$\phi = 20 + 3 \sqrt{N_60}$		
ref. 4	Dunham (1954) #2	$\phi = (2.3 \sqrt{N_60})^2$		



1) Relación para suelos de gran plasticidad
2) Relación para suelos de

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Cablebús Línea 3, Torre No. 27, Constituyentes, CDMX

5.1.- Datos para la obtención de los diagramas de presiones verticales iniciales del subsuelo.
(Considerando la propuesta de cimentación:

N.A.F. > 35.00 m (Elev < 2328.00 m)

SONDEO : SM-5

Profundidad, m	Prof. Media		Espesor del estrato, m	Densidad de Sólidos	Contenido de agua	Relación de Vacíos, e	Peso vol. t/m ³	Presión total, t/m ²		Presión de agua t/m ²	Presión efectiva t/m ²	Presión efectiva media, t/m ²
	De	a						Parcial	Acumulada			
0.00	0.90	0.45	0.90				1.608	1.45	1.45	0.00	1.45	1.45
0.90	1.50	1.20	0.60	2.451	18.23%	0.80	1.608	0.96	2.41	0.00	2.41	1.93
1.50	2.10	1.80	0.60	2.451	27.92%	0.67	1.813	1.09	3.50	0.00	3.50	2.96
2.10	2.70	2.40	0.60	2.451	24.24%	0.67	1.813	1.09	4.59	0.00	4.59	4.04
2.70	3.30	3.00	0.60	2.451	30.55%	0.67	1.813	1.09	5.68	0.00	5.68	5.13
3.30	3.90	3.60	0.60	2.451	24.04%	0.67	1.813	1.09	6.76	0.00	6.76	6.22
3.90	4.50	4.20	0.60	2.444	29.10%	0.67	1.813	1.09	7.85	0.00	7.85	7.31
4.50	5.10	4.80	0.60	2.444	30.32%	0.67	1.813	1.09	8.94	0.00	8.94	8.40
5.10	5.70	5.40	0.60	2.444	32.93%	0.67	1.813	1.09	10.03	0.00	10.03	9.48
5.70	6.30	6.00	0.60	2.444	32.94%	0.67	1.928	1.10	11.12	0.00	11.12	10.58
6.30	6.90	6.60	0.60	2.444	31.74%	0.67	1.828	1.10	12.22	0.00	12.22	11.67
6.90	7.50	7.20	0.60	2.438	33.75%	0.67	1.913	1.15	13.37	0.00	13.37	12.79
7.50	8.10	7.80	0.60	2.438	33.44%	0.67	1.913	1.15	14.52	0.00	14.52	13.94
8.10	8.70	8.40	0.60	2.430	29.27%	0.67	1.813	1.15	15.66	0.00	15.66	15.09
8.70	9.30	9.00	0.60	2.438	32.48%	0.68	1.962	1.18	16.84	0.00	16.84	16.25
9.30	9.90	9.60	0.60	2.438	32.34%	0.71	1.962	1.18	18.02	0.00	18.02	17.43
9.90	10.10	10.00	0.20	2.438	27.28%		1.962	0.39	18.41	0.00	18.41	18.21
10.10	10.70	10.40	0.60	2.438	27.04%	0.67	1.946	1.17	19.58	0.00	19.58	19.00
10.70	11.30	11.00	0.60	2.438	28.78%	0.70	1.948	1.17	20.75	0.00	20.75	20.16
11.30	11.90	11.60	0.60	2.438	24.80%	0.69	1.948	1.17	21.92	0.00	21.92	21.33
11.90	12.50	12.20	0.60	2.438	18.62%	0.67	1.946	1.17	23.09	0.00	23.09	22.50
12.50	13.10	12.80	0.60	2.438	16.86%	0.67	1.948	1.17	24.25	0.00	24.25	23.67
13.10	13.70	13.40	0.60	2.438	17.93%	0.67	1.948	1.17	25.42	0.00	25.42	24.84
13.70	14.30	14.00	0.60	2.438	17.79%	0.67	1.723	1.03	26.46	0.00	26.46	25.94
14.30	14.90	14.60	0.60	2.513		0.87	1.723	1.03	27.49	0.00	27.49	26.97
14.90	15.50	15.20	0.60	2.513	24.83%	0.77	1.723	1.03	28.52	0.00	28.52	28.01
15.50	16.10	15.80	0.60	2.513	33.23%	0.84	1.723	1.03	29.56	0.00	29.56	29.04
16.10	16.70	16.40	0.60	2.513	30.01%	0.89	1.300	0.78	30.34	0.00	30.34	29.95
16.70	17.30	17.00	0.60		64.47%	0.69	1.300	0.78	31.12	0.00	31.12	30.73
17.30	17.90	17.60	0.60		61.80%	0.67	1.300	0.78	31.90	0.00	31.90	31.51
17.90	18.50	18.20	0.60		49.62%	0.68	1.300	0.78	32.68	0.00	32.68	32.29
18.50	19.10	18.80	0.60		31.20%	0.67	1.840	1.10	33.78	0.00	33.78	33.23
19.10	19.70	19.40	0.60		28.05%	0.70	1.840	1.10	34.89	0.00	34.89	34.33
19.70	20.30	20.00	0.60		22.91%	0.69	1.749	1.05	35.94	0.00	35.94	35.41
20.30	20.90	20.60	0.60		25.15%	0.68	1.749	1.05	36.99	0.00	36.99	36.46
20.90	21.50	21.20	0.60		30.77%	0.67	1.872	1.12	38.11	0.00	38.11	37.55
21.50	22.10	21.80	0.60		30.69%	0.69	1.872	1.12	39.23	0.00	39.23	38.67
22.10	22.70	22.40	0.60		27.43%	0.67	1.872	1.12	40.36	0.00	40.36	39.79
22.70	23.30	23.00	0.60	2.481	27.05%	0.67	1.897	1.14	41.49	0.00	41.49	40.92
23.30	23.90	23.60	0.60	2.481	26.78%	0.68	1.897	1.14	42.63	0.00	42.63	42.06
23.90	24.50	24.20	0.60	2.481	25.19%	0.68	1.897	1.14	43.77	0.00	43.77	43.20
24.50	25.10	24.80	0.60	2.481	27.70%	0.67	1.897	1.14	44.91	0.00	44.91	44.34
25.10	25.70	25.40	0.60	2.481	27.93%	0.67	1.897	1.14	46.05	0.00	46.05	45.48
25.70	26.30	26.00	0.60	2.481	24.65%	0.67	1.897	1.14	47.18	0.00	47.18	46.62
26.30	26.90	26.60	0.60	2.481	23.91%	0.67	1.897	1.14	48.32	0.00	48.32	47.75
26.90	27.50	27.20	0.60	2.481	21.52%	0.67	1.897	1.14	49.46	0.00	49.46	48.89
27.50	28.10	27.80	0.30	2.481	28.00%	0.67	1.897	0.57	50.03	0.00	50.03	49.75
28.10	28.70	28.40	0.60		19.06%	0.67	2.058	1.23	51.88	0.00	51.88	51.26
28.70	29.30	29.00	0.60		18.39%	0.67	2.058	1.23	53.12	0.00	53.12	52.50
29.30	29.90	29.60	0.60		17.42%	0.67	2.058	1.23	54.35	0.00	54.35	53.73
29.90	30.50	30.20	0.60		22.09%	0.68	2.058	1.23	55.59	0.00	55.59	54.97
30.50	31.10	30.80	0.60		16.84%	0.67	2.058	1.23	56.59	0.00	56.59	56.20
31.10	31.70	31.40	0.60		15.25%	0.67	2.058	1.23	58.82	0.00	58.82	56.20
31.70	32.30	32.00	0.60		18.22%	0.67	2.058	1.23	58.06	0.00	58.06	57.44
32.30	32.90	32.60	0.60		14.57%	0.67	2.058	1.23	59.29	0.00	59.29	58.67
32.90	33.50	33.20	0.60		14.43%	0.67	2.058	1.23	60.53	0.00	60.53	59.91
33.50	34.10	33.80	0.60		17.77%	0.67	2.058	1.23	61.76	0.00	61.76	61.14
34.10	34.70	34.40	0.60		17.77%	0.67	2.058	1.23	63.00	0.00	63.00	62.38
34.70	35.00	34.85	0.30		16.33%	0.67	2.058	1.23	64.23	0.00	64.23	63.61
					17.67%	0.67	2.058	0.62	64.85	0.00	64.85	64.54

suma = 35.00

NOTA: 1. Los números en color verde y negro son datos del sondeo considerado en el análisis.
y los de color rojo son los cálculos realizados.
2. La profundidad esta en relación al Nivel de Terreno Natural NTN 0.00, para fines de cálculos.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES - LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3- TORRE 27

FECHA: Enero de 2023
CALCULO: Ing. Luis Enrique Maciño
REVISO: Ing. Benjamin Silva Zárate
HOJA: 4 DE 12

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Hoja 1 de 7

Proyecto: T-27, CABLEBUS LINEA 3 (Marzo 2023)

Memoria de cálculo:

CAPACIDAD DE CARGA EN PILAS DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES, DICIEMBRE 2017

1.- PROPIEDADES DEL SUELO Y DIMENSIONES DE LAS PILAS

B := 1.0, 1.2, 1.4	Diámetro de las pilas, m
L := 23	Longitud de las pilas, m
Le := 0	Longitud de la pila empotrada en el estrato resistente, m
$\gamma_1 := 1.7$	Peso volumétrico de estrato superior, t/m ³
$\phi_1 := 32$	Ángulo de fricción del estrato superior, °
$\gamma_2 := 1.7$	Peso volumétrico de estrato resistente, t/m ³
$\phi_2 := 34$	Ángulo de fricción del estrato resistente, °
$\gamma_w := 0$	Peso volumétrico del agua, t/m ³

2.- CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA, INCISO 3.6.1.1

Fr1 := 0.35 Factor de resistencia

Pv := 39.1 Presión vertical total debida al peso del suelo a profundidad de desplante de las pilas, t/m²

$P'v := (\gamma_1 - \gamma_w) \cdot (L - Le) + (\gamma_2 - \gamma_w) \cdot Le$ P'v = 39.10 Presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de las pilas, t/m²

$P''v := 39.1$ Presión vertical efectiva real debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de las pilas

$A_p(B) := \frac{\pi \cdot B^2}{4}$ Área transversal del área de la base de la pila, m²

$a1(B) := \frac{Le}{B}$

a1(B) =

0.00
0.00
0.00

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Hoja 2 de 7

$$a2 := 4 \cdot \tan \left[\left(45 + \frac{\phi 2}{2} \right) \cdot \frac{\pi}{180} \right] \quad a2 = 7.52$$

Cálculo del coeficiente de capacidad de carga, ec. 3.15, 3.16 y Tabla 3.3

$$N_{max} := 0.3306e^{0.175 \cdot \phi 2} \quad N_{max} = 126.87$$

$$N_{min} := 0.5916e^{0.1201 \cdot \phi 2} \quad N_{min} = 35.11$$

$$Nq(B) := \text{if} \left[a1(B) > a2, N_{max}, N_{min} + L \cdot \frac{N_{max} - N_{min}}{4 \cdot B \cdot \tan \left[\left(45 + \frac{\phi 2}{2} \right) \cdot \frac{\pi}{180} \right]} \right]$$

Coefficiente de capacidad de carga

Nq(B) =

35.11
35.11
35.11

Coefficiente de capacidad de carga

$$Cp(B) := (P'v \cdot Nq(B) \cdot Fr1 + Pv) \cdot Ap(B)$$

Capacidad de carga por punta, t, ec. 3.14

B =

1.00
1.20
1.40

Cp(B) =

408.07
587.63
799.82

Capacidad de carga por punta, t, ec. 3.14

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Hoja 3 de 7

3.- CAPACIDAD DE CARGA POR FRICCIÓN LATERAL, INCISO 3.6.1.2

$Fr2 := 0.65$

Factor de reducción

$P'_{vm} := \frac{(L \cdot \gamma 1)}{2}$

$P'_{vm} = 19.55$

Presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad media de desplante de las pilas, t/m²

$z_m := \frac{L}{2}$

$z_m = 11.50$

Presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad media de desplante de las pilas, t/m²

$\beta := (1.5 - 0.24\sqrt{z_m})$

$\beta = 0.69$

coeficiente de fricción elemento suelo en el estrato, t/m²

$L_{\text{eff}} := 21$

Longitud efectiva de las pilas, m

$All(B) := \pi \cdot B \cdot (L)$

Área lateral del elemento en el estrato superior, m²

$Cf(B) := All(B) \cdot \beta \cdot Fr2 \cdot P'_{vm}$

Capacidad por fricción lateral, t, ec. 3.12

4.- CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA Y FRICCIÓN LATERAL

$R(B) := C_p(B) + Cf(B)$

Capacidad de carga, t

B =	All(B) =	Ap(B) =	Cf(B) =	Cp(B) =	R(B) =
1.00	65.97	0.79	575.21	408.07	983.29
1.20	79.17	1.13	690.26	587.63	1.28·10 ³
1.40	92.36	1.54	805.30	799.82	1.61·10 ³

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Hoja 4 de 7

5.- ASENTAMIENTOS

Es := 550 módulo de elasticidad del suelo en kg/cm². (Figura 9, valores determinados por e lng ETG a partir de los resultados obtenidos en pruebas de carga realizadas en pilas).

v := 0.25 módulo de Poisson

Propiedades del material que compone la pila

γc := 2.4 peso volumétrico del concreto en t/m³

f'c := 350 resistencia del concreto a la compresión, en kg/cm²

Ec := √f'c 14000 Ec = 2.62 × 10⁵ módulo de elasticidad del concreto, en kg/cm²

fy := 4200 esfuerzo de fluencia del acero, en kg/cm²

2.1.4 Asentamiento elástico de la columna de concreto

$$\rho c(B) := \frac{Cp(B) + 0.66 Cf(B)}{10 \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot \left(\frac{L}{Ec} \right) \cdot 100$$

2.1.5 Asentamiento elástico del suelo bajo la punta de la pila

$$\rho s(B) := \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot (1 - v^2)}{4 Es} \cdot \frac{Cp(B) \cdot B}{10 \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot 100$$

2.1.6 Asentamiento total en la cabeza de la pila

$$\rho t(B) := \rho c(B) + \rho s(B)$$

B =	ρc(B) =	ρs(B) =	ρt(B) =
1.00	0.80	3.48	4.28
1.20	0.74	4.17	4.91
1.40	0.69	4.87	5.56

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Hoja 5 de 7

6. CAPACIDAD DE CARGA ESTRUCTURAL

3.1 Resistencia última. Re

3.1.1 Área de la sección en m²

$$As(B) := \frac{\pi \cdot B^2}{4}$$

3.1.2 Área del acero m²

Se considera 0.01 de As

$$Re(B) := \frac{\left[0.85 \frac{\pi}{4} \cdot [(f'c \cdot 10) + (0.01 \cdot fy \cdot 10)] \cdot (B)^2 \right]}{2}$$

6. PESO DEL ELEMENTO

$$V(B) := Ap(B) \cdot L$$

$$W(B) := V(B) \cdot \gamma_c$$

7. CAPACIDAD DE CARGA A LA TENSION

$$CT(B) := Cf(B) + W(B)$$

B =	All(B) =	Ap(B) =	Cf(B) =	Cp(B) =	R(B) =
1.00	65.97	0.79	575.21	408.07	983.29
1.20	79.17	1.13	690.26	587.63	1.28·10 ³
1.40	92.36	1.54	805.30	799.82	1.61·10 ³

W(B) =	V(B) =	CT(B) =	Re(B) =	ρ _α (B) =	ρ _s (B) =	ρ _t (B) =
39.58	16.49	614.80	1.31·10 ³	0.80	3.48	4.28
57.00	23.75	747.26	1.88·10 ³	0.74	4.17	4.91
77.58	32.33	882.88	2.56·10 ³	0.69	4.87	5.56

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

Hoja 6 de 7

5.- ASENTAMIENTOS CONSIDERANDO LA CARGA DE LA SOLICITACIÓN SIN FACTORIZAR.

$E_s := 678$ módulo de elasticidad del suelo en kg/cm². (Figura 9, valores determinados por e lng ETG a partir de los resultados obtenidos en pruebas de carga realizadas en pilas).

$\nu := 0.25$ módulo de Poisson

Propiedades del material que compone la pila

$\gamma_c := 2.4$ peso volumétrico del concreto en t/m³

$f'_c := 350$ resistencia del concreto a la compresión, en kg/cm²

$E_c := \sqrt{f'_c} \cdot 14000$ $E_c = 2.62 \times 10^5$ módulo de elasticidad del concreto, en kg/cm²

$f_y := 4200$ esfuerzo de fluencia del acero, en kg/cm²

$W(B) := V(B) \cdot \gamma_c$

$C_p(B) := \left[\frac{(P' \cdot v \cdot N_q(B) \cdot Fr_1 + P_v) \cdot A_p(B)}{1.4} \right]$ Capacidad de carga por punta, t, ec. 3.14

$C_f(B) := \left(\frac{A_{ll}(B) \cdot \beta \cdot Fr_2 \cdot P' \cdot v_m}{1.4} \right) - W(B)$ Capacidad por fricción lateral, t, ec. 3.12

2.1.4 Asentamiento elástico de la columna de concreto

$\rho_{\alpha}(B) := \frac{C_p(B) + 0.66 C_f(B)}{10 \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot \left(\frac{L}{E_c} \right) \cdot 100$

2.1.5 Asentamiento elástico del suelo bajo la punta de la pila

$\rho_{s}(B) := \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot (1 - \nu^2)}{4 E_s} \cdot \frac{C_p(B) \cdot B}{10 \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot 100$

TORRE 27, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 100323

2.1.6 Asentamiento total en la cabeza de la pila

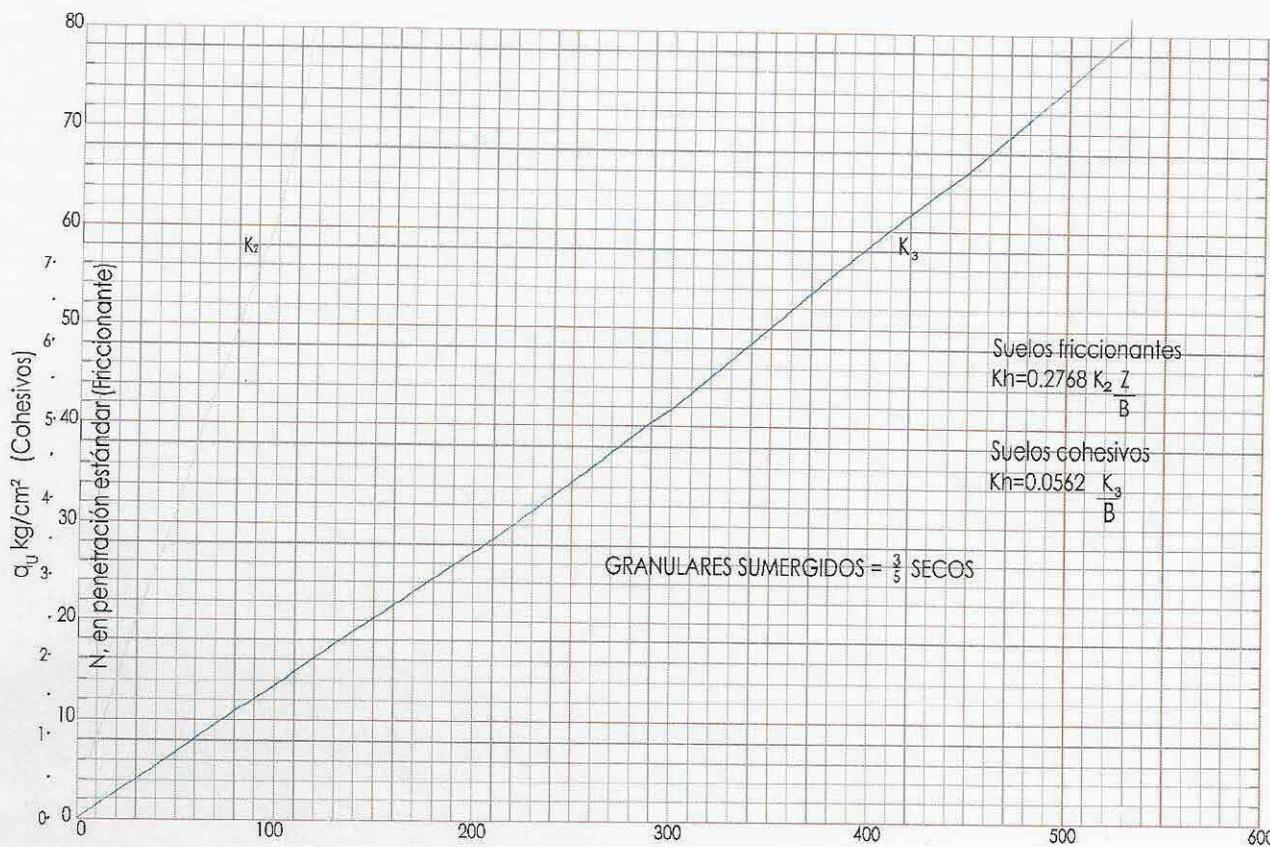
Hoja 7 de 7

$$\rho t(B) := \rho c(B) + \rho s(B)$$

B =	$\rho c(B) =$	$\rho s(B) =$	$\rho t(B) =$
1.00	0.55	2.02	2.56
1.20	0.50	2.42	2.92
1.40	0.47	2.82	3.29

Capacidades de carga de pilas, Marzo 2023. T-27 LÍNEA 3 DE CABLEBÚS

Diametro de pila m	Área lateral, A _l m ²	Área de punta A _p m ²	Capacidad por fricción, C _f t	Capacidad por punta, C _p t	Peso de pila t	Capacidad de carga reducida, R t	Compresión t	Tensión t	Deformación, cm	Esf, kg/cm ²	Kv, ton/cm	K, kg/cm ³
1.0	66.0	0.785	575.2	408.1	39.6	943.7	943.7	600.9	2.6	85.8	263.3	33.5
1.2	79.2	1.131	690.3	587.6	57.0	1220.9	1220.9	727.3	2.9	77.1	298.7	26.4
1.4	92.4	1.539	805.3	799.8	77.6	1527.5	1527.5	855.7	3.3	70.9	331.6	21.5



Gráfica para el cálculo del módulo de reacción horizontal, según Terzaghi
(RICO. DEL CASTILLO. La ingeniería de suelos en las vías terrestres. Volumen 2 Limusa.)

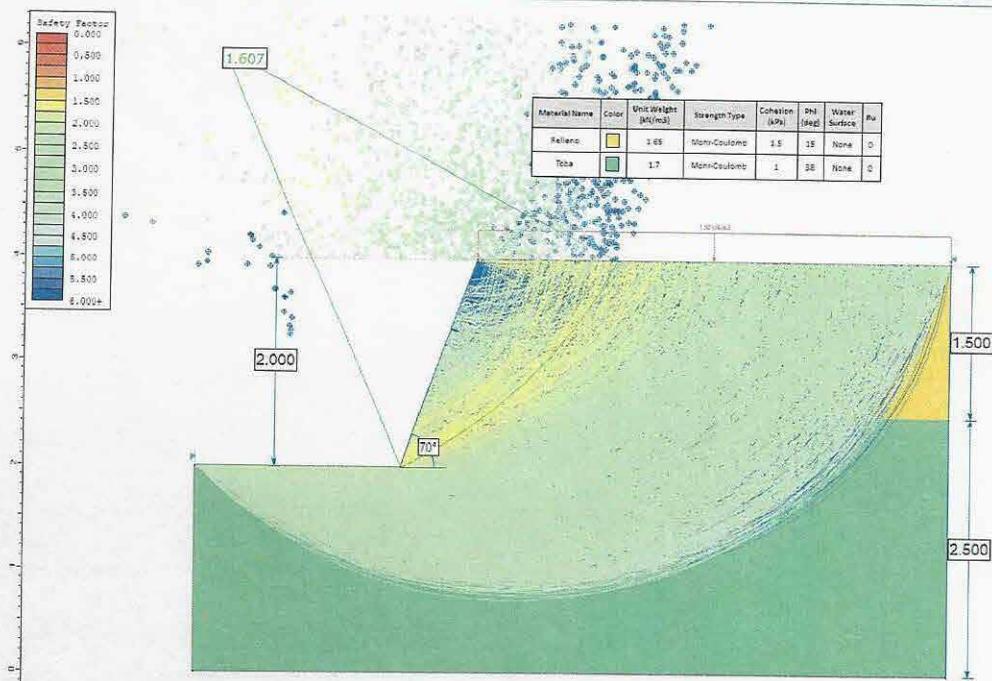


Fig. 7.1 Análisis de estabilidad de corte para dado de cimentación, con 2.0 m de altura, taludes con una inclinación de 70° respecto a la horizontal y una carga repartida de 1.5 t/m².

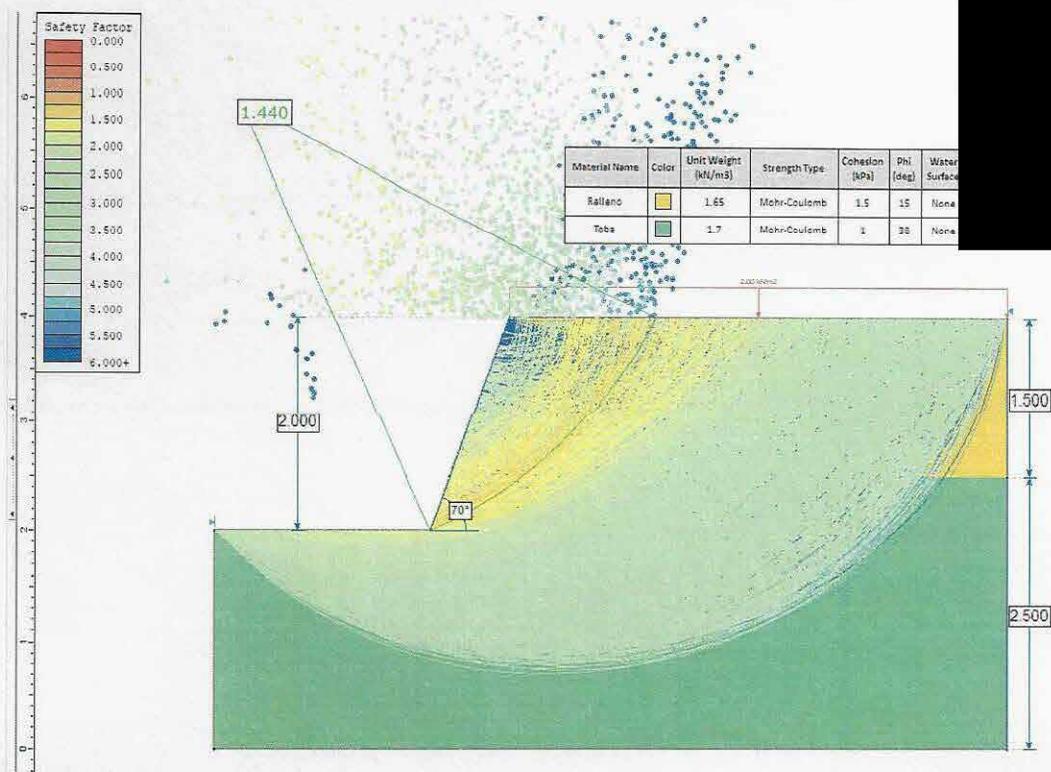


Fig. 7.2 Análisis de estabilidad de corte para dado de cimentación, con 2.0 m de altura, taludes con una inclinación de 70° respecto a la horizontal y una carga repartida de 2.0 t/m², para la viabilidad.

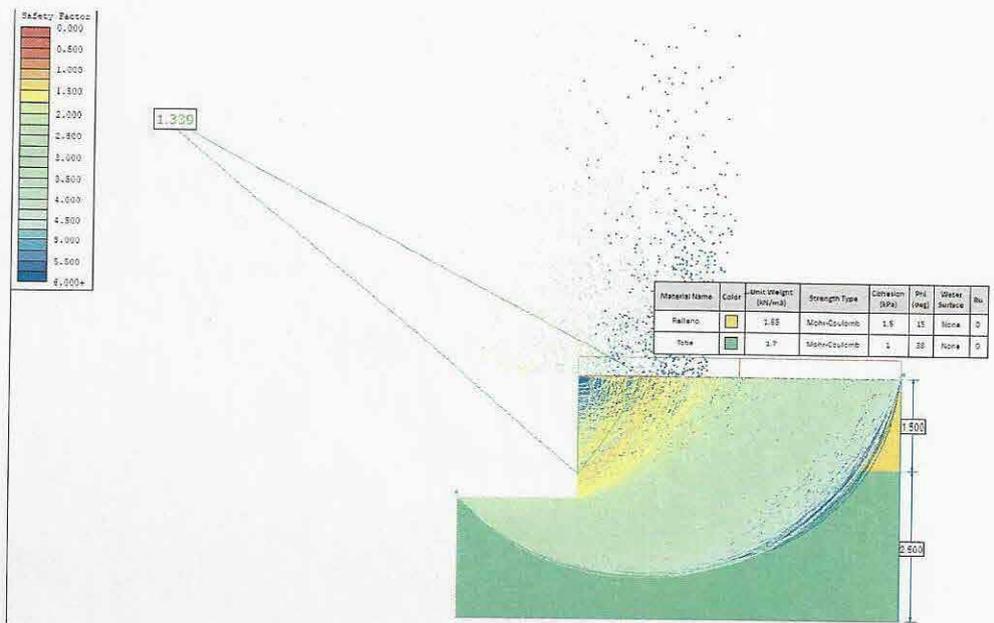


Fig. 7.3 Análisis de estabilidad de corte para dado de cimentación, con 2.0 m de altura, taludes con una inclinación de 90° y una carga repartida de 1.5 t/m².

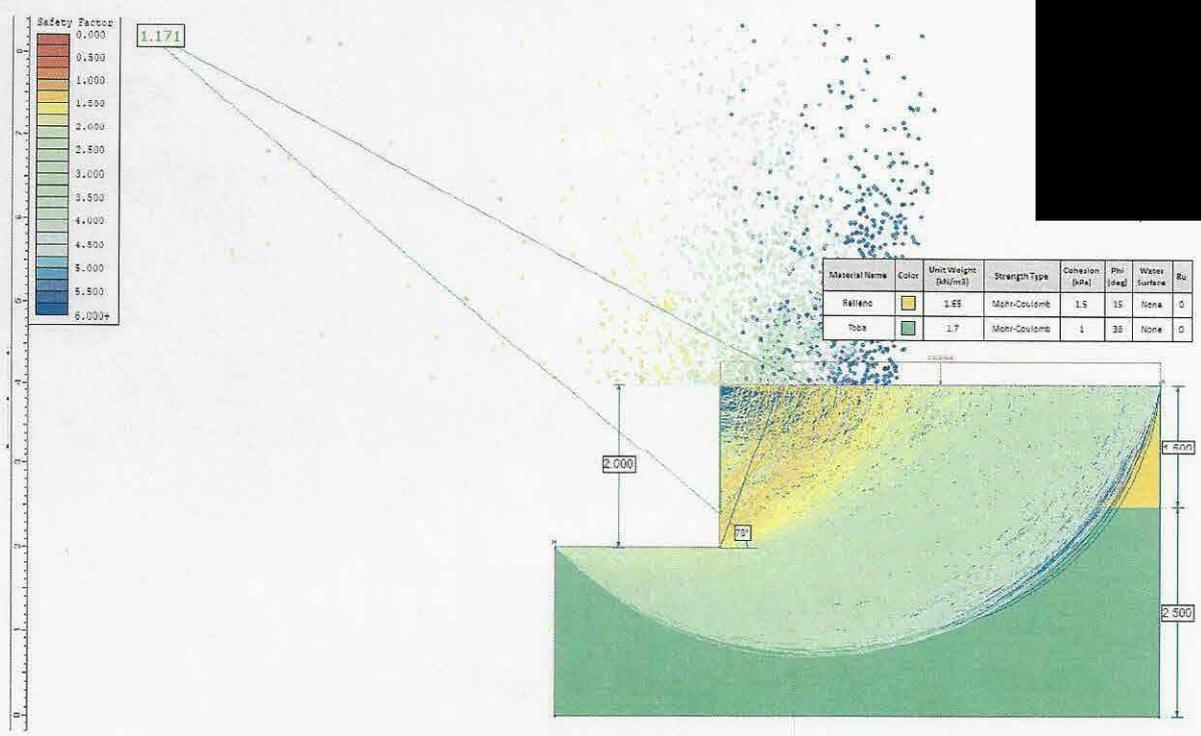


Fig. 7.4 Análisis de estabilidad de corte para dado de cimentación, con 2.0 m de altura, taludes con una inclinación de 90° y una carga repartida de 2.0 t/m², vialidad.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T27-001=R02

Revisión 2 – Abril 2023

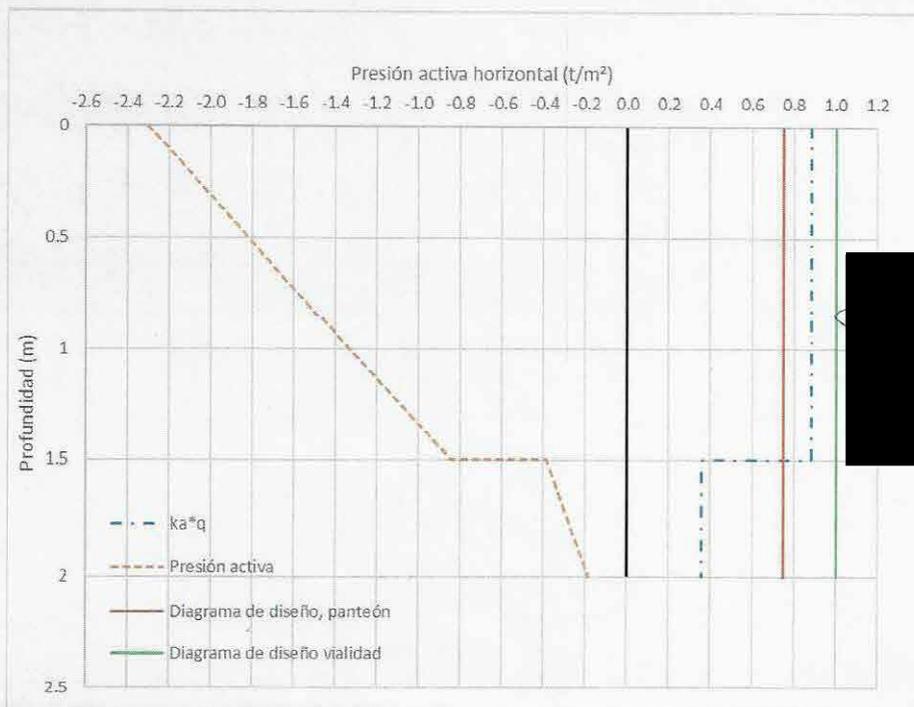
Para el lado de la excavación colindante con el Panteón, realizando el análisis de estabilidad considerando cortes verticales, se tiene un factor de seguridad estático de 1.34. Con la finalidad de evitar cualquier movimiento y afectación al muro del Panteón; por variaciones en su estado y los rellenos por dentro del panteón, para la contención de este frente de excavación, se proponen perfiles IR 8 x 21, con una pata de 2.0 m de longitud, colocados una separación de 1.35 m. Se realizará la perforación de 25 cm de diámetro y 4.0 m de longitud. Enseguida se colocarán los perfiles metálicos y el espacio entre estos y las paredes de la perforación se rellenarán con arena, para evitar el desplazamiento de los perfiles.

Para el caso de la estabilidad de los cortes verticales del lado de la vialidad, se tiene un factor de seguridad estático de 1.17, valor que resulta muy bajo. Por esta razón, el corte hacia la vialidad tendrá que guardar la inclinación de 70°, o bien, colocar igualmente los perfiles IR.

Es importante mencionar que el área de estructuras deberá realizar la revisión de esta propuesta de perfiles, de acuerdo con el diagrama de presiones horizontales activas, que se presenta a continuación, para verificar que los perfiles son estables para su trabajo en cantiléver, de acuerdo con la sección, empotre y separación:

Tabla 7.3. Presiones horizontales activas

Profundidad (m)	c (t/m ²)	φ	ka	2c (t/m ²)	Pa (t/m ²)	q1 (t/m ²) Panteón	q2 (t/m ²) Vialidad	ka*q	ka pond	q1*ka pond (t/m ²)	q2*ka pond (t/m ²)
0.00	1.5	15	0.589	3.0	-2.30	1.5	2.0	0.88	0.501	0.752	1.002
0.75	1.5	15	0.589	3.0	-1.57			0.88		0.752	1.002
1.50	1.5	15	0.589	3.0	-0.84			0.88		0.752	1.002
1.50	1.00	38	0.238	2.0	-0.39			0.36		0.752	1.002
2.00	1.00	38	0.238	2.0	-0.18			0.36		0.752	1.002



Gráfica 7.2. Presiones horizontales activas

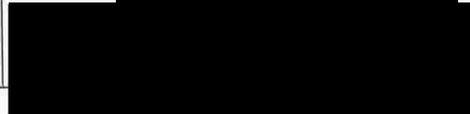
14. ANEXO 6. PLANOS DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T28-001=R00

Revisión 0 – 22/Marzo 2023

PROYECTO INTEGRAL DE LA "CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES- LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3" DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

 	
CONTROL DE DOCUMENTOS	
<input type="checkbox"/> Autorizado para construcción	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Autorizado para implementación	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Solo para información	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Obsoleto	Fecha _____
Copia Controlada para: Autoriza: _____	SUPERVISIÓN _____

Elaboró	Autorizó.
	

Contenido

1. RESUMEN	3
2. ANTECEDENTES.....	6
3. OBJETO	6
4. ALCANCES	6
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y UBICACIÓN DE LA TORRE 28	6
6. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO	8
6.1 INFORMACIÓN GEOTÉCNICA DISPONIBLE	8
6.2 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....	8
6.3 ENSAYES DE LABORATORIO	9
6.4 INTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA	9
6.5 MODELO GEOMECÁNICO	11
7. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN	12
7.1 CARGAS ACTUANTES	12
7.2 SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN	12
7.3 ESTADOS LÍMITE DE FALLA	12
7.4 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	14
8. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	17
8.1 PREPARACIÓN DE ÁREAS.....	17
8.2 PILAS	17
8.3 EXCAVACIÓN	19
8.4 MINAS.....	19
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
10. ANEXO 1. MEMORIA FOTOGRÁFICA	23
11. NEXO 2. PERFILES DE SONDEOS EJECUTADOS	25
12. ANEXO 3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO	28
13. ANEXO 4. CARGAS ACTUANTES EN TORRE TIPO, EXCÉNTRICA	67
14. ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO	69

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 - Trazo de la línea 3 del Cablebús	
--	--

Índice de Tablas

Tabla 1. Estaciones del Sistema de Transporte Público Cablebús Línea 3	7
Tabla 2- Profundidad y ubicación de los sondeos SPT-5 y S-5A	9
Tabla 3. Modelo geomecánico de diseño	11
Tabla 4. Valores de N_{max} y N_{min}	13
Tabla 5. Capacidades de carga reducida para pilas de cimentación	14
Tabla 6. Asentamientos y constantes de resorte vertical para pilas.....	15
Tabla 7. Valores aproximados del módulo de compresibilidad horizontal n_h para suelos sin co	16
Tabla 8. Módulos de reacción horizontal estático y dinámico para diferentes profundidades	16

Índice de Figuras

Figura 1. Croquis de localización y ubicación de sondeos	
Figura 2. Zonificación geotécnica de la Ciudad de México	
Figura 3. Corte estratigráfico y solución de cimentación	
Figura 4. Procedimiento de excavación	

1. RESUMEN

Antecedentes. Con el propósito de cumplir con los términos de referencia del proyecto “CONSTRUCCIÓN CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES - LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3” DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO. **EL CONSORCIO** solicitó a la empresa **PGS PERFORACIÓN Y SUMINISTRO SA DE CV** realizar el presente estudio de mecánica de suelos para la **Torre 28**. Este estudio se realizó por medio de la perforación y el muestreo de un sondeo mecánico directo denominado SPT-4, de 35.15 m de profundidad, se incluyen, los ensayos de laboratorio y su interpretación estratigráfica, para determinar las propiedades índice y mecánicas que se emplearán para la realización del diseño geotécnico de la cimentación. El diseño original es de la empresa PGS y a solicitud de la Ingeniera Fabiola Rodríguez Solís, Coordinadora de proyecto de la empresa PROYECO, los Ingenieros Cuevas hacen un compendio, que es el resultado del presente informe.

Información geotécnica disponible. El sitio se localiza en la denominada “Zona de Lomas”, definida por la sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces. Esta zona está constituida por abanicos volcánicos, caracterizándose por la acumulación de material piroclástico en la parte superficial, así mismo, se pueden encontrar materiales compactos a muy compactos, formados por depósitos de tobas amarillentas formadas por vidrio pumítico fino a grueso. **En esta zona también es frecuente la presencia de minas antiguas que ha dejado la explotación subterránea o superficial de materiales de construcción en el pasado, las cuales pueden ocasionar problemas geotécnicos a las cimentaciones que en esa zona se construyan.**

Coefficiente sísmico. De acuerdo con el software SASID, el coeficiente sísmico elástico sin reducir es de 0.326 para una estructura tipo A1. Queda a juicio del Ingeniero estructurista los factores de hiperestaticidad, importancia, irregularidad y de sobre-resistencia para la obtención del espectro de diseño.

Descripción estratigráfica. Con el sondeo SPT-4 de 0.0 m hasta 35.14 m se detectaron las siguientes unidades estratigráficas:

De 0.00 a 1.80 m. Relleno formado por arena limosa, de compacidad media, con gravas aisladas de 3/4" de diámetro medio, de colores gris y café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 16.6% a 22.5%. El número de golpes medido en la prueba de penetración estándar varía de 22 a más de 50.

De 1.80 a 9.20 m. Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura intercalado con lentejas de arena limosa compacta y con gravas aisladas, de color café en tonos claro, oscuro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 28.5% a 40.6%. El porcentaje de finos varía de 39.5% a 40.1%, arena de 57.9% a 60.5% y grava de 0.0%. El Límite Líquido varía de 32.87% a 41.66% y el Límite Plástico de 27.38% a 31.91%. La densidad relativa de sólidos varía de 2.379 a 2.436. El número de golpes medido en la prueba de penetración estándar es mayor de 50.

De 9.20 a 11.60 m. Arena de origen piroclástico, fina a gruesa limosa, de compacidad media, con gravas aisladas hasta 1" de diámetro medio, de color café en tonos claro, oscuro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 14.2% a 29.6%. El porcentaje de finos es de 24.5%, arena de 45.0% y grava de 30.5%. El Límite Líquido es de 29.99%, y el Límite Plástico de 26.90%. La densidad relativa de sólidos es de 2.433. El número de golpes medido varía de 17 a 41.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T28-001=R00

Revisión 0 – 22/Marzo 2023

De 11.60 a 15.20 m. Arena de origen piroclástico, gruesa a fina limosa compacta, con grava de hasta 1/2" de diámetro medio, de colores gris y café. El contenido natural de agua varía de 12.3% a 15.6%. El porcentaje de finos varía de 6.1% a 13.1%, arena de 73.6% a 77.4% y grava de 9.5% a 20.4%. El número de golpes varía de 47 a más de 50.

De 15.20 a 16.80 m. Limo arenoso piroclástico, de consistencia muy firme a dura arenoso, con gravillas aisladas, de color café claro. El contenido natural de agua varía de 32.4% a 47.3%. El número de golpes medido varía de 19 a 49.

De 16.80 a 18.70 m. Arena pumítica limosa, de compacidad media, con gravas aisladas, de color gris claro. El contenido natural de agua varía de 57.5% a 81.0%. El porcentaje de finos es de 18.5%, arena de 78.9% y grava de 2.6. El número de golpes medido varía de 30 a 37.

De 18.70 a 20.00 m. Limo arenoso de consistencia dura, con gravillas aisladas, de color café en tonos claro, obscuro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 24.7% a 27.4%. El número de golpes medido varía de 30 a más de 50.

De 20.00 a 21.20 m. Arena limosa, pumítica al final del estrato, de compacidad media, con gravas aisladas, de color café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 24.0% a 30.7%. El porcentaje de finos es de 29.2%, arena de 69.8% y grava de 1.0%. El Límite Líquido es de 23.33%, y el Límite Plástico de 19.13%. El número de golpes medido varía de 39 a 44.

De 21.20 a 23.60 m. Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura, intercalado con un lente de arena limosa compacta, de color café. El contenido natural de agua varía de 28.2% a 39.9%. El porcentaje de finos es de 48.2%, arena de 51.9% y grava de 0.0%. El Límite Líquido es de 39.15%, y el Límite Plástico de 28.83%. El número de golpes medido varía de 34 a más de 50.

De 23.60 a 28.40 m. Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia muy firme a dura, con gravas aisladas, de color café en tonos claro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 36.2% a 31.0%. El porcentaje de finos es de 58.8%, arena de 41.2% y grava de 0.0%. El Límite Líquido es de 39.15% y el Límite Plástico de 28.83%. El número de golpes medido varía de 30 a 45.

De 28.40 a 29.60 m. Arena piroclástica limosa y compacta, con gravas aisladas, de color café en tonos claro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 24.7% a 26.5%. El porcentaje de finos es de 36.9% y grava de 0.0%. El Límite Líquido es de 38.63%, y el Límite Plástico de 30.74%. El número de golpes medido varía de 40 a 49.

De 29.60 a 30.80 m. Limo piroclástico, con arena gruesa a fina, de consistencia dura, con gravas 3/8", de color café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 19.9% a 22.6%. El número de golpes medido varía de 39 a 48.

De 30.80 a 35.15 m. Arena piroclástica muy compacta, de gruesa a fina, limosa, con gravas aisladas 3/4" de diámetro medio, de colores café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 15.9% a

porcentaje de finos varía de 16.8% a 18.8%, arena de 58.6% a 60.8%, y grava de 22.3% a 22.6%. El número de golpes medido es mayor de 50.

Condiciones piezométricas. La profundidad máxima explorada fue de 35.15 m y a esa profundidad no se detectó el nivel freático.

Solución de cimentación. La importancia de la estructura, que es considerada TIPO A1, la existencia de cavernas, en ocasiones puntuales, o cercanas a la torre, obliga a una solución de cimentación profunda a base de pilas de sección circular de 1.0 m de diámetro que trabajen por fricción y por punta. Aunque la capacidad de carga puede dar mas alta de lo requerido con este diámetro, es obligado y recomendable estas dimensiones para que una vez que se haya terminado los trabajos de perforación, se realice una inspección visual en toda su longitud y en el piso del nivel del desplante. En caso de que se detecten cavernas, la profundidad de las pilas aquí recomendadas deberán ser ajustadas en los valores de la capacidad de carga. La profundidad de desplante para la **torre 28** es de 21.20 m, con una longitud efectiva de 19.2 m, considerando un dado de 2.0 m. La máxima carga a nivel de cimentación es de 312 ton , la máxima tensión es de -241 ton, cargas factorizadas.

Capacidad de carga. La capacidad de carga reducida de la cimentación se presenta en el cuerpo de este informe. La capacidad de carga de una pila a compresión es de 534.7 ton y la capacidad máxima a tensión es de 467.4 ton. Aunque los valores pueden ser altos se limitan las deformaciones a lo mínimo permitido por la Reglamentación vigente.

Procedimiento constructivo. El procedimiento constructivo para erigir la cimentación se presenta en el cuerpo de este informe.

Fe de hechos. Antes de iniciar los trabajos es necesario que se realice un levantamiento del estado físico de las estructuras cercanas al sitio en estudio, que sea certificado por un notario; permitiendo así, deslindar responsabilidades por daños asociados a la construcción de la estructura en cuestión.

Los resultados aquí presentados son aplicables exclusivamente al predio en estudio, en el que se consideraron las condiciones estratigráficas del sitio y las características particulares del proyecto. Los cambios que se generen en el proyecto podrán modificar las recomendaciones presentadas en este informe.

2. ANTECEDENTES

Con el propósito de cumplir con los términos de referencia del proyecto “CONSTRUCCIÓN CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES - LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3” DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO. **EL CONSORCIO** solicitó a la empresa **PGS PERFORACIÓN Y SUMINISTRO SA DE CV** realizar el presente estudio de mecánica de suelos para la **Torre 28**. Este estudio se realizó por medio de la perforación y el muestreo de un sondeo mecánico directo denominado SPT-4, de 35.15 m de profundidad, se incluyen, los ensayos de laboratorio y su interpretación estratigráfica, para determinar las propiedades índice y mecánicas que se emplearán para la realización del diseño geotécnico de la cimentación. El diseño original es de la empresa PGS y a solicitud de la Ingeniera Fabiola Rodríguez Solís, Coordinadora de proyecto de la empresa PROYECO, los Ingenieros Cuevas hacen un compendio, que es el resultado del presente informe.

3. OBJETO

Los objetivos principales de este estudio geotécnico son los siguientes:

- Identificar las condiciones geotécnicas del subsuelo del sitio en estudio, y la caracterización de las propiedades índice y mecánicas, para definir el modelo geológico-geotécnico de diseño.
- Definir el tipo de cimentación más adecuado para la estructura en proyecto, apoyada a diversos niveles de desplante para buscar la opción que satisfaga los requerimientos de las normas y criterios técnicos aplicables, particularmente en lo referente a la revisión de los estados límite de falla y de servicio, considerando las cargas de proyecto, afectadas por sus correspondientes factores de carga, y buscando que su comportamiento sea compatible con las estructuras colindantes.
- Emitir recomendaciones generales que geotécnicamente son convenientes observar durante la construcción de la cimentación, para garantizar su correcto desempeño para lograr una adecuada capacidad de carga y que la magnitud de los asentamientos totales y diferenciales satisfagan los máximos especificados por la normatividad vigente.

4. ALCANCES

En el presente informe se presenta la solución de cimentación y descripción del procedimiento constructivo de la misma, solución basada en: experiencia que se tiene de la zona, los resultados de la exploración geotécnica, las pruebas de laboratorio y en las correlaciones con el sondeo de penetración estándar, todo esto en conjunto permitieron definir un modelo geotécnico de análisis y llegar a una solución de cimentación, que cumpla con los estados límite de falla y de servicio, establecidos con la Reglamentación vigente.

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y UBICACIÓN DE LA TORRE 28

La línea 3 de Cablebús está compuesta por 6 estaciones, cada una con su propia edificación. La proyectada de la línea es de 5.42 km y brindará una capacidad de transporte máxima/final de pasajeros/hora en cada sentido.

El proyecto será realizado en la demarcación territorial de Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo, ubicada en la zona centro – poniente de la Ciudad de México limitado al sur con las alcaldías de la Magdalena Coahuila.

Tlalpan, al oriente con las alcaldías Benito Juárez y Cuauhtémoc, al norte con la alcaldía Azcapotzalco y al este con los municipios mexiquenses de Tecamachalco y Naucalpan de Juárez.

La denominación y ubicación inicial de cada una de las 6 estaciones se describe en la siguiente tabla:

Número de estación	Estación	Tipo de estación	Latitud	Longitud	Distancia hacia su próxima estación (km)
E – 1	Vasco de Quiroga	Retorno	19°23'7.67"N	99°13'39.59"O	0.59
E – 2	Cineteca Nacional / Bodega Nacional de las Artes	De Paso	19°23'24.16"N	99°13'50.24"O	1.15
E – 3	Parque Cri – Cri	Doble Motriz	19°23'48.33"N	99°13'20.14"O	0.90
E – 4	Lienzo Charro / CECYT 4 "Lázaro Cárdenas"	De Paso	19°23'56.37"N	99°12'50.77"O	1.65
E – 5	Panteón Civil de Dolores	De Paso	19°24'26.00"N	99°12'3.90"O	1.13
E - 6	Metro Constituyentes – Los Pinos	De Retorno	19°24'46.93"N	99°11'29.40"O	1.13

Tabla 1. Estaciones del Sistema de Transporte Público Cablebús Línea 3

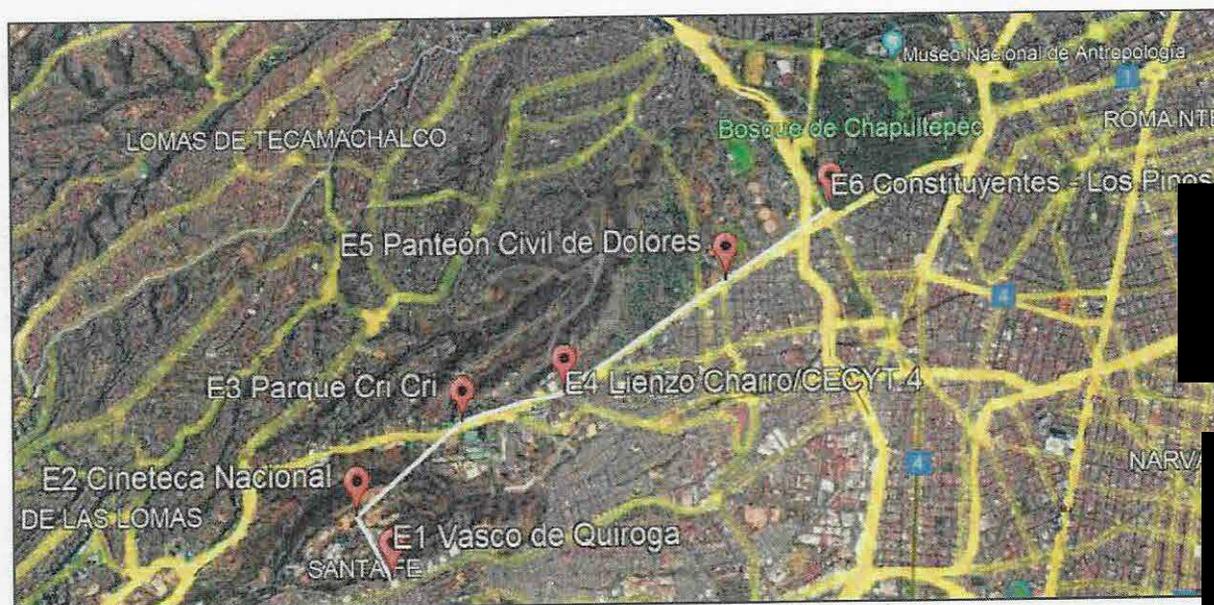


Ilustración 1 - Trazo de la línea 3 del Cablebús

El sitio en estudio se encuentra sobre la Av. Constituyentes S/N, en donde se proyecta la ejecución cimentación para apoyar la Torre 28 del proyecto: CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANS SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES – LOS PINOS), CABLEBÚS L como se muestra en la figura No. 1. Esta torre se encuentra ubicada en las coordenadas X=478,662.4611, Y=2,145,750.5316.

6. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO

6.1 INFORMACIÓN GEOTÉCNICA DISPONIBLE

Zonificación geotécnica. El sitio se localiza en la denominada “Zona de Lomas” (Ref. 1 y 2, Fig. 2), definida por la sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces. Esta zona está constituida por abanicos volcánicos, caracterizándose por la acumulación de material piroclástico en la parte superficial, así mismo, se pueden encontrar materiales compactos a muy compactos, formados por depósitos de tobas amarillentas formadas por vidrio pumítico fino a grueso. **En esta zona también es frecuente la presencia de minas antiguas que ha dejado la explotación subterránea o superficial de materiales de construcción en el pasado, las cuales pueden ocasionar problemas geotécnicos a las cimentaciones que en esa zona se construyan.**

6.2 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

A continuación, se describen los trabajos de campo efectuados y los resultados obtenidos, los cuales se tomaron como referencia para interpretar con más elementos de juicio, las condiciones geotécnicas prevalentes en el área de estudio, mismas que se describen más adelante. En el Anexo No. 1 se muestra el reporte fotográfico de los trabajos de campo. Los trabajos de exploración y el muestreo de la zona en estudio se llevaron a cabo por medio de un sondeo continuo directo denominado SPT-4 de 35.15 m de profundidad. La localización física del sondeo mecánico en el sitio en estudio se determinó en conjunto con el cliente de acuerdo con el proyecto correspondiente.

A las muestras de suelo, obtenidas en los trabajos de campo, se les efectuaron las pruebas necesarias para determinar las propiedades índice y mecánicas para definir los espesores de los estratos existentes a la profundidad de exploración.

Toda la información geotécnica obtenida se tomó como base para determinar la capacidad de carga y los asentamientos correspondientes, y definir las recomendaciones necesarias para realizar posteriormente el proyecto ejecutivo.

El SPT consiste en hincar en el subsuelo un muestreador denominado penetrómetro estándar que tiene la forma de un tubo partido de media caña, de pared gruesa de 3 cm de diámetro y 60 cm de longitud, ut para el hincado un martinete de 63.56 kg (140 libras) de masa, el cual se deja caer libremente de un constante de 76.2 cm (30”). Se cuenta el número de golpes (N) necesarios para avanzar los 30 cm del tubo muestreador, esto es debido a que no se consideran los primeros y los últimos 15 cm del tubo las alteraciones que llega a tener la muestra, cumpliendo con lo establecido en la norma ASTM D158

Después de haber introducido el tubo partido se extrae con ayuda de un malacate accionado por la perforadora, se desacopla el tubo quedando dividido en dos partes, la muestra obtenida se deposita en bolsas de polietileno, para que mantengan su humedad natural, identificándose debidamente cada muestra con todos los datos necesarios como son: el número de sondeo, el número de muestra, la profundidad, la clasificación preliminar en campo, etc.

En la Tabla No. 2 se resumen los datos tomados al sondeo en cuanto a profundidad y su ubicación en coordenadas U.T.M. En el Anexo No. 1 se incluye un reporte fotográfico de los trabajos de campo. En la Figura 4 se puede observar su ubicación.

Sondeo No.	Prof. Sondeo m	N* m	E* m
SPT-5	35.00	2'145,648	478,508
S-5A	30.65	2'145,647.25	478,507.18

Tabla 2- Profundidad y ubicación de los sondeos SPT-5 y S-5A

6.3 ENSAYES DE LABORATORIO

De acuerdo con el sondeo mecánico directo realizado en el sitio, se llevaron a cabo los siguientes ensayos de laboratorio a los suelos alterados representativos obtenidos, entre los que se encuentran los siguientes:

- Clasificación visual y al tacto, en húmedo y en seco, de acuerdo con el Sistema Unificado de
- Clasificación de Suelos, SUCS.
- Contenido natural de agua, $\omega\%$.
- Granulometría por mallas.
- Límites de plasticidad; líquido y plástico, LL% y LP%.
- Densidad relativa de sólidos, Ss.
- Peso volumétrico natural, γ_m .

Las propiedades mecánicas y de deformabilidad se determinaron por medio de correlaciones comúnmente empleada en la práctica de la mecánica de suelos.

6.4 INTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA

Con base en los datos y resultados obtenidos durante los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio que se incluyen en el Anexo 2 y 3, se describen a continuación las características de los suelos encontrados en el sondeo mecánico directo SPT-4.

De 0.00 a 1.80 m. Relleno formado por arena limosa, de compacidad media, con gravas aisladas de 3/4" de diámetro medio, de colores gris y café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 16.6% a 27.6%. El número de golpes medido en la prueba de penetración estándar varía de 22 a más de 50.

De 1.80 a 9.20 m. Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura intercalado con lentes de arena limosa compacta y con gravas aisladas, de color café en tonos claro, oscuro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 28.5% a 40.6%. El porcentaje de finos varía de 39.5% a 40.1%, arena de 57.9% a 60.5% y grava de 0.0%. El Límite Líquido varía de 32.87% a 41.66% y el Límite Plástico de 27.38% a 31.91%. La densidad relativa de sólidos varía de 2.379 a 2.436. El número de golpes medido en la prueba de penetración estándar es mayor de 50.

De **9.20 a 11.60 m.** Arena de origen piroclástico, fina a gruesa limosa, de compacidad media, con grava de hasta 1" de diámetro medio, de color café en tonos claro, oscuro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 14.2% a 29.6%. El porcentaje de finos es de 24.5%, arena de 45.0% y grava de 30.5%. El Límite Líquido es de 29.99%, y el Límite Plástico de 26.90%. La densidad relativa de sólidos es de 2.433. El número de golpes medido varía de 17 a 41.

De **11.60 a 15.20 m.** Arena de origen piroclástico, gruesa a fina limosa compacta, con grava de hasta 1/2" de diámetro medio, de colores gris y café. El contenido natural de agua varía de 12.3% a 15.6%. El porcentaje de finos varía de 6.1% a 13.1%, arena de 73.6% a 77.4% y grava de 9.5% a 20.4%. El número de golpes varía de 47 a más de 50.

De **15.20 a 16.80 m.** Limo arenoso piroclástico, de consistencia muy firme a dura arenoso, con gravillas aisladas, de color café claro. El contenido natural de agua varía de 32.4% a 47.3%. El número de golpes medido varía de 19 a 49.

De **16.80 a 18.70 m.** Arena pumítica limosa, de compacidad media, con gravas aisladas, de color gris claro. El contenido natural de agua varía de 57.5% a 81.0%. El porcentaje de finos es de 18.5%, arena de 78.9% y grava de 2.6%. El número de golpes medido varía de 30 a 37.

De **18.70 a 20.00 m.** Limo arenoso de consistencia dura, con gravillas aisladas, de color café en tonos claro, oscuro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 24.7% a 27.4%. El número de golpes medido varía de 30 a más de 50.

De **20.00 a 21.20 m.** Arena limosa, pumítica al final del estrato, de compacidad media, con gravas aisladas, de color café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 24.0% a 30.7%. El porcentaje de finos es de 29.2%, arena de 69.8% y grava de 1.0%. El Límite Líquido es de 23.33%, y el Límite Plástico de 19.13%. El número de golpes medido varía de 39 a 44.

De **21.20 a 23.60 m.** Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura, intercalado con un lente de arena limosa compacta, de color café. El contenido natural de agua varía de 28.2% a 39.9%. El porcentaje de finos es de 48.2%, arena de 51.9% y grava de 0.0%. El Límite Líquido es de 39.15%, y el Límite Plástico de 28.83%. El número de golpes medido varía de 34 a más de 50.

De **23.60 a 28.40 m.** Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia muy firme a dura, con gravas aisladas, de color café en tonos claro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 36.2% a 39.9%. El porcentaje de finos es de 58.8%, arena de 41.2% y grava de 0.0%. El Límite Líquido es de 39.15%, y el Límite Plástico de 28.83%. El número de golpes medido varía de 30 a 45.

De **28.40 a 29.60 m.** Arena piroclástica limosa y compacta, con gravas aisladas, de color café en tonos oscuro y grisáceo. El contenido natural de agua varía de 24.7% a 26.5%. El porcentaje de finos es de 36.9%, arena de 63.2% y grava de 0.0%. El Límite Líquido es de 38.63%, y el Límite Plástico de 30.74%. El número de golpes medido varía de 40 a 49.

De 29.60 a 30.80 m. Limo piroclástico, con arena gruesa a fina, de consistencia dura, con gravas de hasta 3/8", de color café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 19.9% a 22.6%. El número de golpes medido varía de 39 a 48.

De 30.80 a 35.15 m. Arena piroclástica muy compacta, de gruesa a fina, limosa, con gravas aisladas de hasta 3/4" de diámetro medio, de colores café grisáceo. El contenido natural de agua varía de 15.9% a 17.2%. El porcentaje de finos varía de 16.8% a 18.8%, arena de 58.6% a 60.8%, y grava de 22.3% a 22.6%. El número de golpes medido es mayor de 50.

En el anexo 2 se muestra el perfil y el corte estratigráfico del sondeo SPT-4, que sirvió de base para determinar las propiedades índice y mecánicas del Modelo Geológico-Geotécnico para llevar a cabo el diseño de la cimentación de la torre.

Coefficiente sísmico. Tomando en cuenta la posición de la Torre y el software SASID (Ref. 3), el coeficiente sísmico elástico es de 0.326, con una aceleración espectral, $a_0 = 0.119$. Queda a juicio del Ingeniero estructurista los factores de hiperestaticidad, importancia, irregularidad y de sobre-resistencia para la obtención del espectro de diseño.

6.5 MODELO GEOMECÁNICO

Las propiedades índice y mecánicas consideradas para la revisión geotécnica de la cimentación de las estructuras en proyecto, se tomaron del sondeo mecánico directo SPT-5. Los valores generados con los ensayos efectuados a las muestras provenientes del sondeo selectivo A-5A han servido como valores de referencia. Las propiedades de diseño se incluyen en la Tabla 3.

Tabla 3. Modelo geomecánico de diseño

Estrato No.	Profundidad, m		Cohesión, c, t/m^2	Ángulo de fricción, ϕ , grados	Peso volumétrico, γ_m , t/m^3	Módulo de Elasticidad, E, kg/cm^2	Relación de Poisson, ν	Suelo
	De	a						
1	0.00	1.80	0.4	33.3	1.314	400	0.30	Relleno de arena limosa, de compacidad media, con gravas
2	1.80	9.20	31.4	10.0	1.497	400	0.40	Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura
3	9.20	11.60	2.0	32.9	1.715	400	0.30	Arena de origen piroclástico, fina a gruesa limosa, media
4	11.60	15.20	2.0	36.0	1.733	850	0.30	Arena de origen piroclástico, gruesa a fina limosa con gravas
5	15.20	16.70	12.8	10.0	1.843	400	0.40	Limo arenoso piroclástico, muy firme a duro, arenoso
6	16.70	18.70	2.0	32.5	2.142	400	0.30	Arena pumítica limosa, compacidad media, con gravas
7	18.70	20.00	12.8	10.0	1.672	400	0.40	Limo arenoso de consistencia dura, con gravillas aisladas
8	20.00	21.20	2.0	35.3	1.662	400	0.30	Arena limosa, pumítica al final del estrato, media
9	21.20	23.60	15.0	10.0	1.687	400	0.40	Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura
10	23.60	28.40	10.7	10.0	1.680	400	0.40	Limo arenoso piroclástico, consistencia muy firme a dura
11	28.40	29.60	2.0	34.6	1.684	850	0.30	Arena piroclástica limosa y compacta, con gravas aisladas
12	29.60	30.80	12.4	10.0	1.596	400	0.40	Limo piroclástico, con arena gruesa a fina, de consistencia dura
13	30.80	35.15	12.3	35.0	1.574	850	0.30	Arena pumítica, limosa, compacta a muy compacta, con gravas

Cabe mencionar que, las propiedades de resistencia de los materiales que conforman la estructura subsuelo, se determinaron mediante correlaciones con el número de golpes N (Ref. 4), de la prueba de penetración estándar. Las tablas de correlaciones se presentan en la memoria de cálculo.

7. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN

Datos del proyecto. El sitio en estudio se encuentra sobre la Av. Constituyentes S/N, en donde se proyecta la ejecución de la cimentación para apoyar la Torre 28 del proyecto: CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES – LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3, como se muestra en la figura No. 1. Esta torre se encuentra ubicada en las coordenadas UTM, con el Datum 14Q 478,662 E y 2' 145,750 N. Por la necesidad del proyecto y para evitar alteraciones en las colindancia, la torre tendrá una excentricidad importante y por tal motivo es considerada una torre excéntrica.

7.1 CARGAS ACTUANTES

Las cargas actuantes para estas torres en particular aún no se tienen determinadas; sin embargo, por parte del área de estructuras se emitió una memoria de cargas, correspondiente a una torre tipo excéntrica. Y se presentan en el Anexo 4. **Resulta muy importante mencionar que, una vez que se tenga el análisis estructural propio de esta torre, se deberá hacer la comparación correspondiente con las capacidades de carga aquí presentadas.**

Hasta el momento de realizar los presentes análisis, no se ha proporcionado las cargas a nivel de cimentación, para la revisión del comportamiento en conjunto. Tanto para la capacidad de carga como para las deformaciones.

7.2 SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN

Tomando en cuenta la importancia de la estructura, que es considerada TIPO A1, la presencia de minas, en ocasiones rellenas y en ocasiones huecas, la solución de cimentación consiste en pilas de sección circular, que trabajen por fricción y por punta.

Aunque la capacidad de carga puede ser mayor a las cargas actuantes, es obligado y recomendable que el diámetro mínimo sea de 1.0 m, con la intención de que una vez que se haya terminado los trabajos de perforación, se realice una inspección visual en toda su longitud y en el piso del nivel del desplante, de que se detecten minas u oquedades que no pudieron ser identificadas durante la ejecución geotécnica, la profundidad de las pilas aquí recomendada deberá ser ajustada, así como los valores de capacidad de carga.

La solución de cimentación será con pilas desplantadas a 21.20 m de profundidad; tomando como referencia el nivel de brocal; es decir, desde el nivel de piso existente. Hasta el momento considerado un dado de 4.5 x 5.0 m de sección y 2.0 m de peralte, por lo que las pilas tendrán una capacidad efectiva de 19.2m.

7.3 ESTADOS LÍMITE DE FALLA

Capacidad de carga reducida. La capacidad de carga de las pilas fue determinada mediante la experiencia siguiente (Ref. 1):

$$R = C_p + C_f - W_p \quad (1)$$

Donde:

- R capacidad de carga reducida, t
- C_p capacidad de carga reducida por punta, t
- C_f capacidad de carga reducida por fricción, t
- W_p peso del elemento, t

Con:

$$C_p = (p'_v N_q^* F_R + P_v) A_p \quad (2)$$

Donde:

- p'_v esfuerzos efectivos al nivel de desplante, igual a 35.5 t/m²
- N_q^* factor de capacidad de carga
- F_R factor de resistencia, igual a 0.35
- P_v esfuerzos totales al nivel de desplante, igual a 35.5 t/m²

Con:

$$N_q^* = N_{\min} + L_e \frac{N_{\max} - N_{\min}}{4B \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)} \quad (3)$$

Cuando

$$\frac{L_e}{B} \leq 4 \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (4)$$

O bien

$$N_q^* = N_{\max} \quad (5)$$

Cuando

$$\frac{L_e}{B} > 4 \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (6)$$

Donde:

- L_e longitud de empotre en el estrato resistente, igual a 0 m
- B diámetro de la pila, m.
- ϕ ángulo de fricción interna del material de desplante, igual a 34°

Los valores de N_{\max} y N_{\min} , se presentan en la Tabla 4, función del valor del ángulo de fricción interna del material de desplante:

Tabla 4. Valores de N_{\max} y N_{\min}

ϕ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N_{\max}	12.5	26	55	132	350	1000
N_{\min}	7	11.5	20	39	78	130

Por su parte, la capacidad de carga por fricción se determinó mediante las siguientes expresiones (F)

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m \beta_i \bar{p}_{vi} L_i \quad \text{suelos friccionantes}$$

Donde:

- P_p perímetro de la pila, m
- F_R factor de resistencia, igual a 0.65
- L_i longitud de la pila en el estrato de interés, m

- α_i coeficiente de adherencia suelo-pila
- β_i coeficiente de fricción
- c_{ui} cohesión media de cada estrato, t/m²
- \bar{p}_{vi} esfuerzos efectivos a la profundidad media del estrato de interés, t/m²

Con

$$\beta_i = 1.5 - 0.24\sqrt{Z} \text{ para } 0.25 < \beta_i < 1.2 \text{ para suelos friccionantes} \quad (8)$$

Capacidad a la tensión. Los efectos de tensión en la torre; que se presenten a nivel de cimentación, tendrán que ser tomados por las pilas; su capacidad a la tensión estará en función de la fricción más una porción el peso propio del elemento:

$$C_{te} = C_f + 0.65 W_p \quad (9)$$

Donde:

- Cte capacidad reducida a la tensión, t.
- las demás literales ya fueron definidas.

Sustituyendo los valores correspondientes, se presentan las siguientes capacidades de carga reducida para pilas de distintos diámetros:

Tabla 5. Capacidades de carga reducida para pilas de cimentación

RESISTENCIA POR FRICCIÓN EN EL FUSTE		
1.00	443.9	Cf, ton
1.20	532.7	Cf, ton
1.40	621.4	Cf, ton
1.60	710.2	Cf, ton
RESISTENCIA POR PUNTA		
1.00	127.0	Cp, ton
1.20	182.9	Cp, ton
1.40	249.0	Cp, ton
1.60	325.2	Cp, ton
RESISTENCIA TOTAL REDUCIDA		
1.00	530.9	Cp+Cf-Wp, ton
1.20	658.0	Cp+Cf-Wp, ton
1.40	792.1	Cp+Cf-Wp, ton
1.60	933.1	Cp+Cf-Wp, ton
RESISTENCIA A LA TENSIÓN		
1.00	469.9	Cf+0.65Wp, ton
1.20	570.1	Cf+0.65Wp, ton
1.40	672.3	Cf+0.65Wp, ton
1.60	776.7	Cf+0.65Wp, ton

Las capacidades de carga reducida, R, deberán ser comparadas con las cargas máximas factorizadas a compresión y las capacidades a la tensión, C_{te}, deberán ser comparadas con las cargas máximas factorizadas a tensión. **Cabe mencionar que las capacidades de carga por punta de las pilas, están limitadas por el esfuerzo de 900 t/m², para evitar asentamientos inadmisibles por la reglamentación vigente.**

7.4 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

La deformación total que sufrirá cada pila, estará compuesta por la deformación propia del elemento más la correspondiente a la del suelo de sustento; su magnitud se determinó con la expresión siguiente (Ref. 4), realizando compatibilidad entre las capacidades de carga y las cargas de servicio posiblemente actuantes:

$$\delta = \frac{(C_p + 0.66 C_f) L}{10 A_p E_c} + \frac{0.36 C_p D}{10 A_p E_s} \quad (10)$$

Donde:

- δ deformación total de la pila, cm
- L longitud de la pila, igual a 2,300 cm
- D diámetro de la pila, cm
- E_s módulo de elasticidad del suelo de desplante, igual a 550 kg/cm²
- E_c módulo de elasticidad del concreto, igual a 261,916 kg/cm², para $f'c = 350$ kg/cm²

con

$$E_c = 14,000 \sqrt{f'c} \quad (11)$$

Considerando esta estructura como aislada, la deformación máxima permisible por la Reglamentación vigente es de 5.0 cm.

Módulo de reacción vertical. La constante de resorte para pilas que será utilizado para el diseño estructural de la cimentación, considerando la interacción suelo-estructura, se determinó como sigue, realizando compatibilidad entre las capacidades de carga y las cargas de servicio posiblemente actuantes (Ref. 5):

$$k_v = \frac{q}{\delta} \quad (12)$$

Donde:

- k_v módulo de reacción vertical, t/cm; kg/cm³
- q carga asociada, t
- las demás literales ya fueron definidas

Al sustituir los valores correspondientes en las expresiones (10) a (12), se obtienen los valores asentamientos y módulos de reacción vertical:

Tabla 6. Asentamientos y constantes de resorte vertical para pilas

D (m)	δ (cm)	k_v (t/cm)	k_v (kg/cm ³)
1.0	2.8	135.4	17.2
1.2	2.3	204.3	18.1
1.4	2.0	289.9	18.8

Módulo de reacción horizontal. Se estimó con el método de H. Matlock y Lymond C. Reese ref 6, es a suelos sin cohesión. El módulo de reacción horizontal del subsuelo viene dado por la ecuación: (Ref. 6):

$$k_h = n_h \frac{z}{d} \quad (13)$$

En donde:

n_h módulo de compresibilidad horizontal [MN/m³]

z profundidad media del tramo de suelo a la que se estima el módulo [m]

d diámetro de la pila [m]

Tabla 7. Valores aproximados del módulo de compresibilidad horizontal n_h para suelos sin cohesión:

Suelo - densidad	n_h [MN/m ³]
Arena y grava secas	
- suelta	1.8 - 2.2
- media	5.5 - 7.0
- compacta	15.0 - 18.0
Arena y grava saturadas	
- suelta	1.0 - 1.4
- media	3.5 - 4.5
- compacta	9.0 - 12.07

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 8:

Tabla 8. Módulos de reacción horizontal estático y dinámico para diferentes profundidades de

Resumen de Módulos de Reacción Horizontales sobre pilas de concreto.									
PROFUNDIDAD, m		DIÁMETRO DE LA PILA, B, m							
		1.00		1.20		1.40		1.60	
		k_h , kg/cm ³	k_{hc} , kg/cm ³	k_h , kg/cm ³	k_{hc} , kg/cm ³	k_h , kg/cm ³	k_{hc} , kg/cm ³	k_h , kg/cm ³	k_{hc} , kg/cm ³
0.00	1.80	0.50	0.25	0.42	0.21	0.36	0.18	0.32	0.16
1.80	9.20	2.81	1.40	2.34	1.17	2.00	1.00	1.75	0.88
9.20	11.60	5.83	2.92	4.86	2.43	4.17	2.08	3.65	1.82
11.60	15.20	20.50	10.25	17.09	8.54	14.64	7.32	12.81	6.41
15.20	16.70	8.13	4.07	6.78	3.39	5.81	2.91	5.08	2.54
16.70	18.70	9.93	4.96	8.27	4.14	7.09	3.55	6.21	3.10
18.70	20.00	9.87	4.93	8.22	4.11	7.05	3.52	6.17	3.08
20.00	21.20	11.56	5.78	9.63	4.82	8.25	4.13	7.22	3.61

Propuesta de cimentación. La propuesta de cimentación es con 4 pilas de 1.0 m de diámetro con una separación mínima de 3 veces el diámetro. Cabe mencionar que, aunque las capacidades de carga son superiores a la magnitud de las cargas de referencia, el diámetro mínimo de pilas será de 1.0 m, para que puedan ser inspeccionadas visualmente una vez que se termine su perforación y se confirme la ausencia de minas.

Esta propuesta deberá ser revisada por el área de estructuras para verificar su viabilidad.

8. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Es importante comentar que el modelo geotécnico de análisis se determinó con base en los resultados de la exploración geotécnica del punto donde se colocará la torre en cuestión, de la exploración geofísica de puntos cercanos y de la experiencia que se tiene en la zona, misma que es muy susceptible a cambios por la presencia de antiguas minas y rellenos para su rehabilitación. Cualquier cambio en las condiciones del suelo de las que se analizan en este estudio, debe de ser reportadas de manera inmediata a los diseñadores, para realizar los ajustes necesarios en los análisis y se garantice el buen comportamiento a corto, mediano y largo plazo. Por lo anterior, durante la construcción de las pilas se deberá contar con personal capacitado y calificado, para supervisar y asesorar durante los trabajos de construcción de la cimentación y que de manera oportuna se detecte cualquier cambio en las condiciones analizadas en este estudio.

8.1 PREPARACIÓN DE ÁREAS

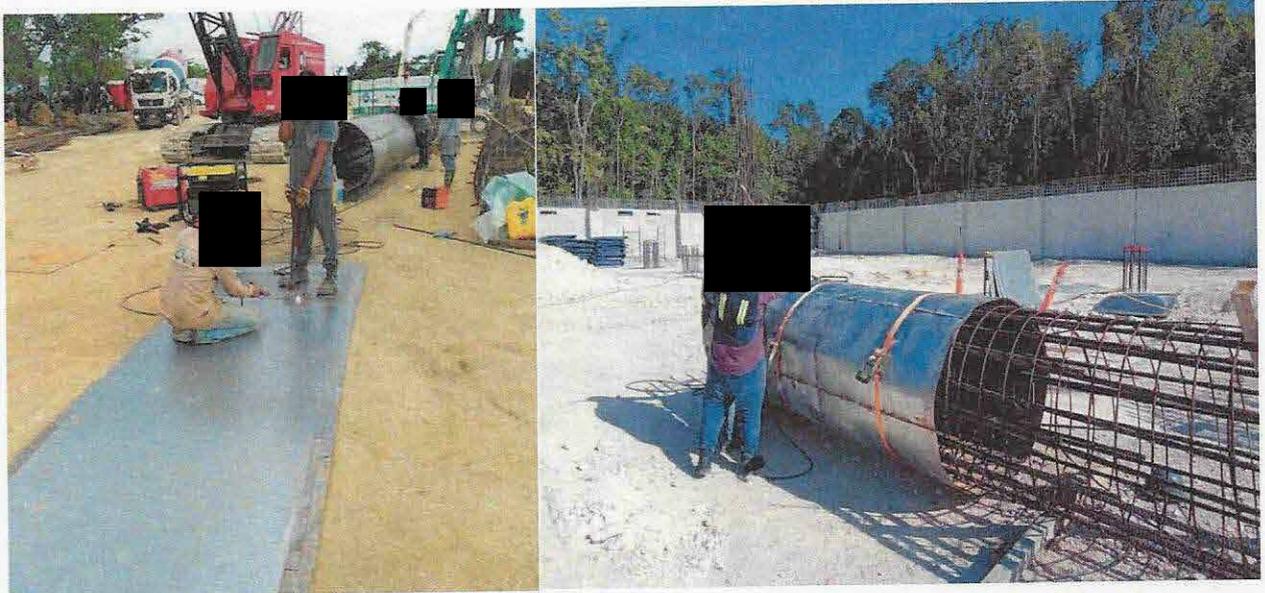
- Una vez que se tenga el área liberada, se realizará el trasplante de todos los árboles que se encuentren dentro del área de afectación y todos los preparativos necesarios que permitan trabajar sin dañar colindancias, instalaciones de servicios, etc.
- Concluidos los trabajos anteriores, se procederá con los trabajos de perforación de pilas de cimentación.

8.2 PILAS

Con las áreas liberadas se procederá con los trabajos de perforación y colado de las pilas de cimentación, tomando en cuenta los puntos siguientes:

- Trazo y ubicación topográfica de la posición de cada una de las pilas, para garantizar la posición de los elementos de cimentación.
- Enseguida se realizará la perforación en seco, hasta el nivel de desplante de proyecto. **Es importante mencionar que cada una de las pilas con diámetro mínimo de 1.0 m; sea para mástiles o deberán ser inspeccionada en toda su longitud, por un supervisor geotécnico y verificar de las paredes y fondo, en busca de indicios de minas adicionales a las ya consideradas.**
- Durante la perforación de las pilas, se deberá reducir las vibraciones lo máximo posible y movimiento y posicionamiento brusco de equipo pesado.
- El concreto para la construcción de las pilas será de una $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$; el tamaño de agregado máximo será de 1 1/2 pulg. El acero de refuerzo tendrá un f_y de $4,200 \text{ kg/cm}^2$.
- Para garantizar el recubrimiento mínimo de 7.5 cm, es indispensable el empleo de silletas de concreto o plástico; sus dimensiones serán de 7.5x7.5x10.0 cm y se colocarán longitudinalmente cada 2.0 m.
- se deberá tener en campo lámina calibre 20, para crear un encamisado en caso de que efectivamente se presenten cavidades o fracturas debidas a antiguas minas. Esta camisa se colocará con el diámetro habilitado del acero para cada una de las pilas (Fotos 1 y 2) y servirá como ademe perdible, p

realizar el colado de los elementos de cimentación. La lámina se soldará al armado, con sus respectivos separadores para garantizar el recubrimiento de proyecto.



Fotos 1 y 2. Encamisado de lámina para formar ademe perdible.

- g) Después de terminada la perforación, en un lapso menor a 18 hrs deberá concluirse totalmente el colado; que por otra parte será continuo para evitar la formación de juntas frías.
- h) El armado se rigidizará para evitar excesivas deformaciones que pudiesen complicar su colocación dentro de la perforación. Para la liga estructural se recomienda que el armado tenga una longitud adicional de por lo menos 0.5 m, o la que el diseño estructural recomiende.
- i) Las pilas se colarán con el procedimiento tradicional de tubo Tremie; al inicio del colado la tubería se colocará 20.0 cm por encima del nivel de desplante y se utilizará un tapón deslizante para evitar la segregación y contaminación del concreto; durante el colado se deberá garantizar que la tubería se encuentre embebida por lo menos 1.0 m dentro del concreto, subiendo la tubería a medida que asciende el nivel del concreto. El revenimiento del concreto será como mínimo de 23.0 cm y se llevará por lo menos 0.50 m por arriba del lecho bajo del dado de cimentación o lo que determine el área de estructuras.
- j) El descabece para la liga estructural se realizará mediante la demolición del concreto con martillo eléctrico, empezando en la periferia hasta llegar al núcleo, en forma descendente; los últimos 20 cm se hará con maceta y cincel.
- k) El criterio de aceptación o tolerancias para la construcción de las pilas es el siguiente:
 - 1) *Localización.* En el posicionamiento de la cabeza del apoyo, la desviación aceptada debe ser menor al 4% del diámetro del apoyo o de 8 cm en cualquier dirección, cualquiera que sea el valor más cercano al diseño estructural deberá de tomar en cuenta esta excentricidad.

- 2) *Verticalidad.* La tolerancia permisible está comprendida entre el 1 y 2 % de la longitud final del apoyo, pero sin exceder el 12.5% del diámetro del apoyo o 38 cm en el fondo, cualquiera que sea el valor más bajo.
- 3) *Limpieza.* Se deberá remover todo el material suelto y de azolve del fuste antes de colocar el concreto. En ningún caso el volumen de tales materiales excederá el equivalente al que fuera necesario para cubrir 5% del área en un espesor de 5 cm.
- 4) *Acero de refuerzo.* La separación mínima entre varillas no debe ser menor de 1.5 veces el diámetro de la varilla ni menor de 1.5 veces el tamaño del agregado máximo.
 - 1) Es indispensable llevar un registro en donde se anote: 1) la ubicación del apoyo; 2) la fecha y hora en que se terminó la perforación y la profundidad alcanzada; 4) fecha y hora en que se inicia y concluye el colado. **Cada pila deberá ser liberada por un supervisor, una vez que se revisaron las condiciones de las paredes y piso para la posible existencia de minas.**

8.3 EXCAVACIÓN

De acuerdo con el preliminar del diseño estructural, el dado de cimentación para las torres tiene una sección rectangular de 5.0 x 4.5 m, con un peralte de 2.0 m. Para poder alojar este elemento, se deberá realizar la excavación con dimensiones mínimas de 5.4 x 4.9 m en planta para poder alojar la cimbra.

- a) Se realizará la excavación hasta la profundidad máxima de 2.0 m, con taludes con una inclinación de 70° respecto a la horizontal, protegiendo las paredes contra intemperismo, con zampeado de mortero (Fig. 4).
- b) Al llegar a la profundidad máxima, se realizará el descabece de las pilas de cimentación y en el fondo de la excavación se colocará una plantilla de concreto pobre con una $f'c = 150$ kg/cm² con el habilitado del acero de refuerzo para el dado de cimentación.
- c) Posteriormente se realizará el colado del dado, habilitando las preparaciones para la conexión con la superestructura.

El espacio entre el perímetro del dado y los taludes de la excavación será rellenado con relleno con calidad de terraplén, compactado al 95% de su P.V.S.M.

8.4 MINAS

A pesar de que con la exploración geotécnica y geofísica realizados no se detectaron indicios de la existencia de cavernas o fracturas en la masa de suelo, es posible que este tipo de afectaciones se detecten durante los trabajos de excavación y perforación de pilas. Por esta razón, se procederá como se enuncia a continuación:

- a) Durante los trabajos de perforación de pilas, el operador deberá prestar especial atención a los cambios de presión y velocidad, así como a la caída repentina de la herramienta.
- b) Ya que las pilas se proyectan con un diámetro de 1.0 m, una vez que se haya terminado la perforación de cada una de estas, se tendrá que hacer una inspección visual en toda la longitud. Esto se logrará descendiendo a un supervisor por medio de la misma perforadora, asegurándose al barretón, con una de las pilas deberá ser verificada y liberada por un supervisor de mecánica de suelos.

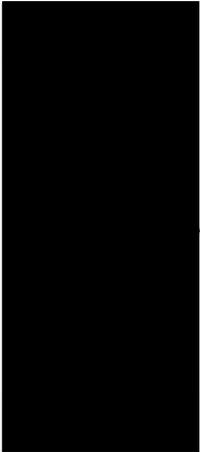
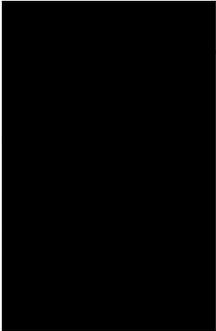
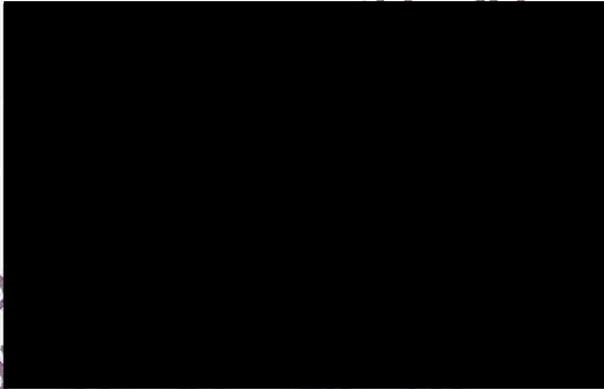
d) En caso de que se presenten minas subterráneas y/u oquedades importantes, se deberá tener en campo lámina para crear un encamisado en caso de que efectivamente se presenten antiguas minas en esta zona. Esta camisa se colocará durante el habilitado del acero para cada una de las pilas (Fotos 1 y 2). Esta lámina servirá como ademe perdible, para poder realizar el colado de los elementos de cimentación. La lámina se soldará al armado, con sus respectivos separadores para garantizar el recubrimiento de proyecto.

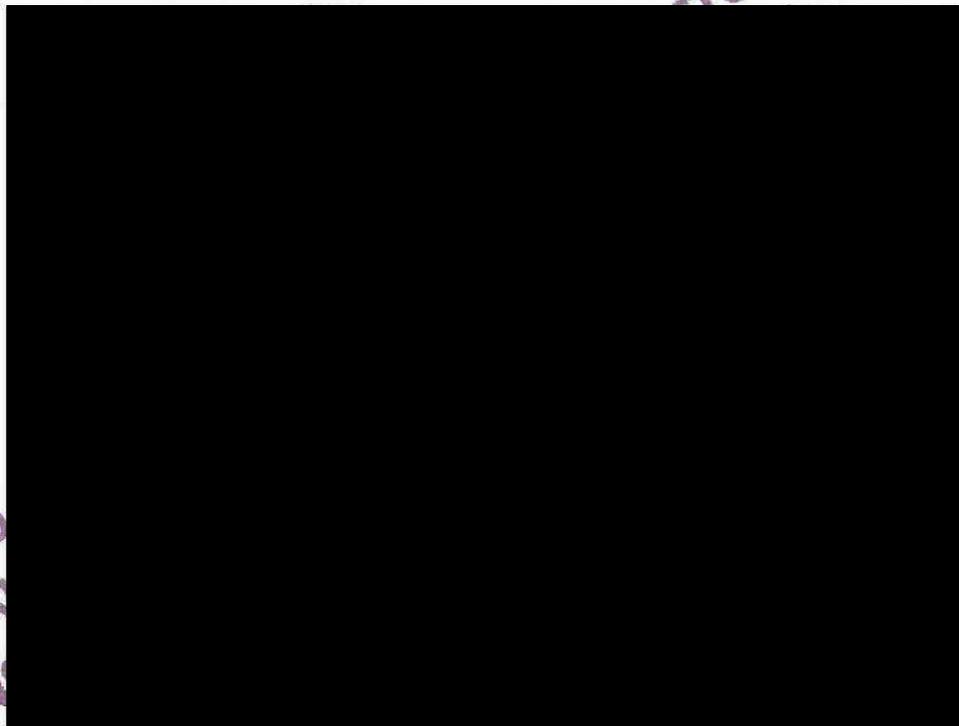
d) En cualquiera de las posibilidades, se deberá revisar nuevamente la capacidad de carga de las pilas, para garantizar su estabilidad ante las cargas actuantes.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Órgano de difusión del gobierno de la Ciudad de México. **Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Cimentaciones**. Gaceta Oficial De La Ciudad de México, Vigésima época, Tomo I, diciembre de 2017.
2. Tamez, E. **Manual de diseño geotécnico Vol. 1**. Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, México, agosto 1987.
3. Órgano de difusión del gobierno de la Ciudad de México. **Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo**. Gaceta Oficial De La Ciudad de México, Vigésima época, Tomo I, diciembre de 2017.
4. Tamez, E. **Ingeniería de Cimentaciones**, Ed. tgc geotecnia 2001.
5. Zeevaert L. **Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions**. Van Nostrand Reinhold 2ª.
6. H. Matlock y Lymond C. Reese. **Nondimensional Solutions for Laterally Loaded Piles with Soil Modulus Assumed Proportional to Depth**. Proc. VIII Texas Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. The University of Texas, Austin, 1956.

PROYECTO DE
TORRE
"NICO"
PARA USO EXCLUSIVO
INTEGRAL DE LA "COMUNIDAD DE
TRANSPORTE SUSTENTABLE"
QUIROGA A MEXICO
CABLEBÚS LÍNEA 3
PÚBLICO





PARA USO
INTEGRAL
TRANS
QUIROG
CABLEBÚS
PÚBLICO CABLE

10. ANEXO 1. MEMORIA FOTOGRÁFICA

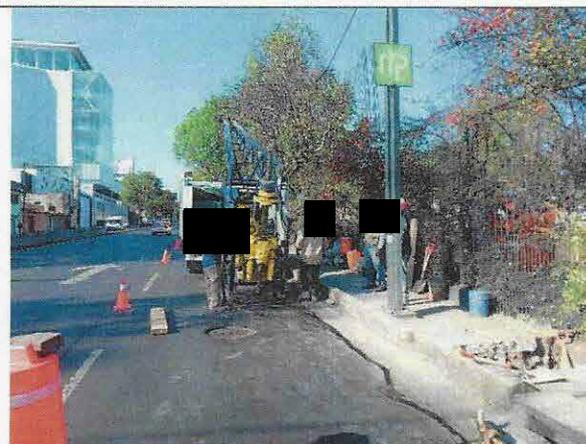


Foto No. 1.1 Preparación para Instalación del equipo de perforación en el punto del sondeo SPT-4.

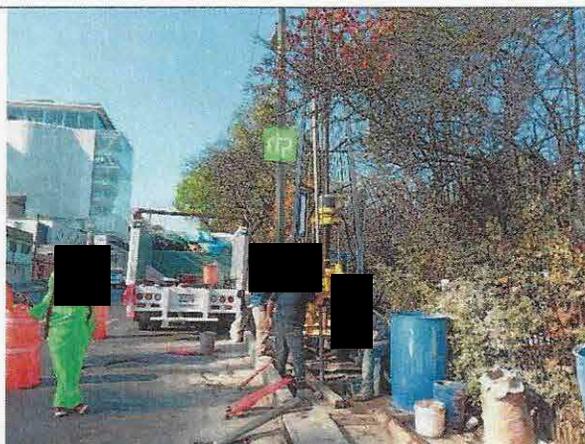


Foto No. 1.2 Exploración y muestreo del sondeo mecánico directo SPT-4



Foto No. 1.3 Detalle de muestra alterada obtenida a la profundidad de 15.20 a 15.80 m en el sondeo SPT-4.



Foto No. 1.4 Detalle de muestra alterada obtenida a la profundidad de 26.00 a 26.60 m en el sondeo SPT-4.

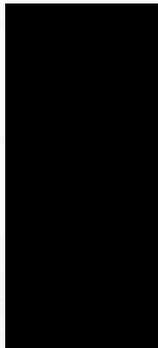
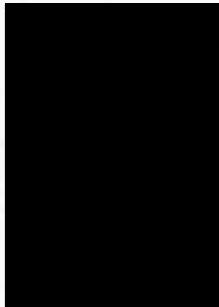


Foto No. 1.5 Detalle de muestra alterada obtenida a la profundidad de 31.40 a 31.70 m en el sondeo SPT-4.



Foto No. 1.6 Reacondicionamiento del área retiro de herramienta y equipo del sitio.

11. NEXO 2. PERFILES DE SONDEOS EJECUTADOS



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 - Marzo 2023

X = 478.662, Y = 2145.750, Z = 2.321.70 SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

PROYECTO	Cablebús L-3, Torre 28	SONDEO	SPT-4
LOCALIZACIÓN	Av. Constituyentes Cablebús Línea 3	PROF. EXPLORAJA	35.15 m
		PROF. NAF	No se detectó

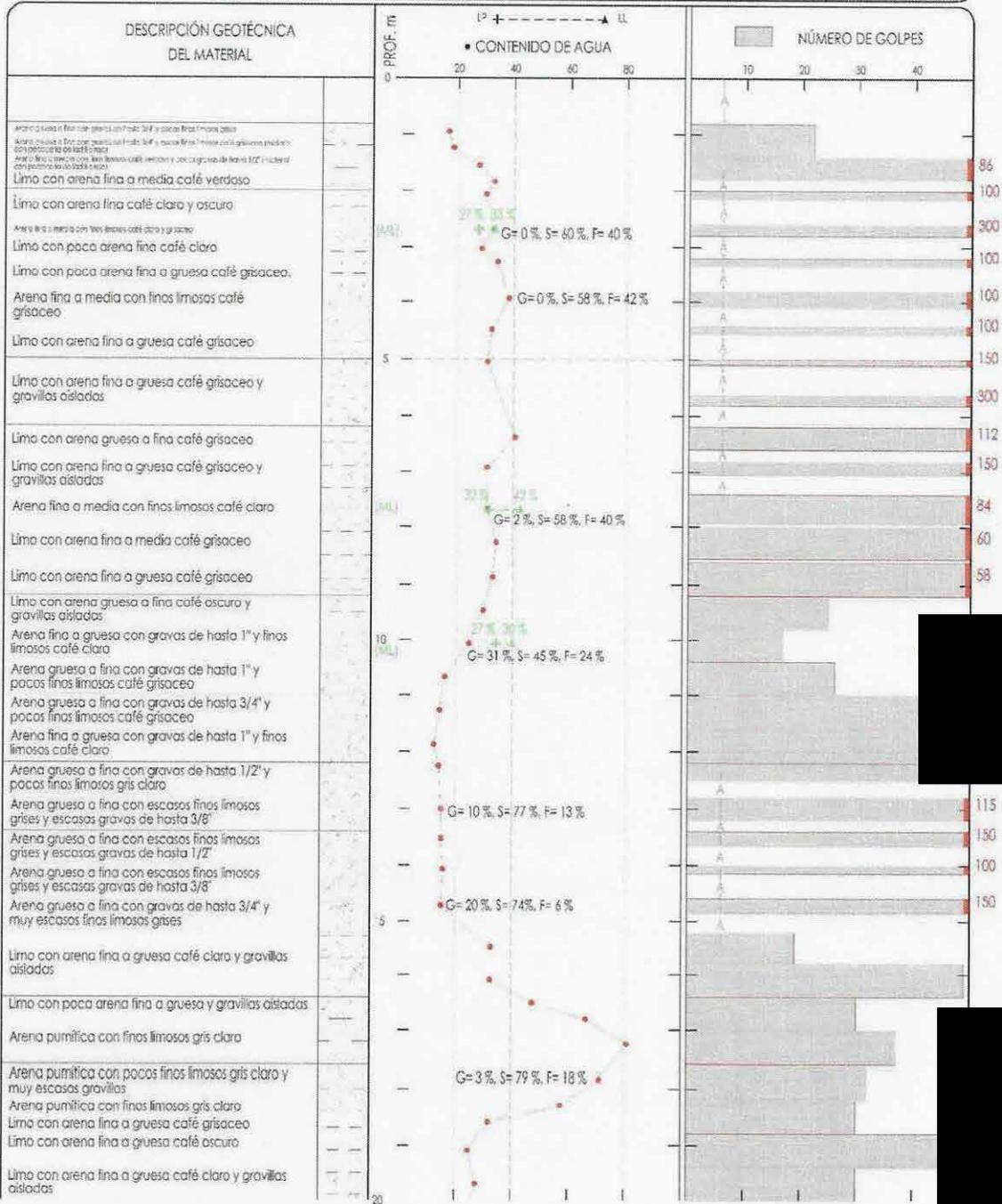
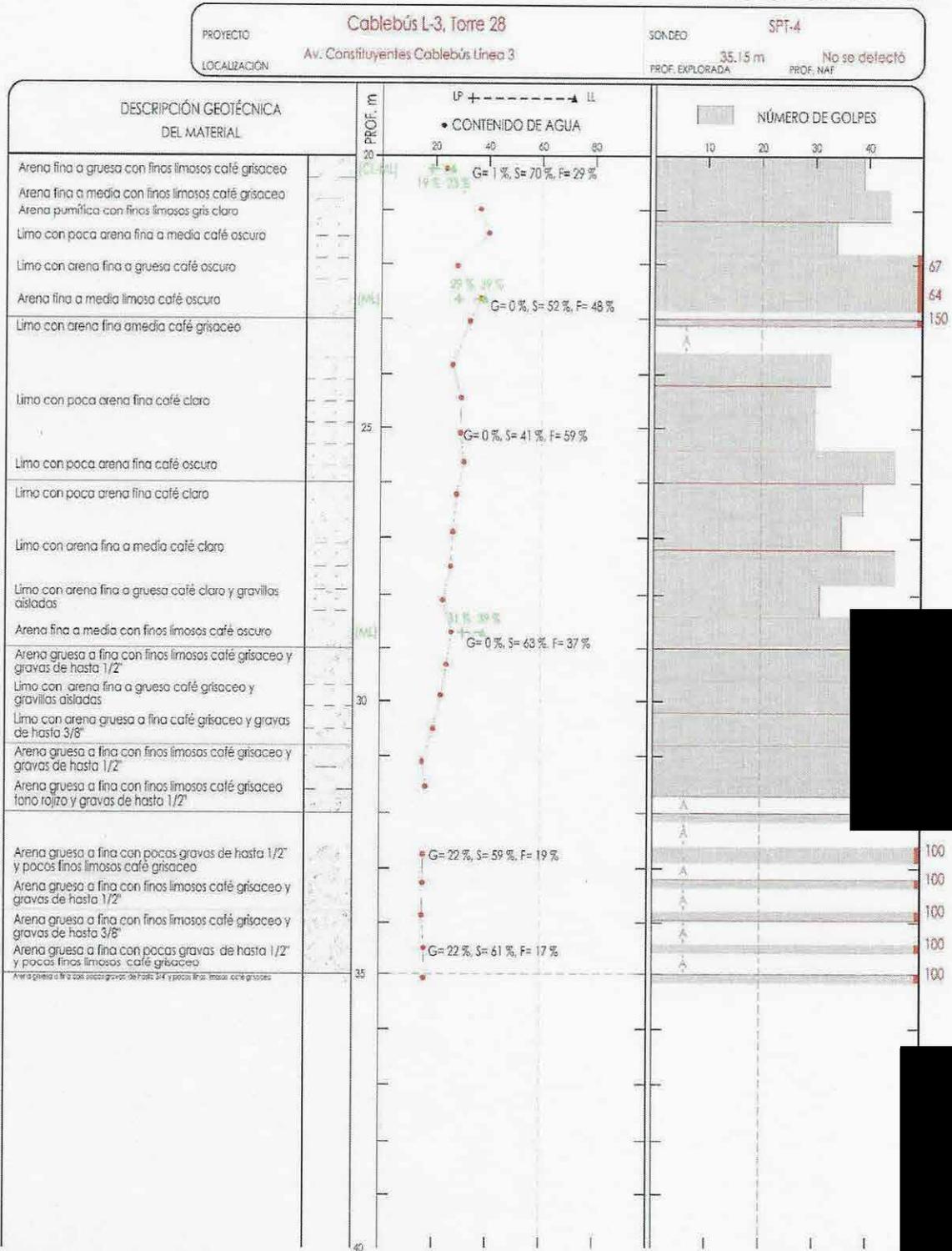


Fig. 28

SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR



RELLENO	ARCILLA	GRAVA (G)	OH = LIMO ORGÁNICO	S = PORCENTAJE DE ARENAS	TS = TUBO SHELBY
ARENA (S)	LIMO	RAÍCES	CV = CENIZA VOLCÁNICA	F = PORCENTAJE DE FINOS	TD = TUBO DENTADO
			VV = VIDRIO VOLCÁNICO	G = PORCENTAJE DE GRAVAS	A = AVANCE CON BROCA TRICÓNICA
			LP = LÍMITE PLÁSTICO	PH = PESO DE HERRAMIENTA	NAF = NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS
			LL = LÍMITE LÍQUIDO	RH = REBOTE DE HERRAMIENTA	ROD = ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA

Fig. 28.

12. ANEXO 3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO



entidad mexicana de acreditación a.c.

ACREDITA
A *

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD Y MECÁNICA
DE SUELOS LAB BARRERA, S.A. DE C.V.

LABORATORIOS BARRERA.

CANARIOS Mz, 34 Lt. 16, COL. EMILIANO ZAPATA, C.P. 56608,
CHALCO, ESTADO DE MÉXICO.

Como Laboratorio de Ensayo

De acuerdo a los requisitos establecidos en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2018
ISO/IEC 17025:2017, para las actividades de evaluación de la conformidad en:

Construcción*

El cumplimiento de los requisitos de la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2018 ISO/IEC 17025:2017 por parte de un laboratorio significa que el laboratorio cumple tanto los requisitos de competencia técnica como los requisitos del sistema de gestión necesarios para que pueda entregar de forma consistente resultados técnicamente válidos. Los requisitos del sistema de gestión de la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2018 ISO/IEC 17025:2017 están escritos en un lenguaje que corresponde con las operaciones de un laboratorio y satisfacen los principios de la Norma ISO 9001:2015 "Sistemas de Gestión de la Calidad- Requisitos" y además son afines a sus requisitos pertinentes."



*20LP1988 Actualización de la Norma de Acreditación, vigente a partir del 2020/07/27.
Siempre que se presente este documento como evidencia de acreditación, deberá estar acompañado del anexo técnico.
Para verificar el estatus de la vigencia de este certificado, consultar la página electrónica de la ema.

PR-1AB-011-01

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

CONTENIDO DE AGUA Y DESCRIPCION.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28

LABORATORISTA: [REDACTED]
CALCULISTA: [REDACTED]

SONDEO: SM-4 FECHA: 03/01/2023

HOJA: 1 DE 3

MITRA.	PROF. m	TARA		Wh + C gr.	Ws + C gr.	W gr.	Ws gr.	w %	DESCRIPCION DEL SUELO
		N°	gr.						
1	0.80	325	35.92	166.78	148.16	18.62	112.24	16.59	ARENA GRUESA A FINA CON GRAVAS DE HASTA 3/4" Y POCOS FINOS LIMOSOS GRISES
1A		347	19.97	149.01	129.01	20.00	109.04	18.34	ARENA GRUESA A FINA CON GRAVAS DE HASTA 3/4" Y POCOS FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO (MATERIAL- CON PEDACERIA DE LADRILLO ROJO)
2	1.40	190A	20.62	137.04	111.89	25.15	91.27	27.56	ARENA FINA A MEDIA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ VERDOSO Y POCAS GRAVAS DE HASTA 1/2" (MATERIAL CON CON PEDACERIA DE LADRILLO ROJO)
2A		212	20.28	144.44	113.74	30.70	93.46	32.85	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ VERDOSO
3	2.00	121	20.56	150.52	120.48	30.04	99.92	30.06	LIMO CON ARENA FINA ACAFÉ CLARO Y OSCURO
4	2.60	233	20.66	126.33	100.31	26.02	79.65	32.67	ARENA FINA A MEDIA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO Y GRISACEO
4A		71	21.16	72.41	61.05	11.36	39.89	28.48	LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO
5	3.20	145	20.68	122.63	96.65	25.98	75.97	34.20	LIMO CON POCA ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
6	3.80	4.10	138A	20.42	157.83	119.84	37.99	38.21	ARENA FINA A MEDIA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
7	4.40	4.55	146A	20.91	159.66	125.90	104.99	32.16	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
8	5.00	5.10	154	20.03	143.98	114.85	94.82	30.72	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO Y GRAVILLAS AISLADAS
9	5.60	5.80	238	21.00	111.79	87.91	66.91	35.69	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO Y GRAVILLAS AISLADAS
10	6.20	6.60	132	20.86	144.83	109.03	35.80	40.60	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO
11	6.80	7.05	200	20.73	176.02	139.48	118.75	30.77	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO Y GRAVILLAS AISLADAS
12	7.40	7.95	154	21.66	206.78	163.01	141.35	30.97	ARENA FINA A MEDIA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO
13	8.00	8.50	190	20.64	199.63	154.12	133.48	34.09	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ GRISACEO
14	8.60	9.20	348	20.17	184.09	143.55	123.38	32.86	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
15	9.20	9.80	127	20.49	190.21	151.43	130.94	29.62	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ OSCURO Y GRAVILLAS AISLADAS
16	9.80	10.40	144A	20.13	163.37	139.22	29.15	24.48	ARENA FINA A GRUESA CON GRAVAS DE HASTA 1" Y FINOS LIMOSOS CAFÉ CLARO
17	10.40	11.00	112	21.01	219.64	192.06	27.59	16.13	ARENA FINA A GRUESA CON GRAVAS DE HASTA 1" Y POCOS FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
18	11.00	11.60	21	21.10	269.09	238.22	30.87	14.22	ARENA GRUESA A FINA CON GRAVAS DE HASTA 3/4" Y POCOS FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
19	11.60	12.20	50	21.28	240.48	216.51	195.23	12.28	ARENA GRUESA A FINA CON GRAVAS DE HASTA 1" Y POCOS FINOS LIMOSOS GRIS CLARO

CONTENIDO DE AGUA Y DESCRIPCION.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 2B

SONDEO : SM-4

FECHA: 03/01/2023

HOJA : 2 DE 3

MTRA.	PROF. m	TARA		Wh + C gr.	Ws + C gr.	W gr.	Ws gr.	w %	DESCRIPCION DEL SUELO
		N°	gr.						
20	12.20	78	21.73	234.36	208.37	25.99	186.64	13.93	ARENA GRUESA A FINA CON GRAVAS DE HASTA 1/2" Y POCOS FINOS LIMOSOS GRIS CLARO
21	12.80	196	20.53	212.42	187.57	24.85	167.04	14.88	ARENA GRUESA A FINA CON ESCASOS FINOS LIMOSOS GRIS Y ESCASAS GRAVAS DE HASTA 3/8"
22	13.40	1365	20.57	154.18	136.92	17.36	116.25	14.93	ARENA GRUESA A FINA CON ESCASOS FINOS LIMOSOS GRIS Y ESCASAS GRAVAS DE HASTA 1/2"
23	14.00	14.55	20.30	134.45	119.07	15.38	98.77	15.57	ARENA GRUESA A FINA CON ESCASOS FINOS LIMOSOS GRIS Y ESCASAS GRAVAS DE HASTA 3/8"
24	14.60	14.85	20.92	290.16	255.04	35.12	234.12	15.00	ARENA GRUESA A FINA CON GRAVAS DE HASTA 3/4" Y MUY ESCASOS FINOS LIMOSOS GRIS
25	15.20	15.80	20.64	192.48	150.13	42.35	129.49	32.71	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO Y GRAVILLAS AISLADAS
26	15.80	16.40	20.53	172.70	135.48	37.22	114.95	32.38	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO Y GRAVILLAS AISLADAS
27	16.40	17.00	20.91	124.09	90.94	33.15	70.03	47.34	LIMO CON POCA ARENA FINA A GRUESA Y GRAVILLAS AISLADAS
27A		207	20.59	153.77	100.55	53.12	80.06	66.35	ARENA PUMITICA CON FINOS LIMOSOS GRIS CLARO
28	17.00	17.60	20.41	153.17	93.77	59.40	73.36	80.97	ARENA PUMITICA CON FINOS LIMOSOS GRIS CLARO
29	17.60	18.20	20.96	149.84	96.23	53.61	75.27	71.22	ARENA PUMITICA CON POCOS FINOS LIMOSOS GRIS CLARO Y MUY ESCASAS GRAVILLAS
30	18.20	18.80	20.77	150.78	103.33	47.45	82.56	57.47	ARENA PUMITICA CON FINOS LIMOSOS GRIS CLARO
30A		119	20.81	140.47	111.53	28.94	90.72	31.90	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO
31	18.80	19.40	257	199.83	167.05	32.78	132.54	24.73	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ OBSCURO
32	19.40	20.00	44	186.79	151.19	35.60	130.12	27.36	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO Y GRAVILLAS AISLADAS
33	20.00	20.60	170	207.75	171.60	36.15	150.90	23.96	ARENA FINA A GRUESA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
34	20.60	21.20	335	205.51	165.00	40.51	131.94	30.70	ARENA FINA A MEDIA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
34A		40	20.68	194.20	147.60	46.60	126.92	36.72	ARENA PUMITICA CON FINOS LIMOSOS GRIS CLARO
35	21.20	21.80	59	155.45	117.10	38.35	96.12	39.90	LIMO CON POCA ARENA FINA A MEDIA CAFÉ OBSCURO
36	21.80	22.40	177	193.34	158.24	38.10	135.10	28.20	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ OBSCURO
37	22.40	22.85	309	188.67	143.07	45.60	122.67	37.17	ARENA FINA A MEDIA LIMOSA CAFÉ OBSCURO
38	23.00	23.10	47	161.41	126.48	34.93	105.69	33.05	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ GRISACEO
39	23.60	24.20	241	188.09	158.68	32.41	121.67	26.64	LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO
40	24.20	24.80	203	171.34	136.51	34.83	116.43	29.91	LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001-R01

Revisión 1 – Marzo 2023

CONTENIDO DE AGUA Y DESCRIPCION.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28

SONDEO: SMI-4 FECHA: 03/10/2023

HOJA: 3 DE 3

MITRA.	PROF. m	TARA		Wh + C gr.	Ws + C gr.	W gr.	Ws gr.	w %	DESCRIPCION DEL SUELO
		N°	gr.						
41	24.80	25.40	20.03	168.98	134.92	34.06	114.89	29.65	LIMO CON ARENA FINA CAFÉ CLARO
42	25.40	26.00	20.14	192.01	151.39	40.62	131.25	30.95	LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ OSCURO
43	26.00	26.60	20.50	177.08	142.63	34.45	122.13	28.21	LIMO CON POCA ARENA FINA CAFÉ CLARO
44	26.60	27.20	20.42	177.75	144.31	33.44	123.89	26.99	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ CLARO
45	27.20	27.80	21.10	202.92	165.18	37.74	144.08	26.19	LIMO CON ARENA FINA A MEDIA CAFÉ CLARO
46	27.80	28.40	20.80	198.91	165.39	33.52	144.59	23.18	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ CLARO Y GRAVILLAS AISLADAS
47	28.40	29.00	20.31	186.56	151.75	34.81	131.44	26.48	ARENA FINA A MEDIA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ OSCURO
48	29.00	29.60	20.71	197.31	162.34	34.97	141.63	24.69	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO Y GRAVAS DE HASTA 1/2"
49	29.60	30.20	20.96	199.95	170.19	29.76	149.23	19.94	LIMO CON ARENA FINA A GRUESA CAFÉ GRISACEO Y GRAVILLAS AISLADAS
50	30.20	30.80	20.52	217.60	190.61	26.99	170.09	15.87	LIMO CON ARENA GRUESA A FINA CAFÉ GRISACEO Y GRAVAS DE HASTA 3/8"
51	30.80	31.40	20.52	217.60	190.61	26.99	170.09	15.87	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO Y GRAVAS DE HASTA 1/2"
52	31.40	32.00	20.71	219.28	190.13	29.15	169.42	17.21	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO TONO ROJIZO Y GRAVAS DE HASTA 1/2"
53	32.00	32.60	20.36	147.92	130.04	17.88	109.68	16.30	ARENA GRUESA A FINA CON POCAS GRAVAS DE HASTA 1/2" Y POCOS FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
54	33.20	33.80	21.41	198.53	173.86	24.67	152.45	16.18	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO Y GRAVAS DE HASTA 1/2"
55	33.80	34.55	25.2	129.73	116.60	13.13	82.44	15.93	ARENA GRUESA A FINA CON FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO Y GRAVAS DE HASTA 3/8"
56	34.40	35.15	20.40	241.93	210.02	31.91	189.62	16.83	ARENA GRUESA A FINA CON POCAS GRAVAS DE HASTA 1/2" Y POCOS FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO
57	35.00	35.15	20.64	234.97	204.33	30.64	183.69	16.68	ARENA GRUESA A FINA CON POCAS GRAVAS DE HASTA 3/4" Y POCOS FINOS LIMOSOS CAFÉ GRISACEO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

FECHA: 4-ene-23

MUESTRA N° : 4 **SONDEO:** SM-4

PROFUNDIDAD: 2.60-2.80 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA N° 4.

Peso de la n Peso de la muestra total + tara 0 gr.

Tara N° : 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA N° 4.

Peso de la muestra total + tara : 100.31 gr.

TARA # : 233 Peso de la tara: 20.66 gr.

Peso de la muestra total : 79.65 gr

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.44	0.55		99.45
20	850	0.27	0.34		99.11
30	600 μ	2.63	3.30		95.81
40	425 μ	5.24	6.58		89.23
60	250 μ	10.49	13.17		76.06
100	150 μ	8.03	10.08		65.98
200	75 μ	21.07	26.45		39.52
charola		31.48	39.52		
suma		48.17			

% MATERIAL > MALLA N° 4. : _____

% GRAVA : 0.00

% ARENA : 60.48

% FINOS : 39.52

CLASIFICACION S. U. C. S. : SM

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023



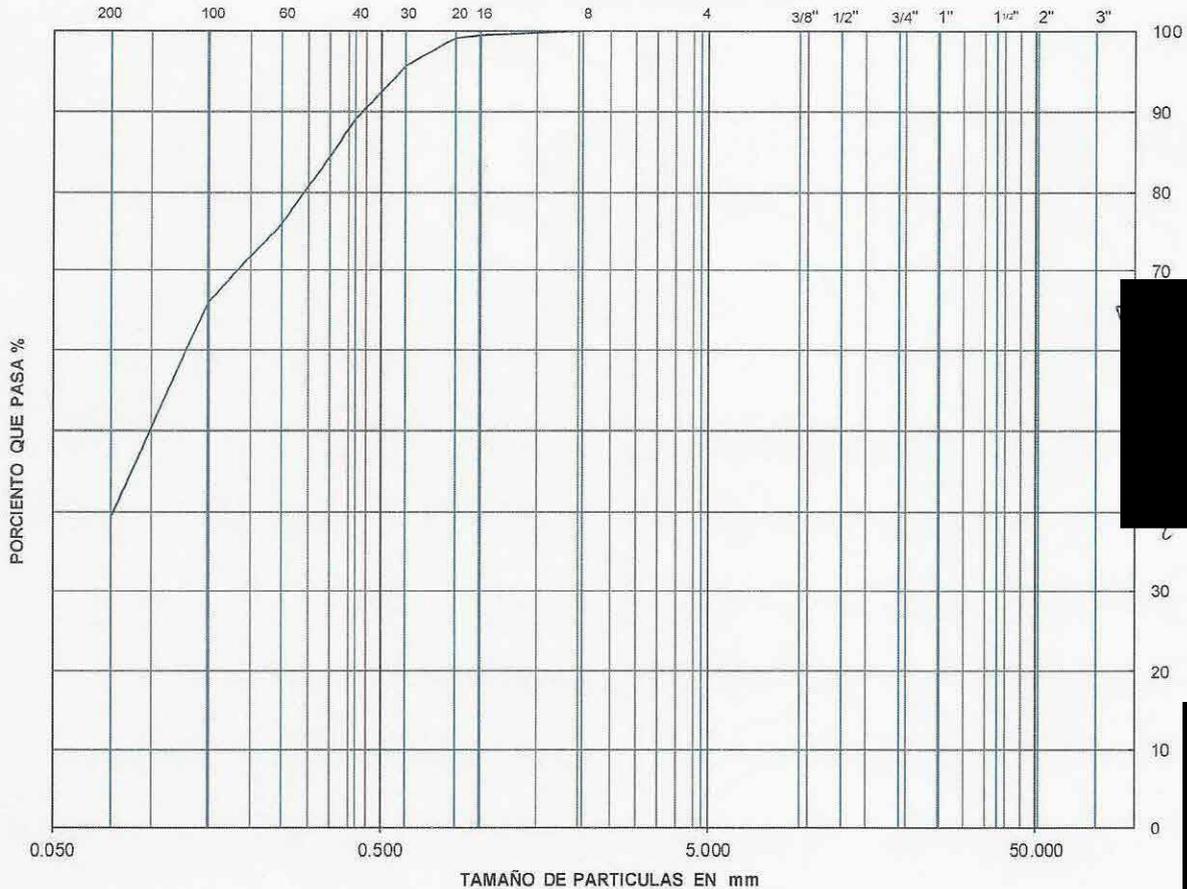
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBÚS LÍNEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA N° : 4
 PROFUNDIDAD : 2.60-2.80 m

FECHA : 04/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{30} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{60} = \underline{0.128}$
 $D_{50} = \underline{0.098}$ $D_{90} = \underline{0.438}$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} = \underline{\hspace{2cm}}$

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 60.48
 % FINOS : 39.52
 S. U. C. S. : SM

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

FECHA: 4-ene-23

MUESTRA Nº : 6 **SONDEO:** SM-4

PROFUNDIDAD: 3.80-4.10 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la n Peso de la muestra total + tara 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 119.84 gr.
TARA # : 138A Peso de la tara: 20.42 gr.
Peso de la muestra total : 99.42 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.00	0.00		100.00
20	850	0.59	0.59		99.41
30	600 µ	2.82	2.84		96.57
40	425 µ	6.19	6.23		90.34
60	250 µ	13.33	13.41		76.94
100	150 µ	9.39	9.44		67.49
200	75 µ	25.20	25.35		42.14
charola		41.90	42.14		
suma		57.52			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. :
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 57.86
% FINOS : 42.14
CLASIFICACION S. U. C. S. :
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA N° : 6
 PROFUNDIDAD : 3.80-4.10 m.

FECHA : 04/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{30} = \underline{\hspace{2cm}}$ $D_{60} = \underline{0.122}$
 $D_{50} = \underline{0.093}$ $D_{90} = \underline{0.414}$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} = \underline{\hspace{2cm}}$

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 57.86
 % FINOS : 42.14
 S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

FECHA: 4-ene-23

MUESTRA N° : 12 **SONDEO:** SM-4

PROFUNDIDAD: 7.40-7.95 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA N° 4.

Peso de la muestra total + tara: 0 gr.
Tara N°: 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total: 0.00 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	2.38	1.68	98.32
4	4.76	0.82	0.58	97.74
suma		3.20	2.26	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA N° 4.

Peso de la muestra total + tara: 163.01 gr.
TARA #: 154 Peso de la tara: 21.66 gr.
Peso de la muestra total: 141.35 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	1.98	1.40		96.34
16	1.00	2.89	2.04		94.29
20	850	2.53	1.79		92.50
30	600 μ	9.02	6.38		86.12
40	425 μ	11.10	7.85		78.27
60	250 μ	15.24	10.78		67.48
100	150 μ	11.09	7.85		59.64
200	75 μ	28.00	19.81		39.83
charola		59.50	42.09		
suma		81.85			

% MATERIAL > MALLA N° 4 : _____
% GRAVA : 2.26
% ARENA : 57.91
% FINOS : 39.83
CLASIFICACION S. U. C. S. : SM
TOTAL: 100.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA Nº : 12
 PROFUNDIDAD : 7.40-7.95 m.

FECHA : 04/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.153$
 $D_{50} = 0.107$ $D_{90} = 0.734$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 2.26
 % ARENA : 57.91
 % FINO : 39.83
 S. U. C. S. : SM

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 - Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

MUESTRA Nº : 16 SONDEO: SM-4 FECHA: 1 Mayo 23

PROFUNDIDAD: 9.80-10.40 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 0 gr.

Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	26.66	22.39	77.61
3/4"	19.00	0.00	0.00	77.61
1/2"	12.50	2.86	2.40	75.21
3/8"	9.50	6.37	5.35	69.86
4	4.76	0.48	0.40	69.46
suma		36.37	30.54	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 139.22 gr.

TARA # : 144A Peso de la tara: 20.13 gr.

Peso de la muestra total : 119.09 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	2.46	2.07		67.39
16	1.00	6.56	5.51		61.89
20	850	3.05	2.56		59.32
30	600 µ	7.12	5.98		53.35
40	425 µ	5.90	4.95		48.39
60	250 µ	8.29	6.96		41.43
100	150 µ	5.41	4.54		36.89
200	75 µ	14.74	12.38		24.51
charola		65.56	55.05		
suma		53.53			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____

% GRAVA : 30.54

% ARENA : 44.95

% FINOS : 24.51

CLASIFICACION S. U. C. S. : _____

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023



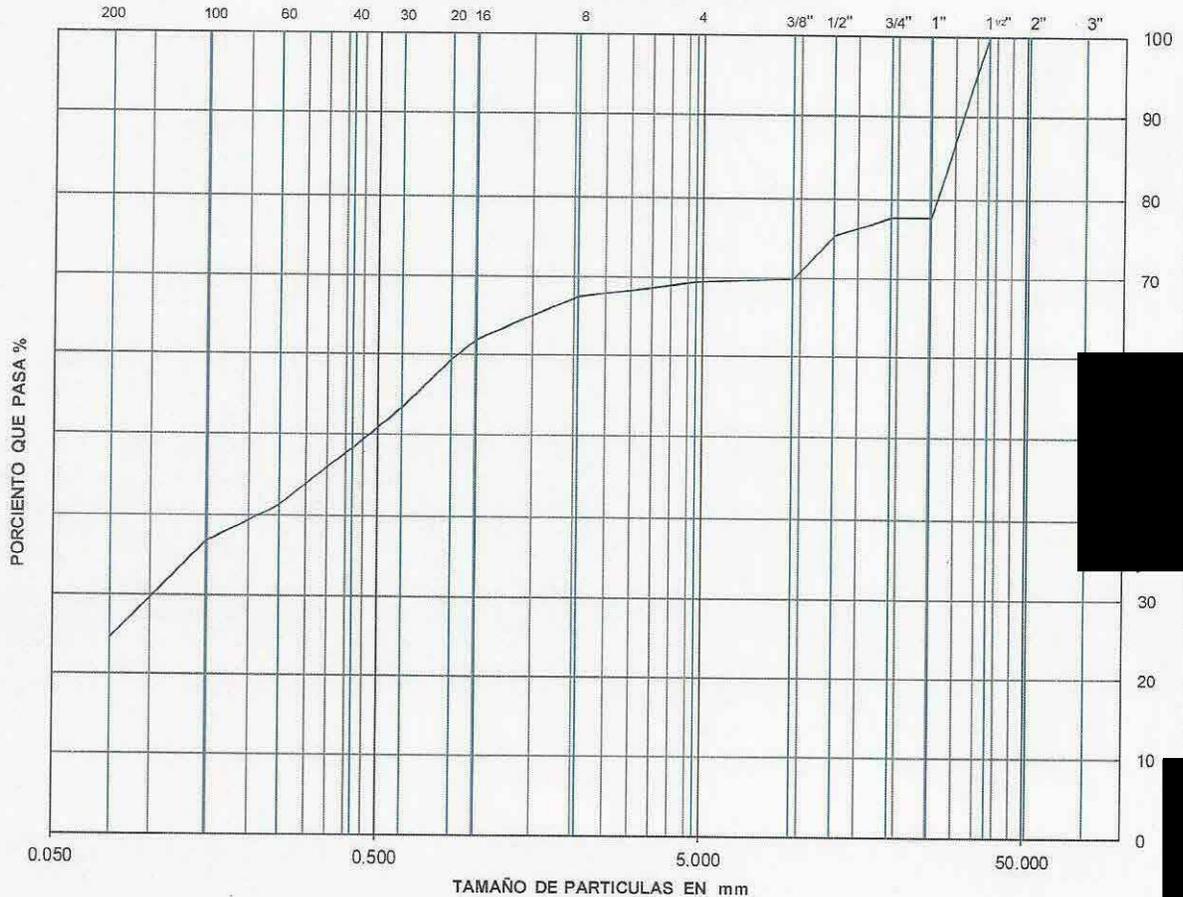
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA N° : 16
 PROFUNDIDAD : 9.80-10.40 m

FECHA : 01/04/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ 0.102 $D_{60} =$ 0.881
 $D_{50} =$ 0.470 $D_{90} =$ 31.788
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 30.54
 % ARENA : 44.95
 % FINOS : 24.51
 S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
FECHA: 4-ene-23

MUESTRA N° : 21 SONDEO: SM-4

PROFUNDIDAD: 12.80-13.20 m.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA N° 4.
Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara N° : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	7.47	4.47	95.53
4	4.76	8.34	4.99	90.54
suma		15.81	9.46	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA N° 4.
Peso de la muestra total + tara : 187.57 gr.
TARA # : 196 Peso de la tara: 20.53 gr.
Peso de la muestra total : 167.04 gr.

A MALLA N°	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	19.82	11.87		78.67
16	1.00	27.10	16.22		62.45
20	850	8.19	4.90		57.54
30	600 µ	17.27	10.34		47.20
40	425 µ	13.07	7.82		39.38
60	250 µ	15.13	9.06		30.32
100	150 µ	10.05	6.02		24.31
200	75 µ	18.67	11.18		13.13
charola		37.74	22.59		
suma		129.30			

% MATERIAL > MALLA N° 4 : _____
% GRAVA : 9.46
% ARENA : 77.41
% FINOS : 13.13
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL: 100.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBÚS LÍNEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA N° : 21
 PROFUNDIDAD : 12.80-13.20 m

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} = 0.243$ $D_{60} = 0.919$
 $D_{50} = 0.653$ $D_{90} = 4.583$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 9.46
 % ARENA : 77.41
 % FINOS : 13.13
 S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.



PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

FECHA: 4-ene-23

MUESTRA Nº : 24 SONDEO: SM-4

PROFUNDIDAD: 14.60-14.85 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 0 gr.

Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	13.03	5.57	94.43
1/2"	12.50	7.03	3.00	91.43
3/8"	9.50	6.34	2.71	88.72
4	4.76	21.24	9.07	79.65
suma		47.64	20.35	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 255.04 gr.

TARA # : 189 Peso de la tara: 20.92 gr.

Peso de la muestra total : 234.12 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	46.08	19.68		59.97
16	1.00	45.37	19.38		40.59
20	850	10.89	4.65		35.94
30	600 µ	21.32	9.11		26.83
40	425 µ	15.03	6.42		20.41
60	250 µ	14.51	6.20		14.21
100	150 µ	7.56	3.23		10.99
200	75 µ	11.46	4.89		6.09
charola		61.90	26.44		
suma		172.22			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 :

% GRAVA : 20.35

% ARENA : 73.56

% FINOS : 6.09

CLASIFICACION S. U. C. S. :

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 - Marzo 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

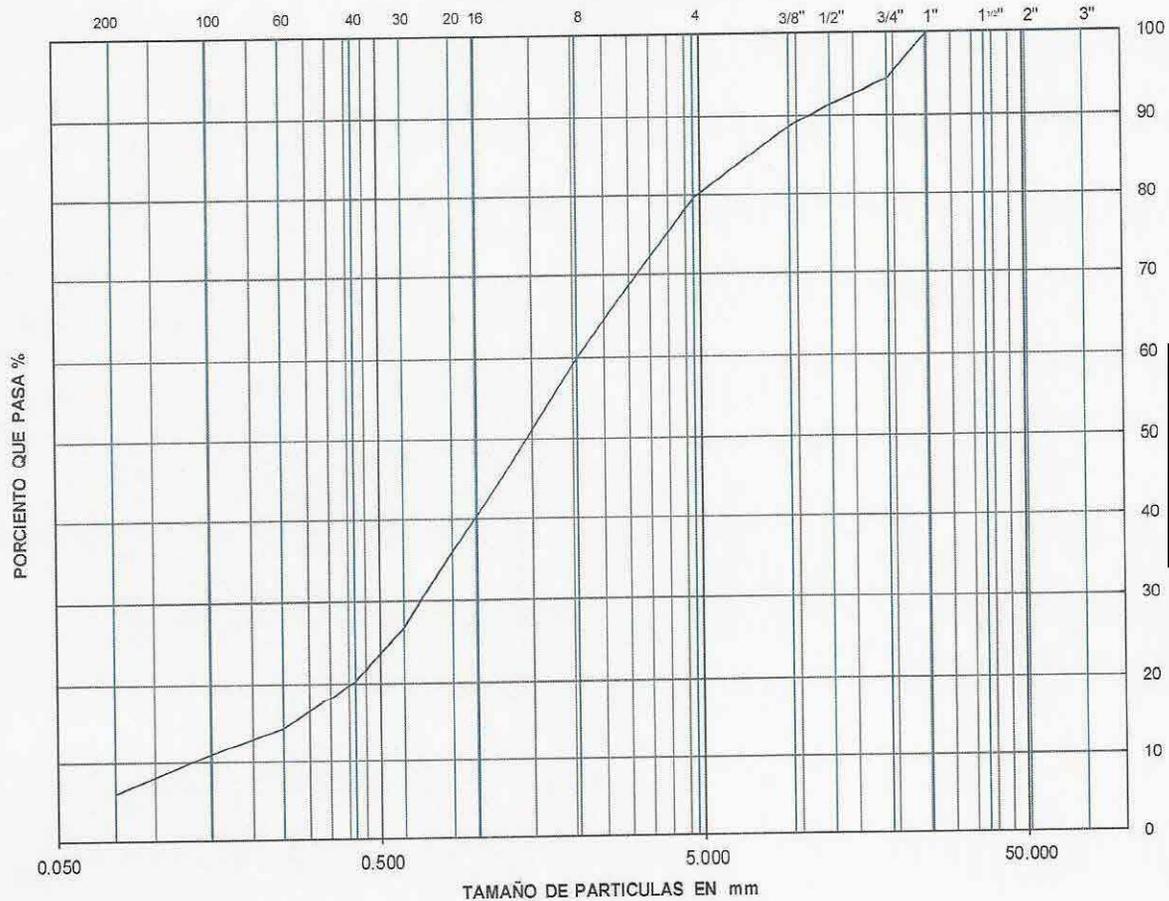
PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
SONDEO : SM-4
MUESTRA N° : 24
PROFUNDIDAD : 14.60-14.85 m.

FECHA : 04/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____

OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.130$

$D_{30} = 0.671$

$D_{60} = 2.060$

$D_{50} = 1.422$

$D_{90} = 10.908$

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 15.872$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} = 1.685$

% GRAVA : 20.35

% ARENA : 73.56

% FINOS : 6.09

S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28 FECHA: 4-ene-23

MUESTRA Nº : 29 SONDEO: SM-4

PROFUNDIDAD: 17.60-18.20 m.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES : ARENA PUMITICA

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.48	0.64	99.36
4	4.76	1.44	1.91	97.45
suma		1.92	2.55	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 96.23 gr.
TARA Nº : 72 Peso de la tara: 20.96 gr.
Peso de la muestra total : 75.27 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	5.90	7.84		89.61
16	1.00	13.17	17.50		72.11
20	850	4.13	5.49		66.63
30	600 µ	11.57	15.37		51.26
40	425 µ	8.17	10.85		40.40
60	250 µ	7.81	10.38		30.03
100	150 µ	3.55	4.72		25.31
200	75 µ	5.11	6.79		18.52
charola		15.86	21.07		
suma		59.41			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
% GRAVA : 2.55
% ARENA : 78.93
% FINOS : 18.52
CLASIFICACION S. U. C. S. : _____
TOTAL: 100.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA N° : 29
 PROFUNDIDAD : 17.60-18.20 m.

FECHA : 04/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : ARENA PUMITICA

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ 0.249 $D_{60} =$ 0.724
 $D_{50} =$ 0.572 $D_{90} =$ 2.145
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 2.55
 % ARENA : 78.93
 % FINOS : 10.32
 S. U. C. S. : 0.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

LAB BARRERA

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

FECHA: 4-ene.-23

MUESTRA Nº : 33 SONDEO: SM-4

PROFUNDIDAD: 20.00-20.60 m.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES : CON POCA ARENA PUMITICA

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 0 gr.

Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	1.07	0.71	99.29
4	4.76	0.43	0.28	99.01
suma		1.50	0.99	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 171.60 gr.

TARA # : 170 Peso de la tara: 20.70 gr.

Peso de la muestra total : 150.90 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	3.30	2.19		96.82
16	1.00	10.57	7.00		89.81
20	850	5.65	3.74		86.07
30	600 µ	16.44	10.89		75.18
40	425 µ	15.09	10.00		65.18
60	250 µ	20.39	13.51		51.66
100	150 µ	11.73	7.77		43.89
200	75 µ	22.14	14.67		29.22
charola		45.59	30.21		
suma		105.31			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. : _____

% GRAVA : 0.99

% ARENA : 69.79

% FINOS : 29.22

CLASIFICACION S. U. C. S. : SM

TOTAL: 100.00



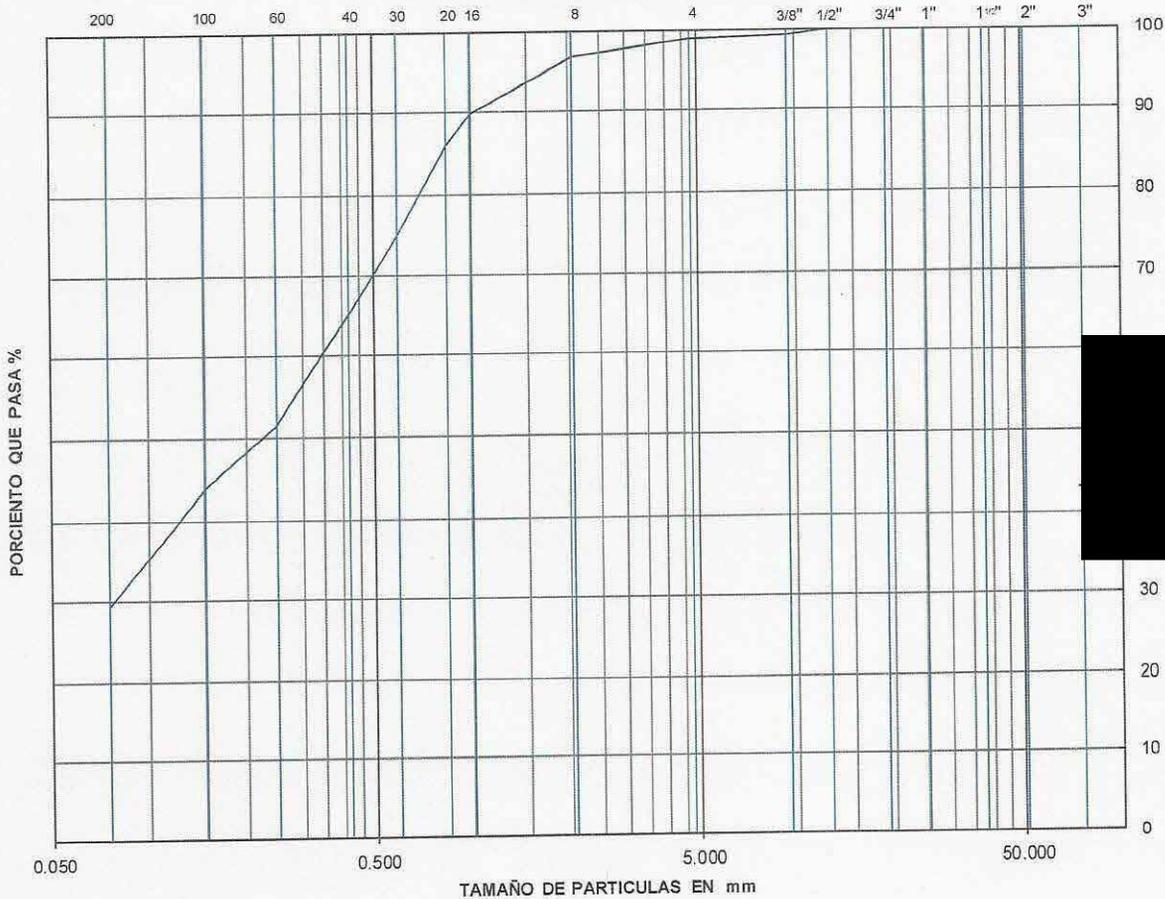
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA Nº : 33
 PROFUNDIDAD : 20.00-20.60 m.

FECHA : 04/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : CON POCA ARENA PUMITICA

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ 0.076 $D_{60} =$ 0.344
 $D_{50} =$ 0.224 $D_{90} =$ 1.022
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.99
 % ARENA : 69.79
 % FINOS : 29.22
 S. U. C. S. : SM

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

L A B  **BARRERA**

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
FECHA: 4-ene.-23

MUESTRA Nº : 37 SONDEO: SM-4
PROFUNDIDAD: 22.40-22.85 m.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara 0 gr.
Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara : 143.07 gr.
TARA # : 309 Peso de la tara: 20.40 gr.
Peso de la muestra total : 122.67 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.00	0.00		100.00
20	850	0.63	0.51		99.49
30	600 µ	3.50	2.85		96.63
40	425 µ	7.86	6.41		90.23
60	250 µ	14.24	11.61		78.62
100	150 µ	10.38	8.46		70.16
200	75 µ	26.99	22.00		48.15
charola		59.07	48.15		
suma		63.60			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 : _____
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 51.85
% FINOS : 48.15
CLASIFICACION S. U. C. S. : SM
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 - Marzo 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
SONDEO : SM-4
MUESTRA N° : 37
PROFUNDIDAD : 22.40-22.85 m

FECHA: 04/01/2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} =$ 0.109
 $D_{50} =$ 0.079 $D_{90} =$ 0.416
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.00
% ARENA : 51.8
% FINOS : 48.1
S. U. C. S. : SM

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

MUESTRA Nº : 41 **SONDEO:** SM-4

PROFUNDIDAD: 24.80-25.40 m.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara: 0 gr.
Tara Nº: 0 **Peso de la tara:** 0 gr.
Peso de la muestra total: 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.
Peso de la muestra total + tara: 134.92 gr.
TARA #: 211 **Peso de la tara:** 20.03 gr.
Peso de la muestra total: 114.89 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	0.00	0.00		100.00
16	1.00	0.00	0.00		100.00
20	850	0.00	0.00		100.00
30	600 µ	0.33	0.29		99.71
40	425 µ	3.42	2.98		96.74
60	250 µ	11.01	9.58		87.15
100	150 µ	9.16	7.97		79.18
200	75 µ	23.40	20.37		58.81
charola		67.57	58.81		
suma		47.32			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 :
% GRAVA : 0.00
% ARENA : 41.19
% FINOS : 58.81

CLASIFICACION S. U. C. S. :
TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 - Marzo 2023



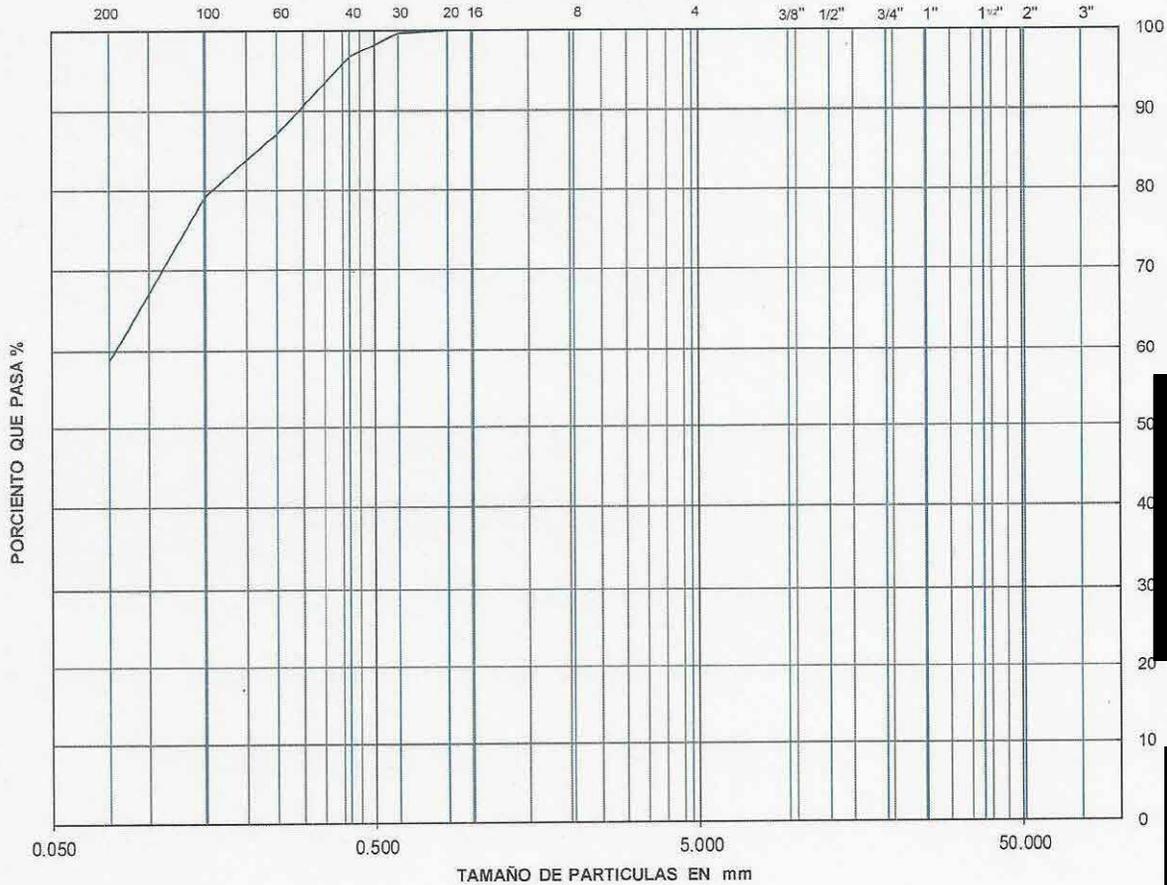
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA N° : 41
 PROFUNDIDAD : 24.80-25.40 m.



DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.078$
 $D_{50} =$ _____ $D_{90} = 0.292$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 0.00
 % ARENA : 41.19
 % FINOS : 58.81
 S. U. C. S. : 0.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.



PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

MUESTRA Nº : 47 SONDEO: SM-4

PROFUNDIDAD: 28.40-29.00 m.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara 0 gr.

Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3 "	75.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	100.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
suma		0.00	0.00	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara: 151.75 gr.

TARA # : 304 Peso de la tara: 20.31 gr.

Peso de la muestra total : 131.44 gr

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	3.30	2.51		97.49
16	1.00	3.65	2.93		94.56
20	850	1.89	1.44		93.12
30	600 µ	7.19	5.47		87.65
40	425 µ	10.47	7.97		79.69
60	250 µ	15.16	11.53		68.15
100	150 µ	11.98	9.11		59.04
200	75 µ	29.17	22.19		36.85
charola		48.43	36.85		
suma		83.01			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. :

% GRAVA : 0.00

% ARENA : 63.15

% FINOS : 36.85

CLASIFICACION S. U. C. S. : SM

TOTAL: 100.00

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
SONDEO : SM-4
MUESTRA Nº : 47
PROFUNDIDAD : 28.40-29.00 m.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA : _____
OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMETRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ _____ $D_{60} = 0.157$
 $D_{50} = 0.113$ $D_{90} = 0.690$
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____
 % GRAVA : 0.00
 % ARENA : 63.15
 % FINOS : 36.85
 S. U. C. S. : SM

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.



PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

FECHA: 4-ene.-23

MUESTRA Nº : 53 SONDEO: SM-4

PROFUNDIDAD: 32.60-32.90 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 0 gr.

Tara Nº : 0 Peso de la tara: 0 gr.

Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	9.71	8.85	91.15
3/8"	9.50	9.56	8.72	82.43
4	4.76	5.53	5.04	77.39
suma		24.80	22.61	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 130.04 gr.

TARA # : 215 Peso de la tara: 20.36 gr.

Peso de la muestra total : 109.68 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	10.67	9.73		67.66
16	1.00	10.24	9.34		58.32
20	850	2.80	2.55		55.77
30	600 µ	7.54	6.87		48.90
40	425 µ	7.48	6.82		42.08
60	250 µ	8.90	8.11		33.96
100	150 µ	5.53	5.04		28.92
200	75 µ	11.12	10.14		18.78
charola		45.40	41.39		
suma		64.28			

% MATERIAL > MALLA Nº 4. :

% GRAVA : 22.61

% ARENA : 58.61

% FINOS : 18.78

CLASIFICACION S. U. C. S. :

TOTAL: 100.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.

Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBÚS LÍNEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA N° : 53
 PROFUNDIDAD : 32.60-32.90 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ 0.166 $D_{60} =$ 1.141
 $D_{50} =$ 0.629 $D_{90} =$ 12.228
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 22.61
 % ARENA : 58.61
 % FINOS : 18.78
 S. U. C. S. : 0.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN : AV.CONSTITUYENTES TORRE 28

LAB BARBERA **FECHA:** 4-ene.-23

MUESTRA Nº : 56 **SONDEO:** SM-4

PROFUNDIDAD: 34.40-34.55 m.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :

OBSERVACIONES :

PARA MATERIALES RETENIDOS EN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara: 0 gr.
Tara Nº: 0 **Peso de la tara:** 0 gr.
Peso de la muestra total : 0.00 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	16.51	8.71	91.29
1/2"	12.50	7.54	3.98	87.32
3/8"	9.50	8.21	4.33	82.99
4	4.76	10.11	5.33	77.66
suma		42.37	22.34	

PARA MATERIALES QUE PASAN LA MALLA Nº 4.

Peso de la muestra total + tara : 210.02 gr.
TARA # : 297 **Peso de la tara:** 20.40 gr.
Peso de la muestra total : 189.62 gr.

A MALLA Nº	B ABERTURA mm	C PESO RETENIDO gr.	D % RETENIDO PARCIAL	E % ACUMULADO QUE PASA MUESTRA < 4"	F % ACUMULADO QUE PASAR MUESTRA TOTAL
8	2.36	21.20	11.18		66.48
16	1.00	23.67	12.49		53.99
20	850	5.98	3.15		50.84
30	600 µ	13.85	7.30		43.53
40	425 µ	12.12	6.39		37.14
60	250 µ	14.26	7.52		29.62
100	150 µ	8.35	4.40		25.22
200	75 µ	15.93	8.40		16.82
charola		74.26	39.16		
suma		115.36			

% MATERIAL > MALLA Nº 4 :

% GRAVA : 22.34
% ARENA : 60.84
% FINOS : 16.82

CLASIFICACION S. U. C. S. :

TOTAL: 100.00

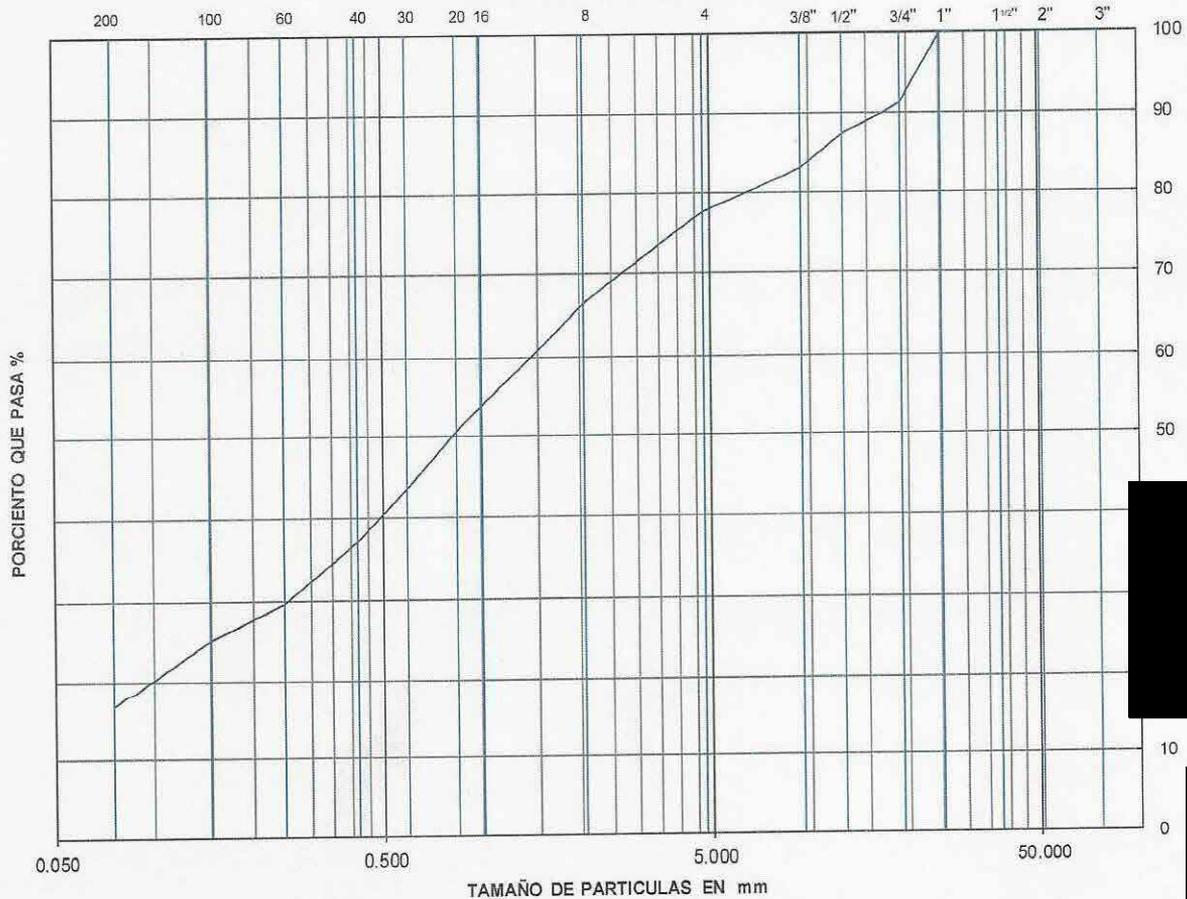


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MALLAS.
Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PROYECTO : CABLEBUS LÍNEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN : AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
0
0
 SONDEO : SM-4
 MUESTRA Nº : 56
 PROFUNDIDAD : 34.40-34.55 m

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : _____
 OBSERVACIONES : _____

CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} =$ _____ $D_{30} =$ 0.257 $D_{60} =$ 1.417
 $D_{50} =$ 0.808 $D_{90} =$ 16.697
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} =$ _____

% GRAVA : 22.34
 % ARENA : 60.84
 % FINOS : 16.82
 S. U. C. S. : 0.00



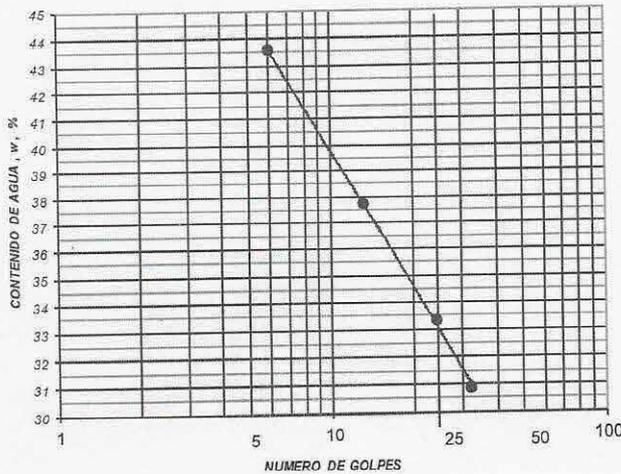
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
 FECHA: 05/01/2023
 SONDEO: SM-4
 MUESTRA No. 4 PROFUNDIDAD 2.60-2.80 m.
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA CON FINOS LIMOSOS CAPE GRISACEO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	4	218	90	24
NUMERO DE GOLPES	32	24	13	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.48	13.45	15.53	15.42
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.93	12.59	14.10	13.73
PESO DEL AGUA (gr)	0.55	0.86	1.43	1.69
PESO DE TARA (gr)	10.15	10.01	10.31	9.85
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.78	2.58	3.79	3.88
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	2.33	3.44	5.22	5.57
CONTENIDO DE AGUA, w, %	30.90	33.33	37.73	43.56



LIMITE LIQUIDO 32.87
 LIMITE PLASTICO, Pw 27.38
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 5.49
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	107	245
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	13.22	13.43
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	12.59	12.72
PESO DEL AGUA (gr)	0.63	0.71
PESO DE TARA (gr)	10.21	10.21
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.38	2.51
CONTENIDO DE AGUA, w, %	26.47	28.29



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA

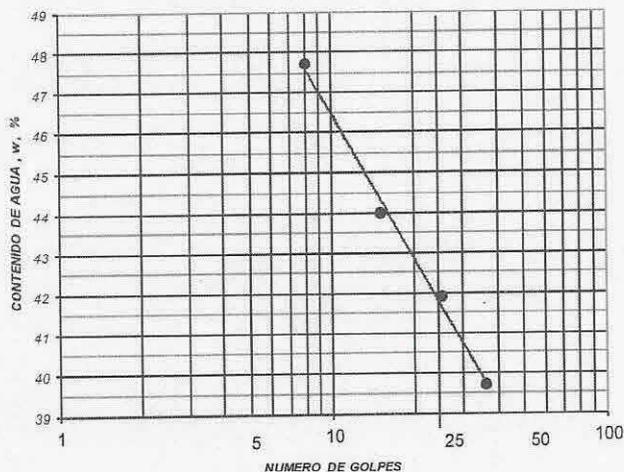
PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28

SONDEO: SM-4
MUESTRA No. 12 PROFUNDIDAD 7.40-7.95 m.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO CON ARENA CAFÉ CLARO
ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	223	79	157	242
NUMERO DE GOLPES	36	25	15	8
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	18.16	17.76	16.51	16.39
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	16.00	15.64	14.64	14.37
PESO DEL AGUA (gr)	2.16	2.12	1.87	2.02
PESO DE TARA (gr)	10.56	10.58	10.39	10.14
PESO DEL SUELO SECO (gr)	5.44	5.06	4.25	4.23
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	7.60	7.18	6.12	6.25
CONTENIDO DE AGUA, w, %	39.71	41.90	44.00	47.75



LIMITE LIQUIDO 41.66
LIMITE PLASTICO, Pw 31.91
INDICE DE PLASTICIDAD, PI 9.75
CONTRACCION LINEAL, CL 4.14
SUCS ML

CONTRACCION LINEAL		
	1	2
LEC. INI.	10.02	10.06
LEC. FIN.	9.61	9.64
C. L.	4.13	4.16

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	99	96
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	11.46	11.71
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.14	11.34
PESO DEL AGUA (gr)	0.32	0.37
PESO DE TARA (gr)	10.11	10.21
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.03	1.13
CONTENIDO DE AGUA, w, %	31.07	32.74



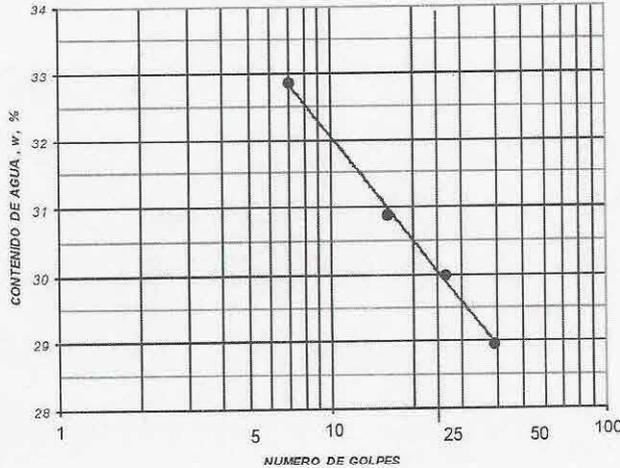
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
 FECHA: 05/01/2023
 SONDEO: SM-4
 MUESTRA No. 16 PROFUNDIDAD 9.80-10.40 m.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	209	5	295	231
NUMERO DE GOLPES	39	26	16	7
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	17.40	17.96	17.17	16.57
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	15.70	16.22	15.61	14.96
PESO DEL AGUA (gr)	1.70	1.74	1.56	1.61
PESO DE TARA (gr)	9.83	10.42	10.56	10.06
PESO DEL SUELO SECO (gr)	5.87	5.80	5.05	4.90
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	7.57	7.54	6.61	6.51
CONTENIDO DE AGUA, w, %	28.96	30.00	30.89	32.86



LIMITE LIQUIDO 29.99
 LIMITE PLASTICO, Pw 26.90
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 3.09
 CONTRACCION LINEAL, CL ✓
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	158	277
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	13.33	12.27
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	12.70	11.82
PESO DEL AGUA (gr)	0.63	0.45
PESO DE TARA (gr)	10.34	10.16
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.36	1.66
CONTENIDO DE AGUA, w, %	26.69	27.11



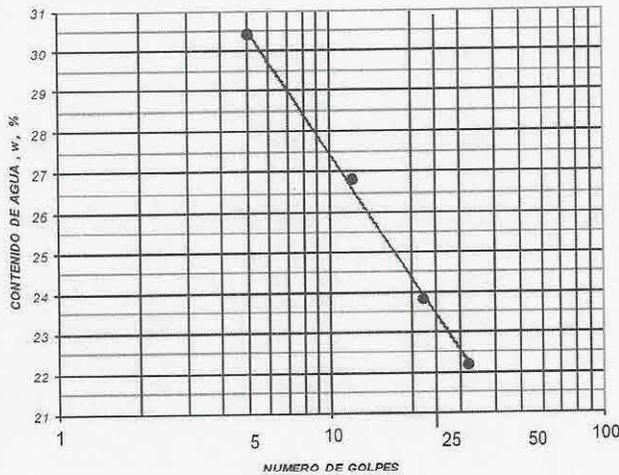
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LÍMITES DE CONSISTENCIA**

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
 SONDEO: SM-4
 MUESTRA No. 33 PROFUNDIDAD 20.00-20.60
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMOSA CAFÉ GRISACEO
 CL-ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LÍMITE LÍQUIDO, L_w

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	153	111	230	1
NÚMERO DE GOLPES	32	22	12	5
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	15.30	15.91	16.99	15.00
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	14.37	14.79	15.53	13.26
PESO DEL AGUA (gr)	0.93	1.12	1.46	1.74
PESO DE TARA (gr)	10.18	10.09	10.08	7.54
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.19	4.70	5.45	5.72
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	5.12	5.82	6.91	7.46
CONTENIDO DE AGUA, w, %	22.20	23.83	26.79	30.42



LÍMITE LÍQUIDO 23.33
 LÍMITE PLÁSTICO, P_w 19.13
 ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD, P_i 4.20
 CONTRACCIÓN LINEAL, CL
 SUCS CL-ML

LÍMITE PLÁSTICO, P_w

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	350	12
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	12.43	12.96
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.95	12.51
PESO DEL AGUA (gr)	0.48	0.45
PESO DE TARA (gr)	9.50	10.10
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.45	2.41
CONTENIDO DE AGUA, w, %	19.59	18.67



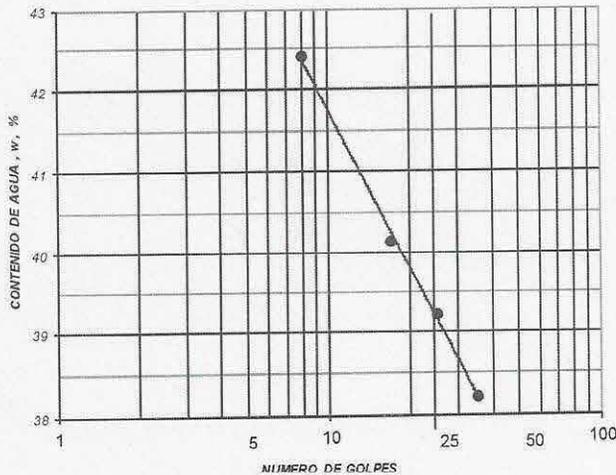
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
 SONDEO: SM-4
 MUESTRA No. 37 PROFUNDIDAD 22.40-22.85 m
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA LIMO CON ARENA CAFÉ OSCURO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	75	220	272	249
NUMERO DE GOLPES	35	25	17	8
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	16.93	15.49	16.04	15.60
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	15.18	14.00	14.39	14.09
PESO DEL AGUA (gr)	1.75	1.49	1.65	1.51
PESO DE TARA (gr)	10.60	10.20	10.28	10.53
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.58	3.80	4.11	3.56
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	6.33	5.29	5.76	5.07
CONTENIDO DE AGUA, w, %	38.21	39.21	40.15	42.42



LIMITE LIQUIDO 39.15
 LIMITE PLASTICO, Pw 28.83
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 10.32
 CONTRACCION LINEAL, CL
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	98	273
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	11.38	11.27
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.11	10.95
PESO DEL AGUA (gr)	0.27	0.32
PESO DE TARA (gr)	10.19	9.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	0.92	1.13
CONTENIDO DE AGUA, w, %	29.35	28.32



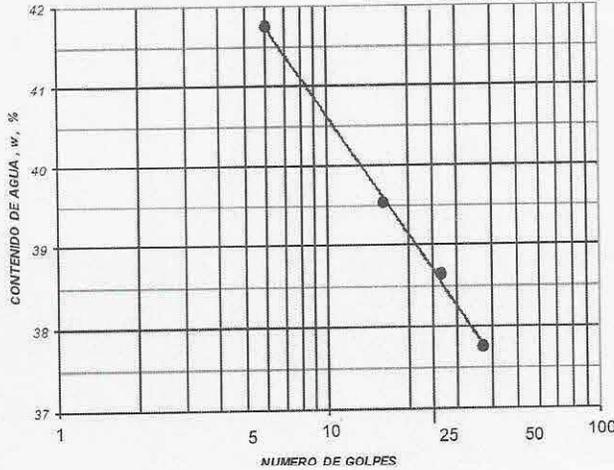
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
 UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28
 SONDEO: SM-4
 MUESTRA No. 47 PROFUNDIDAD 28.40-29.0
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA LIMO CON ARENA CAFÉ OSCURO
 ML

OBSERVACIONES: (MATERIAL CRIBADO POR LA MALLA # 40)
 NORMA: ASTM-D-4318-17

LIMITE LIQUIDO, Lw

MUESTRA No.	1	2	3	4
CAPSULA No.	46	114	3	58
NUMERO DE GOLPES	37	26	16	6
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	15.65	17.37	14.90	15.92
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	14.31	15.40	13.50	14.25
PESO DEL AGUA (gr)	1.34	1.97	1.40	1.67
PESO DE TARA (gr)	10.76	10.30	9.96	10.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.55	5.10	3.54	4.00
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4.89	7.07	4.94	5.67
CONTENIDO DE AGUA, w, %	37.75	38.63	39.55	41.75



LIMITE LIQUIDO 38.63
 LIMITE PLASTICO, Pw 30.74
 INDICE DE PLASTICIDAD, Pi 7.89
 CONTRACCION LINEAL, CL
 SUCS ML

LIMITE PLASTICO, Pw

MUESTRA No.	1	2
CAPSULA No.	69	108
PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (gr)	11.62	11.78
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	11.25	11.40
PESO DEL AGUA (gr)	0.37	0.38
PESO DE TARA (gr)	10.05	10.16
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.20	1.24
CONTENIDO DE AGUA, w, %	30.83	30.65

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 - Marzo 2023



DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO EN MUESTRAS
INALTERADAS POR EL METODO DE LA PARAFINA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : CABLEBUS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES
UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28

FECHA: 02/05/2023

ENSAYE N°	1	2	3	
SONDEO, N°	SM-4	SM-4	SM-4	
MUESTRA, N°	12	39	46	
PROFUNDIDAD, m	7.40-7.95	23.60-24.20	27.80-28.48	
PESO VOLUMETRICO DE LA PARAFINA, γ_p , g/cm ³	0.884	0.884	0.884	
PESO MUESTRA HUMEDA, Wm, g	52.50	95.73	117.96	
PESO MUESTRA CUBIERTA CON PARAFINA, Wmp, g	63.09	112.72	134.96	
VOLUMEN				
LECTURA INICIAL, Ii, cm ³	253.43	253.48	253.38	
LECTURA FINAL, If, cm ³	291.9	320.75	341.21	
TESTIGO DE HUMEDAD				
PESO MUESTRA HUMEDA + TARA, Ph + T, g	52.1	78.82	53.3	
PESO MUESTRA SECA + TARA, Ps + T, g	45.09	66.51	47.08	
PESO DE TARA, T, g	20.44	20.58	20.71	
PESO AGUA, g	7.01	12.31	6.22	
PESO SECO, g	24.65	45.93	26.37	
CONTENIDO DE AGUA	28.44	26.80	23.59	
CALCULOS				
VOLUMEN DESALOJADO: $V_a = I_f - I_i$, cm ³	38.47	67.27	87.83	
VOLUMEN DE PARAFINA: $V_p = W_{mp} - W_m / \rho_p$, cm ³	11.980	19.219	19.231	
VOLUMEN DE LA MUESTRA: $V_m = V_a - V_p$, cm ³	26.490	48.051	68.599	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO: $m = W_m / V_m$, g/cm ³	1.982	1.992	1.720	
PESO VOLUMETRICO SECO, $s = W_m / (1 + w/100)$, g/cm ³	1.543	1.571	1.391	

OBSERVACIONES :

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 - Marzo 2023



DENSIDAD DE SOLIDOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : CABLEBÚS LINEA 3 VASCO DE QUIROGA A CONSTITUYENTES

UBICACIÓN: AV. CONSTITUYENTES TORRE 28

SONDEO: SM-4

HOJA 1 DE 2

MUESTRA	PROFUNDIDAD m	PIC No	TEMP °C	PIC+Ww gr	PIC+Ww+Ws gr	Wbws gr	Wbw gr	Ws gr	Vs cm3	Ss
4	2.60-2.80	1	23.00	158.52	208.66	686.22	657.02	50.14	20.94	2.394
		13	23.00	176.25	226.45	704.06	674.99	50.20	21.13	2.376
6	3.80-4.10	6	23.00	162.30	212.37	689.93	660.91	50.07	21.05	2.379
		7	23.00	159.89	210.07	687.82	658.73	50.18	21.09	2.379
										2.379
12	7.40-7.95	8	23.00	164.92	215.17	692.59	662.91	50.25	20.57	2.443
		9	23.00	165.88	216.04	693.68	664.17	50.16	20.65	2.429
										2.436
16	9.80-10.40	10	23.00	161.48	211.55	689.48	659.94	50.07	20.53	2.439
		11	23.00	173.56	223.82	701.97	672.42	50.26	20.71	2.427
										2.433

FORMULA

$$Ws = (PIC+Ww+Ws)-(PIC+Ww)$$

$$Vs = Ws+Wbws$$

OBSERVACIONES :

NORMA:

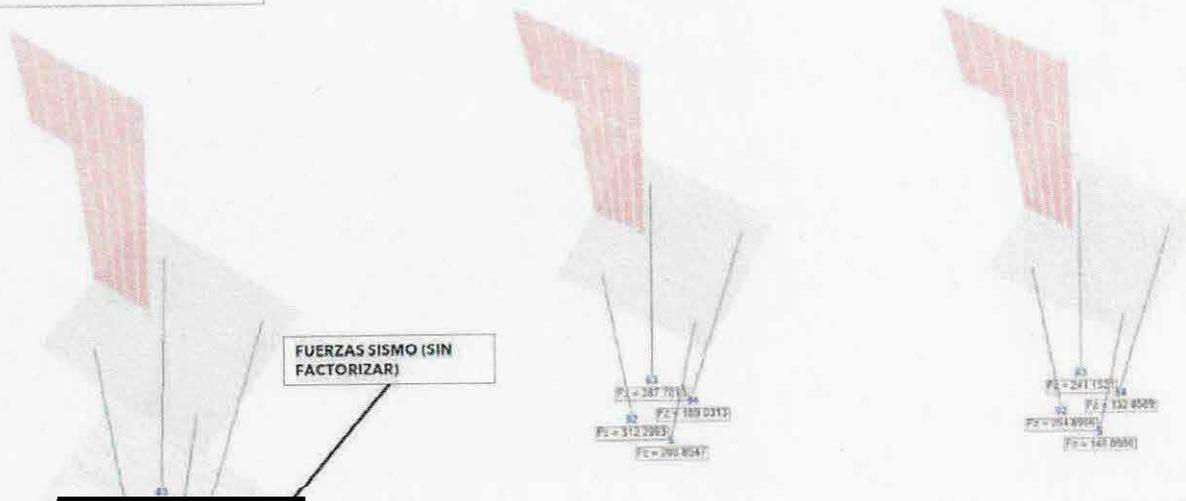
13. ANEXO 4. CARGAS ACTUANTES EN TORRE TIPO, EXCÉNTRICA

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

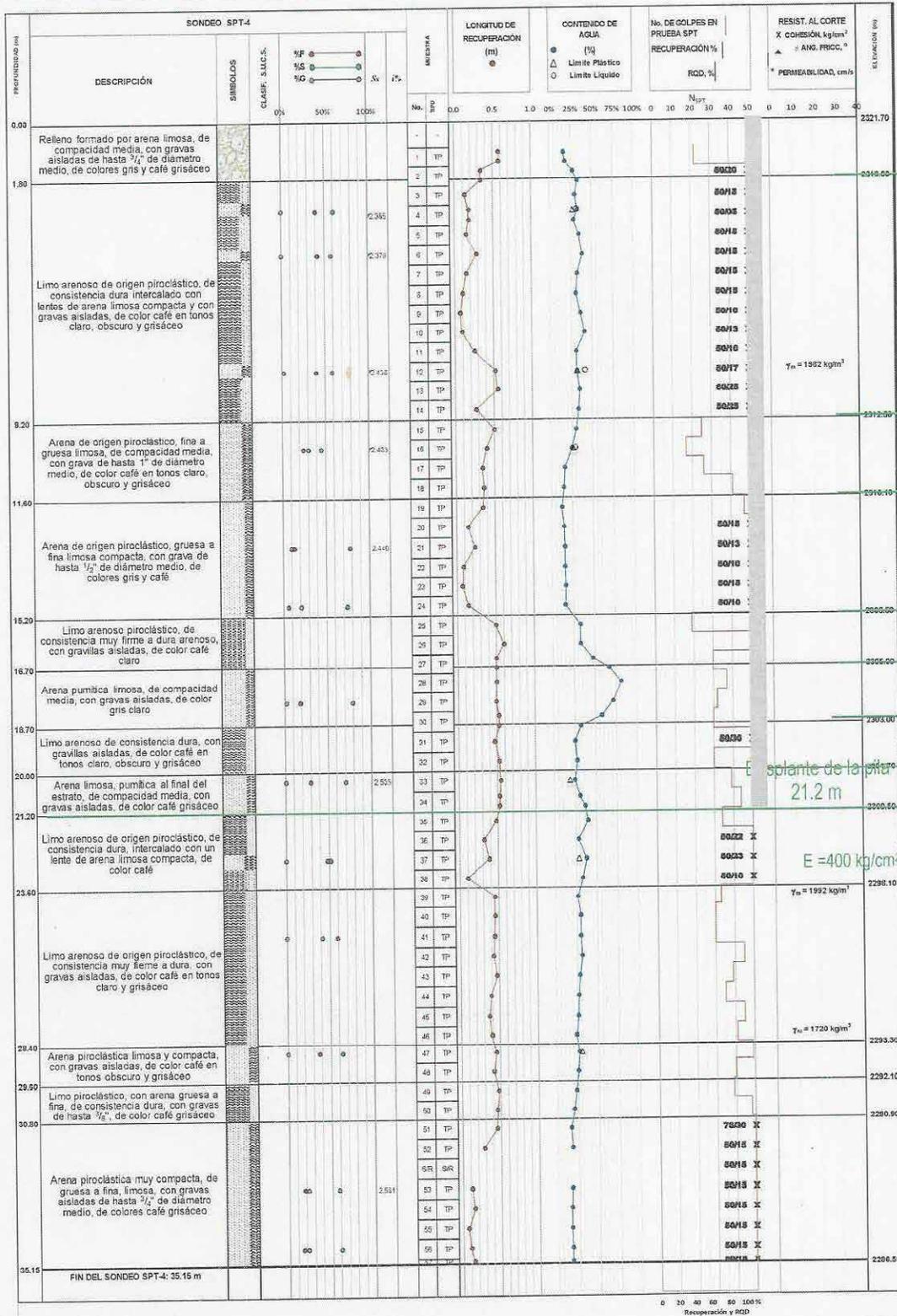


MODELO CON CIMENTACION



FUERA DE SERVICIO (CARGAS FACTORIZADAS)
SUM = 775 TN
INCLUYE PESO DE 4 PILAS DE
DIAMETRO Y 28 M DE PROFUN

14. ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO



SIMBOLOGÍA

- ARENA
- CONCRETO HIDRAULICO
- ROCLITA
- PÉRDIDA DE AGUA
- ARCILLA
- LIMO
- GRAVA
- CAPA SUPERFICIAL

NOMENCLATURA

- FA: Porcentaje de arena
- FL: Porcentaje de limo
- FS: Porcentaje de grava
- FC: Porcentaje de arcilla
- FSR: Suelo con presencia de arena
- SFR: Suelo con presencia de arcilla
- SFRX: Suelo con presencia de arena y arcilla

COORDENADAS DEL SONDEO

E = 478.662
N = 2145.750
Z = 2321.70

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES – LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO SPT-4 (TORRE 28)

CDMIX, Enero de 2023 | FIGURA 7

Cablebús Línea 3, Torre No. 28, Constituyentes, CDMX

5.1.- Datos para la obtención de los diagramas de presiones verticales iniciales del subsuelo.
(Considerando la propuesta de cimentación:

N.A.F. > 35.15 m (Elev < 2303.85 m)

SONDEO : SPT-4

Profundidad, m	Prof. Media	Espesor del estrato, m	Densidad de Sólidos	Contenido de agua	Grado de Saturación, %	Peso vol. t/m ³	Presión total, t/m ² Parcial	Presión de poro Acumulada t/m ²	Presión efectiva t/m ²	Presión efectiva media, t/m ²
0.00	0.80	0.40	2.383	16.59%	50%	1.552	1.24	1.24	0.00	1.24
0.80	1.10	0.95	2.383	16.59%	50%	1.552	0.47	1.71	0.00	1.71
1.10	1.40	1.25	2.383	18.34%	50%	1.505	0.45	2.16	0.00	2.16
1.40	1.80	1.60	2.383	27.58%	50%	1.314	0.53	2.68	0.00	2.68
1.80	2.00	1.90	2.385	32.85%	70%	1.495	0.30	2.98	0.00	2.98
2.00	2.60	2.30	2.385	30.06%	70%	1.532	0.92	3.90	0.00	3.90
2.60	2.90	2.75	2.385	32.67%	70%	1.497	0.45	4.35	0.00	4.35
2.90	3.20	3.05	2.385	28.48%	70%	1.555	0.47	4.82	0.00	4.82
3.20	3.80	3.50	2.379	34.20%	70%	1.477	0.89	5.70	0.00	5.70
3.80	4.40	4.10	2.379	36.21%	70%	1.430	0.86	6.56	0.00	6.56
4.40	5.00	4.70	2.379	32.16%	70%	1.502	0.90	7.46	0.00	7.46
5.00	5.60	5.30	2.379	30.72%	70%	1.521	0.91	8.38	0.00	8.38
5.60	6.20	5.90	2.379	35.69%	70%	1.459	0.88	9.25	0.00	9.25
6.20	6.80	6.50	2.379	40.60%	70%	1.405	0.84	10.09	0.00	10.09
6.80	7.40	7.10	2.436	30.77%	70%	1.538	0.92	11.02	0.00	11.02
7.40	8.00	7.70	2.436	30.97%	70%	1.536	0.92	11.94	0.00	11.94
8.00	8.60	8.30	2.436	34.09%	76%	1.494	0.90	12.84	0.00	12.84
8.60	9.20	8.90	2.436	32.86%	70%	1.510	0.91	13.74	0.00	13.74
9.20	9.80	9.50	2.433	28.82%	70%	1.554	0.93	14.67	0.00	14.67
9.80	10.40	10.10	2.433	24.48%	70%	1.636	0.98	15.66	0.00	15.66
10.40	11.00	10.70	2.433	16.13%	70%	1.810	1.09	16.74	0.00	16.74
11.00	11.60	11.30	2.433	14.22%	70%	1.860	1.12	17.86	0.00	17.86
11.60	12.20	11.90	2.440	12.26%	70%	1.919	1.15	19.01	0.00	19.01
12.20	12.80	12.50	2.440	13.93%	70%	1.871	1.12	20.13	0.00	20.13
12.80	13.40	13.10	2.440	14.88%	70%	1.849	0.99	21.12	0.00	21.12
13.40	14.00	13.70	2.440	14.93%	70%	1.650	0.99	22.11	0.00	22.11
14.00	14.60	14.30	2.440	15.57%	70%	1.659	1.00	23.11	0.00	23.11
14.60	15.20	14.90	2.440	15.00%	70%	1.651	0.99	24.10	0.00	24.10
15.20	15.80	15.50	2.440	32.71%	90%	1.704	1.02	25.12	0.00	25.12
15.80	16.40	16.10	2.599	32.38%	90%	1.811	1.09	26.21	0.00	26.21
16.40	16.70	16.55	2.599	47.34%	90%	2.015	0.60	26.81	0.00	26.81
16.70	17.00	16.85	2.535	66.35%	100%	2.108	0.63	27.44	0.00	27.44
17.00	17.60	17.30	2.535	60.97%	100%	2.294	1.38	28.82	0.00	28.82
17.60	18.20	17.90	2.535	71.22%	100%	2.170	1.30	30.12	0.00	30.12
18.20	18.70	18.45	2.535	57.47%	100%	1.996	1.00	31.12	0.00	31.12
18.70	18.80	18.75	2.547	31.90%	90%	1.768	0.16	31.90	0.00	31.90
18.80	19.40	19.10	2.547	24.73%	90%	1.672	1.00	32.30	0.00	32.30
19.40	20.00	19.70	2.547	27.36%	80%	1.707	1.02	33.32	0.00	33.32
20.00	20.60	20.30	2.547	23.96%	90%	1.662	1.00	34.32	0.00	34.32
20.60	20.90	20.75	2.547	30.70%	90%	1.752	0.53	34.85	0.00	34.85
20.90	21.20	21.05	2.547	36.72%	90%	1.833	0.55	35.40	0.00	35.40
21.20	21.80	21.50	2.500	39.90%	90%	1.841	1.10	36.50	0.00	36.50
21.80	22.40	22.10	2.500	28.20%	90%	1.667	1.01	37.51	0.00	37.51
22.40	23.00	22.70	2.500	37.17%	90%	1.805	1.08	38.60	0.00	38.60
23.00	23.60	23.30	2.500	33.05%	90%	1.751	1.05	39.65	0.00	39.65
23.60	24.20	23.90	2.500	26.64%	90%	1.666	1.00	40.65	0.00	40.65
24.20	24.80	24.50	2.500	29.91%	90%	1.709	1.03	41.67	0.00	41.67
24.80	25.40	25.10	2.500	28.65%	90%	1.706	1.02	42.69	0.00	42.69
25.40	26.00	25.70	2.500	30.95%	90%	1.723	1.03	43.73	0.00	43.73
26.00	26.60	26.30	2.500	28.21%	90%	1.687	1.01	44.74	0.00	44.74
26.60	27.20	26.90	2.500	26.99%	90%	1.671	1.00	45.74	0.00	45.74
27.20	27.80	27.50	2.500	26.19%	90%	1.660	1.00	46.74	0.00	46.74
27.80	28.40	28.10	2.500	23.18%	90%	1.621	0.97	47.71	0.00	47.71
28.40	29.00	28.70	2.547	26.45%	90%	1.696	1.02	48.73	0.00	48.73
29.00	29.60	29.30	2.547	24.69%	90%	1.672	1.00	49.73	0.00	49.73
29.60	30.20	29.90	2.500	22.59%	90%	1.613	0.97	50.70	0.00	50.70
30.20	30.80	30.50	2.500	19.94%	90%	1.578	0.95	51.65	0.00	51.65
30.80	31.40	31.10	2.581	15.87%	90%	1.574	0.94	52.59	0.00	52.59
31.40	32.00	31.70	2.581	17.21%	90%	1.592	0.96	53.55	0.00	53.55
32.00	32.60	32.30	2.581	17.21%	90%	1.592	0.96	54.50	0.00	54.50
32.60	33.20	32.90	2.581	16.30%	90%	1.580	0.95	55.45	0.00	55.45
33.20	33.80	33.50	2.581	16.18%	90%	1.578	0.95	56.40	0.00	56.40
33.80	34.40	34.10	2.581	15.93%	90%	1.575	0.94	57.34	0.00	57.34
34.40	35.00	34.70	2.581	16.63%	90%	1.587	0.95	58.29	0.00	58.29
35.00	35.15	35.08	2.581	16.68%	90%	1.585	0.24	58.53	0.00	58.53

NOTA: 1. Los números en color verde y negro son datos del sondeo considerado en el análisis.
y los de color rojo son los cálculos realizados.
2. La profundidad esta en relación al Nivel de Terreno Natural NTN 0.00, para fines de cálculos.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CJ-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

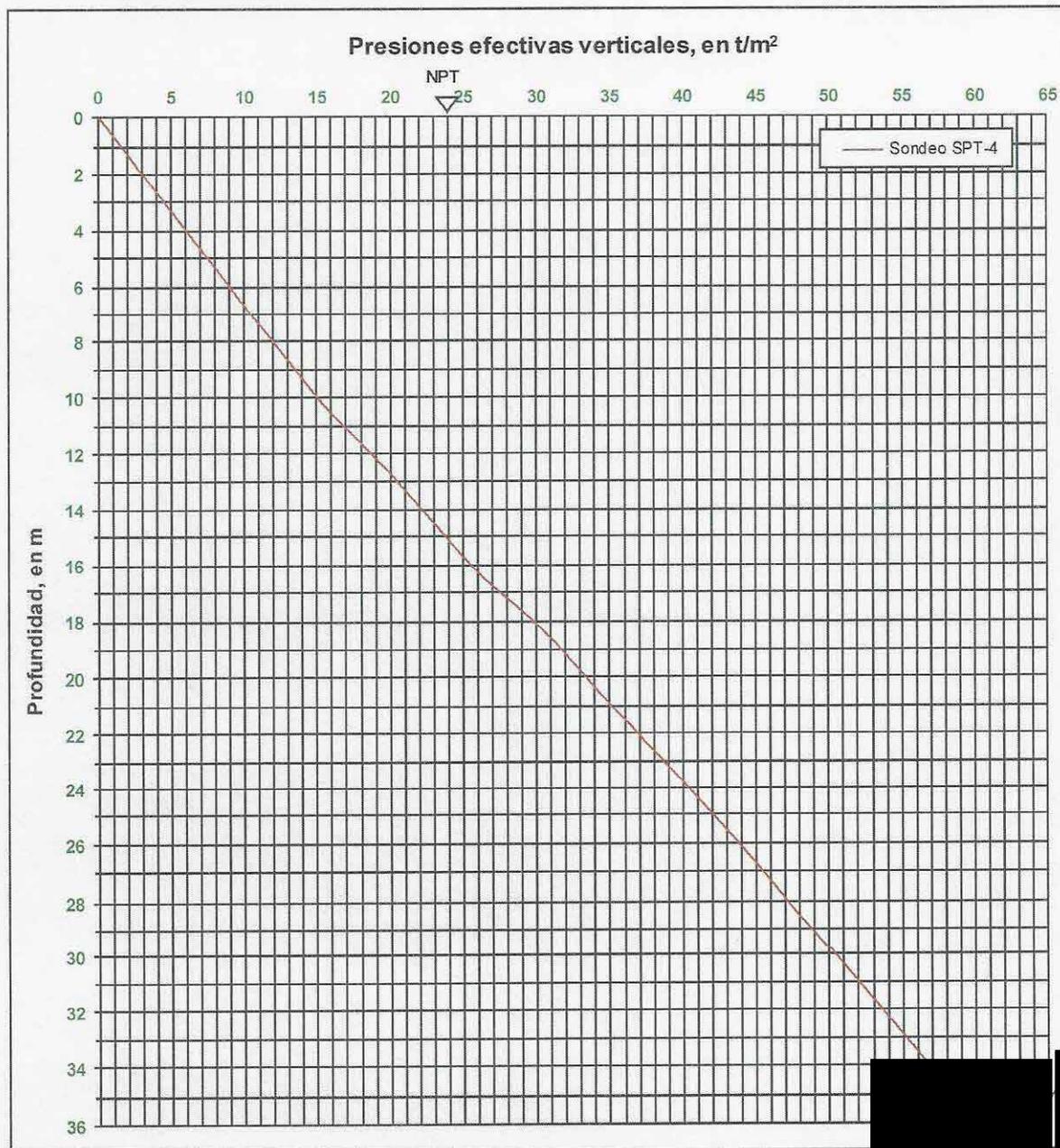
Estrato No.	Profundidad, m		Cohesión, c, t/m ²	Ángulo de fricción, φ, grados	Peso volumétrico, γm, t/m ³	Módulo de Elasticidad, E, kg/cm ²	Relación de Poisson, ν	Suelo
	De	a						
1	0.00	1.80	0.4	33.3	1.314	400	0.30	Relleno de arena limosa, de compactación media, con gravas
2	1.80	9.20	31.4	10.0	1.497	400	0.40	Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura
3	9.20	11.60	2.0	32.9	1.715	400	0.30	Arena de origen piroclástico, fina a gruesa limosa, media
4	11.60	15.20	2.0	36.0	1.733	850	0.30	Arena de origen piroclástico, gruesa a fina limosa compacta
5	15.20	16.70	12.8	10.0	1.843	400	0.40	Limo arenoso piroclástico, muy firme a duro, arenoso
6	16.70	18.70	2.0	32.5	2.142	400	0.30	Arena pumítica limosa, compactación media, con gravas aisladas
7	18.70	20.00	12.8	10.0	1.672	400	0.40	Limo arenoso de consistencia dura, con gravillas aisladas
8	20.00	21.20	2.0	35.3	1.662	400	0.30	Arena limosa, pumítica al final del estrato, media
9	21.20	23.60	15.0	10.0	1.687	400	0.40	Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura
10	23.60	28.40	10.7	10.0	1.680	400	0.40	Limo arenoso piroclástico, consistencia muy firme a dura
11	28.40	29.60	2.0	34.6	1.684	850	0.30	Arena piroclástica limosa y compacta, con gravas aisladas
12	29.60	30.80	12.4	10.0	1.596	400	0.40	Limo piroclástico, con arena gruesa a fina, de consistencia dura
13	30.80	35.15	12.3	35.0	1.574	850	0.30	Arena pumítica, limosa, compacta a muy compacta, con gravas

Análisis Geotécnico

5.2.- Determinación de presiones efectivas geostáticas

Sondeos empleados: **SPT-4**

Elevación del brocal de **2321.70** msnm



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-III-S2-ES_CI-INP-E4E5-T27-001=R01

Revisión 1 – Marzo 2023

9.1.- Capacidad de carga admisible pilas de concreto

Capacidad de carga por fricción, Normas Técnicas Complementarias

Suelo predominantemente granular:

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^n \rho_{vi} \beta_i L_i$$

Suelo predominantemente cohesivo:

$$C_f^m = P_p F_R \sum_{i=1}^n \alpha_i c_{ui} L_i$$

$$\alpha_i = 0.5 (\bar{\rho}_{vi} / c_{ui})^{0.5}$$

$$F_R = 0.65$$

Df= 20 m

$$\beta_i = 1.5 - 0.24 \sqrt{z_i}; \quad 0.25 \leq \beta \leq 1.2$$

Pila de 1.00 m de diámetro NAF > a 34.70 m de profundidad, $\gamma_s = 10 \text{ kN/m}^3$

Estrato	Suelo Predominante	Profundidad, m		Longitud, m	Área lateral, m ²	Profundidad media, z, m	Esfuerzo efectivo, ton/m ²	Cohesión (t/m ²)	α	β	CF, ton	Suma de Carga, t.Cf, ton
1	Cohesivo	2.00	9.20	7.20	22.62	5.60	8.47	31.43	0.30	0.93	138.6	138.6
2	Friccionante	9.20	11.60	2.40	7.54	10.40	16.23	2.00	-	0.73	57.8	196.4
3	Friccionante	11.60	15.20	3.60	11.31	13.40	21.60	2.00	-	0.62	98.7	295.1
4	Cohesivo	15.20	16.70	1.50	4.71	15.95	26.04	12.78	0.71	0.54	27.9	323.0
5	Friccionante	16.70	18.70	2.00	6.28	17.70	29.38	2.00	-	0.49	58.8	381.8
6	Cohesivo	18.70	20.00	1.30	4.08	19.35	32.31	12.78	0.79	0.44	27.0	408.8
7	Friccionante	20.00	21.20	1.20	3.77	20.60	34.85	2.00	-	0.41	35.1	443.9

Pila de 1.20 m de diámetro

Estrato	Suelo Predominante	Profundidad, m		Longitud, m	Área lateral, m ²	Profundidad media, z, m	Esfuerzo efectivo, ton/m ²	Cohesión (t/m ²)	α	β	CF, ton	Suma de Carga, t.Cf, ton
1	Cohesivo	2.00	9.20	7.20	27.14	5.60	8.47	31.43	0.3	0.93	166.4	166.4
2	Friccionante	9.20	11.60	2.40	9.05	10.40	16.23	2.00	-	0.73	69.3	235.7
3	Friccionante	11.60	15.20	3.60	13.57	13.40	21.60	2.00	-	0.62	118.4	354.1
4	Cohesivo	15.20	16.70	1.50	5.65	15.95	26.04	12.78	0.71	0.54	33.5	387.6
5	Friccionante	16.70	18.70	2.00	7.54	17.70	29.38	2.00	-	0.49	70.6	458.2
6	Cohesivo	18.70	20.00	1.30	4.90	19.35	32.31	12.78	0.79	0.44	32.4	490.6
7	Friccionante	20.00	21.20	1.20	4.52	20.60	34.85	2.00	-	0.41	42.1	532.7

Pila de 1.40 m de diámetro

Estrato	Suelo Predominante	Profundidad, m		Longitud, m	Área lateral, m ²	Profundidad media, z, m	Esfuerzo efectivo, ton/m ²	Cohesión (t/m ²)	α	β	CF, ton	Suma de Carga, t.Cf, ton
1	Cohesivo	2.00	9.20	7.20	31.67	5.60	8.47	31.43	0.30	0.93	194.1	194.1
2	Friccionante	9.20	11.60	2.40	10.56	10.40	16.23	2.00	-	0.73	80.9	275.0
3	Friccionante	11.60	15.20	3.60	15.83	13.40	21.60	2.00	-	0.62	138.1	413.1
4	Cohesivo	15.20	16.70	1.50	6.60	15.95	26.04	12.78	0.71	0.54	39.1	452.2
5	Friccionante	16.70	18.70	2.00	8.80	17.70	29.38	2.00	-	0.49	82.3	534.6
6	Cohesivo	18.70	20.00	1.30	5.72	19.35	32.31	12.78	0.79	0.44	37.8	572.3
7	Friccionante	20.00	21.20	1.20	5.28	20.60	34.85	2.00	-	0.41	49.1	621.4

Pila de 1.60 m de diámetro

Estrato	Suelo Predominante	Profundidad, m		Longitud, m	Área lateral, m ²	Profundidad media, z, m	Esfuerzo efectivo, ton/m ²	Cohesión (t/m ²)	α	β	CF, ton	Suma de Carga, t.Cf, ton
1	Cohesivo	2.00	9.20	7.20	36.19	5.60	8.47	31.43	0.30	0.93	221.8	221.8
2	Friccionante	9.20	11.60	2.40	12.06	10.40	16.23	2.00	-	0.73	92.4	314.2
3	Friccionante	11.60	15.20	3.60	18.10	13.40	21.60	2.00	-	0.62	157.9	472.1
4	Cohesivo	15.20	16.70	1.50	7.54	15.95	26.04	12.78	0.71	0.54	44.7	516.8
5	Friccionante	16.70	18.70	2.00	10.05	17.70	29.38	2.00	-	0.49	94.1	610.9
6	Cohesivo	18.70	20.00	1.30	6.53	19.35	32.31	12.78	0.79	0.44	43.2	654.1
7	Friccionante	20.00	21.20	1.20	6.93	20.60	34.85	2.00	-	0.41	56.1	710.2

RECOMENDACIONES PARA RESISTIR LAS CARGAS FACTORIZADAS DE PROYECTO

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA - NTC

donde:

- A_p es el área transversal de la base de la pila o del pilote;
- p_v es la presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes o pilas; se tomará igual a 0.65;
- c_u es la cohesión aparente del suelo de apoyo determinada en ensaye triaxial no-consolidado no-drenado (UU) y
- N_c^* es el coeficiente de capacidad de carga definido en la tabla 3.5.1.

Tabla 3.5.1 Coeficiente

ϕ_u	0°
N_c^*	7

$$C_p = (c_u N_c^* F_R + p_v) A_p$$

Carga aplicada:

$P_a =$
 $P_u =$

$\gamma_w = 1.00$

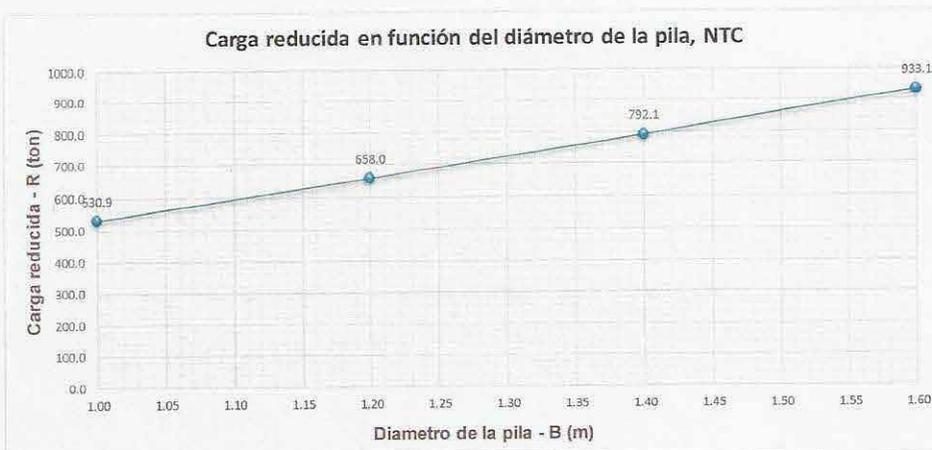
Empotramiento a partir de 20.00

Sondeo SM-02.- Empotramiento a partir de 20.00

PILAS, $D_f = 21.20$

B	C_u	ϕ	A_p	P_v	P'_v	N_c	C_f	F_R	C_p	R	Qt
m	t/m ²	°	m ²	t/m ²	t/m ²	-	t	-	t	t	t
1.00	14.95	10.0	0.79	35.40	35.40	13.0	443.9	0.65	127.0	530.9	489.9
1.20	14.95	10.0	1.13	35.40	35.40	13.0	532.7	0.65	182.9	658.0	570.1
1.40	14.95	10.0	1.54	35.40	35.40	13.0	621.4	0.65	249.0	792.1	672.3
1.60	14.95	10.0	2.01	35.40	35.40	13.0	710.2	0.65	325.2	933.1	776.7

Carga reducida en función del diámetro de la pila, NTC



Capacidades de carga de pilas, Marzo 2023. T-28 LÍNEA 3 DE CABLEBÚS

Diametro de pila m	Área lateral, A_l m ²	Área de punta A_p m ²	Capacidad por fricción, C_f t	Capacidad por punta, C t	Peso de pila t	Capacidad de carga reducida, R t	Compresión t	Tensión t	Deformación, cm	Esf, kg/cm2	K_v , ton/cm
1.0	60.3	0.785	443.9	127.0	36.2	534.7	534.7	467.4	2.8	48.6	135.4
1.2	72.4	1.131	532.7	182.9	52.1	663.5	663.5	566.6	2.3	41.9	204.3
1.4	84.5	1.539	621.4	249.0	70.9	799.5	799.5	667.5	2.0	37.1	289.9

14a.- Estimación del Módulo de Reacción Horizontal (k_h)

a) ESTÁTICOS: k_h

En suelos predominantemente friccionantes:

$$k_h = n_h \frac{z}{d}$$

Donde:

k_h = Módulo de reacción horizontal del suelo, en MN/m³

n_h = Coeficiente de variación de la reacción lateral del suelo, en MN/m³

z = Profundidad, en m.

D = diámetro de la pila, m = 1.00 m

$$1.00 \frac{\text{MN}}{\text{m}^3} = 0.102 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

Compacidad o Consistencia	n_h	z	k_h	k_h	k_{hc}	Profundidad, m	
	MN/m ³	m	MN/m ³	kg/cm ³	kg/cm ³	de	a
Relleno de arena limosa, de compacidad media, con gravas	5.5	0.90	4.95	0.50	0.25	0.00	1.80
Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura	5	5.50	27.50	2.81	1.40	1.80	9.20
Arena de origen piroclástico, fina a gruesa limosa, media	5.5	10.40	57.20	5.83	2.92	9.20	11.60
Arena de origen piroclástico, gruesa a fina limosa compacta	15.0	13.40	201.00	20.50	10.25	11.60	15.20
Limo arenoso piroclástico, muy firme a duro, arenoso	5.0	15.95	79.75	8.13	4.07	15.20	16.70
Arena pumítica limosa, compacidad media, con gravas aisladas	5.5	17.70	97.35	9.93	4.96	16.70	18.70
Limo arenoso de consistencia dura, con gravillas aisladas	5.0	19.35	96.75	9.87	4.93	18.70	20.00
Arena limosa, pumítica al final del estrato, media	5.5	20.60	113.30	11.56	5.78	20.00	21.20

b) CÍCLICOS: MRHc

El valor del Módulo de Reacción Lateral MRHc decrece del orden de un 25% del valor inicial para suelos blandos o sueltos y del orden del 50% del valor inicial para suelos duros o compactos, Ref. 7

14a.- Estimación del Módulo de Reacción Horizontal (k_h)

a) ESTÁTICOS: k_h

$$k_h = n_h \frac{z}{d}$$

Donde:

k_h = Módulo de reacción horizontal del suelo, en MN/m³

n_h = Coeficiente de variación de la reacción lateral del suelo, en MN/m³

z = Profundidad, en m.

D = diámetro de la pila, m = 1.20 m

$$1.00 \frac{\text{MN}}{\text{m}^3} = 0.102 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

Compacidad o Consistencia	n_h	z	k_h	k_h	k_{hc}	Profundidad, m	
	MN/m ³	m	MN/m ³	kg/cm ³	kg/cm ³	de	a
Relleno de arena limosa, de compactad media, con gravas	5.5	0.90	4.13	0.42	0.21	0.00	1.80
Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura	5	5.50	22.92	2.34	1.17	1.80	9.20
Arena de origen piroclástico, fina a gruesa limosa, media	5.5	10.40	47.67	4.86	2.43	9.20	11.60
Arena de origen piroclástico, gruesa a fina limosa compacta	15.0	13.40	167.50	17.09	8.54	11.60	15.20
Limo arenoso piroclástico, muy firme a duro, arenoso	5.0	15.95	66.46	6.78	3.39	15.20	16.70
Arena pumítica limosa, compactad media, con gravas aisladas	5.5	17.70	81.13	8.27	4.14	16.70	18.70
Limo arenoso de consistencia dura, con gravillas aisladas	5.0	19.35	80.63	8.22	4.11	18.70	20.00
Arena limosa, pumítica al final del estrato, media	5.5	20.60	94.42	9.63	4.82	20.00	21.20

b) CÍCLICOS: MRHc

El valor del Módulo de Reacción Lateral MRHc decrece del orden de un 25% del valor inicial para suelos blandos o sueltos y del orden del 50% del valor inicial para suelos duros o compactos, Ref. 7

14a.- Estimación del Módulo de Reacción Horizontal (k_h)

a) ESTÁTICOS: k_h

$$k_h = n_h \frac{z}{d}$$

Donde:

k_h = Módulo de reacción horizontal del suelo, en MN/m³

n_h = Coeficiente de variación de la reacción lateral del suelo, en MN/m³

z = Profundidad, en m.

D = diámetro de la pila, m =

1.40 m

$$1.00 \frac{\text{MN}}{\text{m}^3} = 0.102 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

Compacidad o Consistencia	n_h	z	k_h	k_h	k_{hc}	Profundidad, m	
	MN/m ³	m	MN/m ³	kg/cm ³	kg/cm ³	de	a
Relleno de arena limosa, de compacidad media, con gravas	5.5	0.90	3.54	0.36	0.18	0.00	1.80
Limo arenoso de origen piroclástico, de consistencia dura	5	5.50	19.64	2.00	1.00	1.80	9.20
Arena de origen piroclástico, fina a gruesa limosa, media	5.5	10.40	40.86	4.17	2.08	9.20	11.60
Arena de origen piroclástico, gruesa a fina limosa compacta	15.0	13.40	143.57	14.64	7.32	11.60	15.20
Limo arenoso piroclástico, muy firme a duro, arenoso	5.0	15.95	56.96	5.81	2.91	15.20	16.70
Arena pumítica limosa, compacidad media, con gravas aisladas	5.5	17.70	69.54	7.09	3.55	16.70	18.70
Limo arenoso de consistencia dura, con gravillas aisladas	5.0	19.35	69.11	7.05	3.52	18.70	20.00
Arena limosa, pumítica al final del estrato, media	5.5	20.60	80.93	8.25	4.13	20.00	21.20

b) CÍCLICOS: MRHc

El valor del Módulo de Reacción Lateral MRHc decrece del orden de un 25% del valor inicial para suelos blandos o sueltos y del orden del 50% del valor inicial para suelos duros o compactos, Ref. 7

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

PROYECTO INTEGRAL DE LA "CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES- LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3" DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

 	
CONTROL DE DOCUMENTOS	
<input type="checkbox"/> Autorizado para construcción	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Autorizado para implementación	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Solo para información	Fecha _____
<input type="checkbox"/> Obsoleto	Fecha _____
Copia Controlada para:	<u>SUPERVISIÓN CABLEBUS L3</u>
Autoriza: _____	

Autorizó.

Contenido

1.	ANTECEDENTES.....	3
2.	OBJETO	3
3.	ALCANCES	3
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y UBICACIÓN DE LA TORRE 29	3
5.	CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO	5
5.1	INFORMACIÓN GEOTÉCNICA DISPONIBLE	5
5.2	EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....	5
5.3	ENSAYES DE LABORATORIO	5
5.4	INTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA	5
5.5	MODELO GEOMECÁNICO	7
6.	DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN	8
6.1	CARGAS ACTUANTES.....	8
6.2	SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN	8
6.3	ESTADOS LÍMITE DE FALLA	9
6.4	ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	11
7.	PASO A DESNIVEL	12
8.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	13
8.1	PREPARACIÓN DE ÁREAS.....	13
8.2	PILAS.....	13
8.3	EXCAVACIÓN.....	15
8.4	MINAS.....	15
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
10.	ANEXO 1. MEMORIA FOTOGRÁFICA	20
11.	ANEXO 2. PERFIL DE SONDEOS Y REGISTROS DE CAMPO	24
12.	ANEXO 3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO	34
13.	ANEXO 4. CARGAS ACTUANTES EN UNA TORRE TIPO CONCÉNTRICA	48
14.	ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO	54

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 - Trazo de la línea 3 del cablebús.....	4
---	---

Índice de Tablas

Tabla 1. Estaciones del Sistema de Transporte Público Cablebús Línea 3	4
Tabla 2. Modelo geomecánico de diseño.....	7
Tabla 3 Valores de N_{max} y N_{min}	9
Tabla 4. Capacidades de carga reducida para pilas de cimentación	10
Tabla 5. Asentamientos y constantes de resorte vertical para pilas.....	11
Tabla 6. Módulos de reacción horizontal para pilas.....	12

Índice de Figuras

Figura 1. Croquis de localización y ubicación de sondeos, T-29	
Figura 2. Zonificación geotécnica de la Ciudad de México	
Figura 3. Corte estratigráfico y solución de cimentación, T-29	
Figura 4. Procedimiento de excavación, T-29	

1. ANTECEDENTES

Con el propósito de cumplir con los términos de referencia del proyecto "CONSTRUCCIÓN CIRCUITO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE INTERNO (VASCO DE QUIROGA A METRO CONSTITUYENTES - LOS PINOS), CABLEBÚS LÍNEA 3" DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO. El consorcio solicito a la empresa LIEC S.A. DE C.V, realizar el presente estudio de mecánica de suelos para la Torre 29, del proyecto correspondiente al sistema de transporte urbano, Cablebús, línea 3, que se extenderá del Complejo Cultural Los Pinos (Calzada del Rey, S/N, Chapultepec Primera sección, Alcaldía Miguel Hidalgo) a la Av. Vasco de Quiroga, Alcaldía Álvaro Obregón.

La Torre 29; con coordenadas X= 478,825.8677; Y= 2,145,859.4068 se ubicará sobre la banqueta de la Av. Constituyentes, Alcaldía Miguel Hidalgo, CDMX (Fig. 1).

2. OBJETO

Con base en los resultados de la exploración geotécnica, de las pruebas de laboratorio, de la geometría y de las cargas del proyecto, se determinaron las condiciones estratigráficas del sitio, así como la solución de cimentación y su nivel de desplante, la capacidad de carga reducida del suelo y los asentamientos que se presentarán en la masa. También el cumplimiento con la revisión de los estados límite de falla y de servicio. Todo lo anterior, en pleno cumplimiento de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones (Ref. 1).

3. ALCANCES

En el presente informe se describen los criterios geotécnicos con los cuales se elaborará el proyecto ejecutivo de la Torre 29 del sistema Cablebús, L-3. Este documento contempla los criterios de diseño, el marco legal y la descripción del desarrollo de diseño de las Estaciones que conforman el proyecto.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y UBICACIÓN DE LA TORRE 29

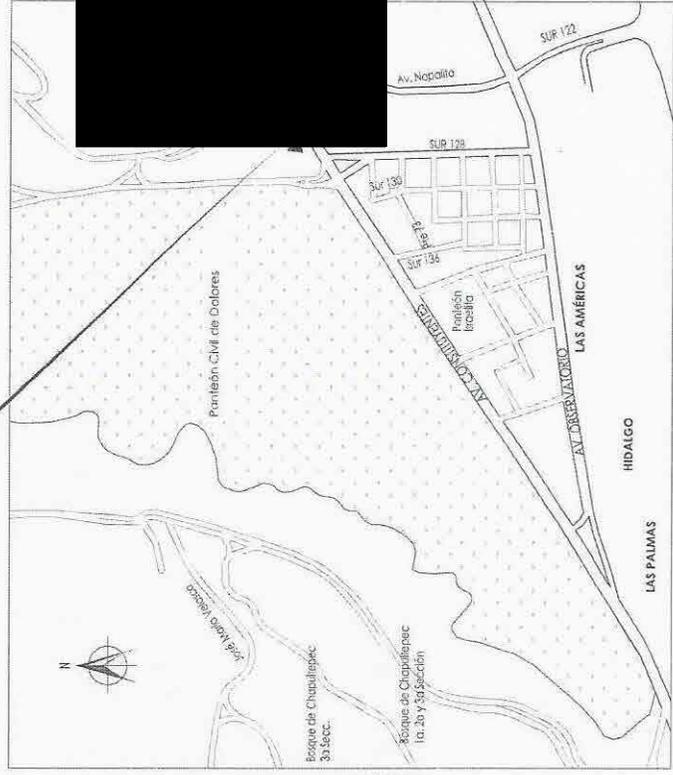
La línea 3 de Cablebús está compuesta por 6 estaciones, cada una con su propia edificación. La longitud proyectada de la línea es de 5.42 km y brindará una capacidad de transporte máxima/final de 3000 pasajeros/hora en cada sentido.

El proyecto será realizado en la demarcación territorial de Álvaro Obregón y ubicada en la zona centro – poniente de la Ciudad de México limitado al sur con las alcaldías de Cuauhtémoc y Tlalpan, oriente con la alcaldía de Benito Juárez y Cuauhtémoc, al norte con las alcaldías de Cuauhtémoc y Tlalpan, con los municipios mexiquenses de Tecamachalco y Naucalpan de Juárez. La descripción de cada una de las 6 estaciones se describe en la siguiente tabla:

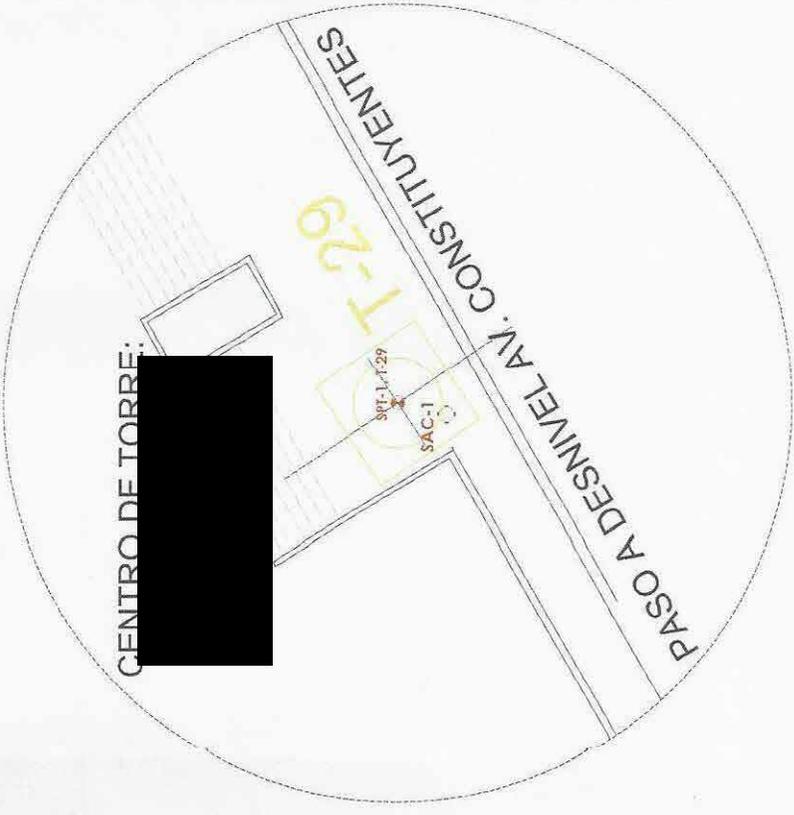


PROYECTO DE ESTACIONAMIENTO

TORRE 29 CABLEBÚS SITIO EN ESTUDIO



CENTRO DE TORRE:



INSTITUCIÓN	SECRETARÍA DE ECONOMÍA
PROYECTO	Programa de Infraestructura de Transporte
FECHA	2013
ESTADO	ESTADO DE MÉXICO
MUNICIPIO	MUNICIPIO DE CUERNAVACA
LOCALIDAD	LOCALIDAD DE LOS PRINOS
CALLE	CALLE DE LOS PRINOS
NÚMERO	NÚMERO 29
PROYECTO	PROYECTO DE ESTACIONAMIENTO
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE VEHÍCULOS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE PASAJEROS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE INGRESOS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE GASTOS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE RECURSOS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE DEUDA
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE RESERVAS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE RESULTADOS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE SÍNTESIS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE ANEXOS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE COMPLEMENTOS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE DETALLE
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE ANÁLISIS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE CONCLUSIONES
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE RECOMENDACIONES
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE OBSERVACIONES
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE CRÍTICAS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE SUGERENCIAS
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA DE OTROS

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

Número de estación	Estación	Tipo de estación	Latitud	Longitud	Distancia hacia su próxima estación (km)
E – 1	Vasco de Quiroga	Retorno	19°23'7.67" N	99°13'39.59" O	0.59
E – 2	Cineteca Nacional / Bodega Nacional de las Artes	De Paso	19°23'24.16" N	99°13'50.24" O	1.15
E – 3	Parque Cri – Cri	Doble Motriz	19°23'48.33" N	99°13'20.14" O	0.90
E – 4	Lienzo Charro / CECYT 4 "Lázaro Cárdenas"	De Paso	19°23'56.37" N	99°12'50.77" O	1.65
E – 5	Panteón Civil de Dolores	De Paso	19°24'26.00" N	99°12'3.90" O	1.13
E - 6	Metro Constituyentes – Los Pinos	De Retorno	19°24'46.93" N	99°11'29.40" O	1.13

Tabla 1. Estaciones del Sistema de Transporte Público Cablebús Línea 3

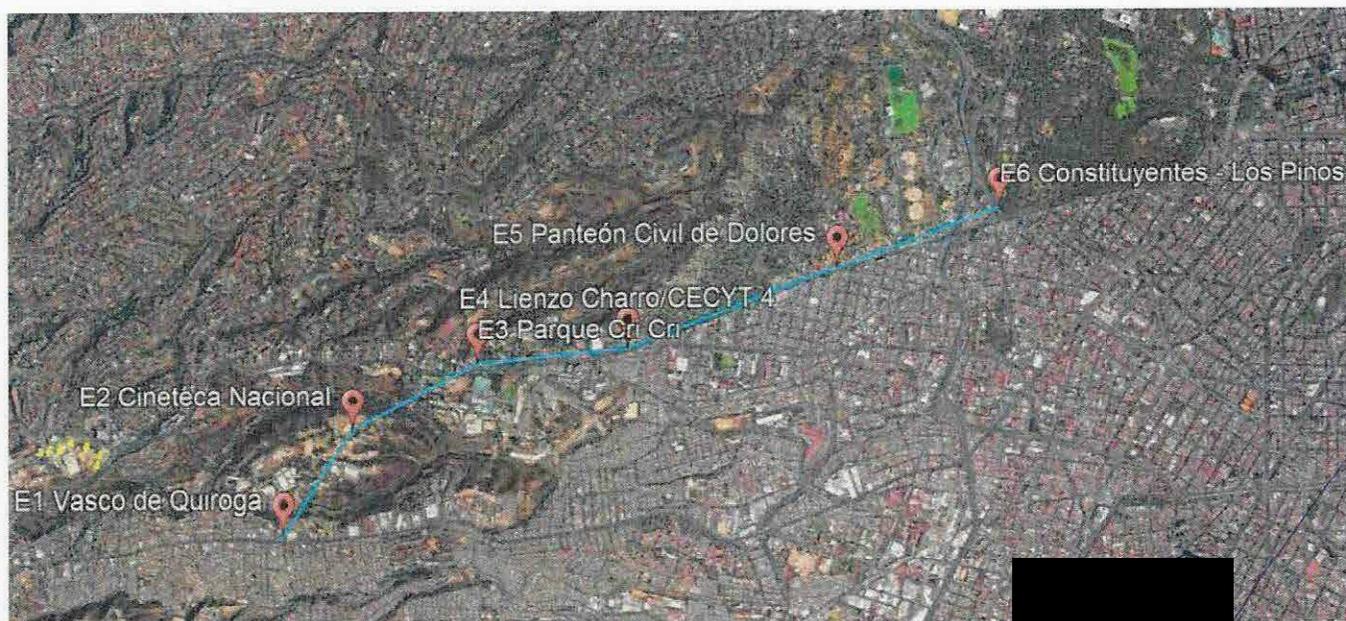


Ilustración 1 - Trazo de la línea 3 del cablebús

La Torre 29; con coordenadas [redacted] se ubicará [redacted] de Constituyentes, Alcaldía Miguel Hidalgo, CDMX, muy cerca de un paso a desnivel con una altura aproximada de 6.0 m. Esta torre es del tipo concéntrica y tendrá una altura de 17.0 m sobre el nivel de terreno existente [redacted]

5. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SITIO

5.1 INFORMACIÓN GEOTÉCNICA DISPONIBLE

Zonificación geotécnica. El sitio se localiza en la denominada “Zona de Lomas” (Ref. 1, Fig. 2), definida por la sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces. Esta zona está constituida por abanicos volcánicos, caracterizándose por la acumulación de material piroclástico en la parte superficial, así mismo, se pueden encontrar materiales compactos a muy compactos, formados por depósitos de tobas amarillentas formadas por vidrio pumítico fino a grueso. **En esta zona también es frecuente la presencia de cavernas o minas antiguas que ha dejado la explotación subterránea o superficial de materiales de construcción en el pasado, las cuales pueden ocasionar problemas geotécnicos a las cimentaciones que en esa zona se construyan.**

5.2 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Para definir las condiciones estratigráficas del sitio, se realizó un sondeo de penetración estándar, (SPT-1, T-29), a una profundidad máxima de 35.0 m. La técnica de penetración estándar consiste en el hincado a percusión de un muestreador de medidas estandarizadas (penetrómetro), dejando caer sobre este, un peso de 63.0 kg, desde una altura de 76 cm, contabilizando el número de golpes necesarios para hincar los 30 cm centrales del muestreador (Ref. 2). Se realizó también un sondeo de avance controlado SAC-1 a una profundidad de 35.0 m.

5.3 ENSAYES DE LABORATORIO

A las muestras obtenidas de los sondeos se les realizaron las siguientes pruebas:

- Clasificación visual y al tacto de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
- Contenido natural de agua
- Lavado por malla No. 200
- Límites de consistencia
- Densidad de sólidos

En la Figura 1 se presenta la ubicación de los sondeos realizados, en el Anexo 1 se presenta una memoria fotográfica con aspectos relevantes de los trabajos de campo, en el Anexo 2 se presentan los sondeos realizados, en el Anexo 3 se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio, en el Anexo 4 se presentan las cargas actuantes en la Torre 29, en el Anexo 5 se presenta la memoria de cálculo de la cimentación.

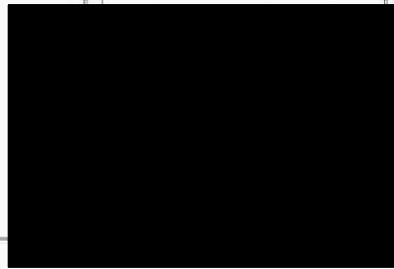
5.4 INTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA

Con base en los resultados de las pruebas de laboratorio y los sondeos exploratorios, se presenta la interpretación estratigráfica del sitio en estudio, con profundidades referidas al nivel de terreno existente (Fig. 3):

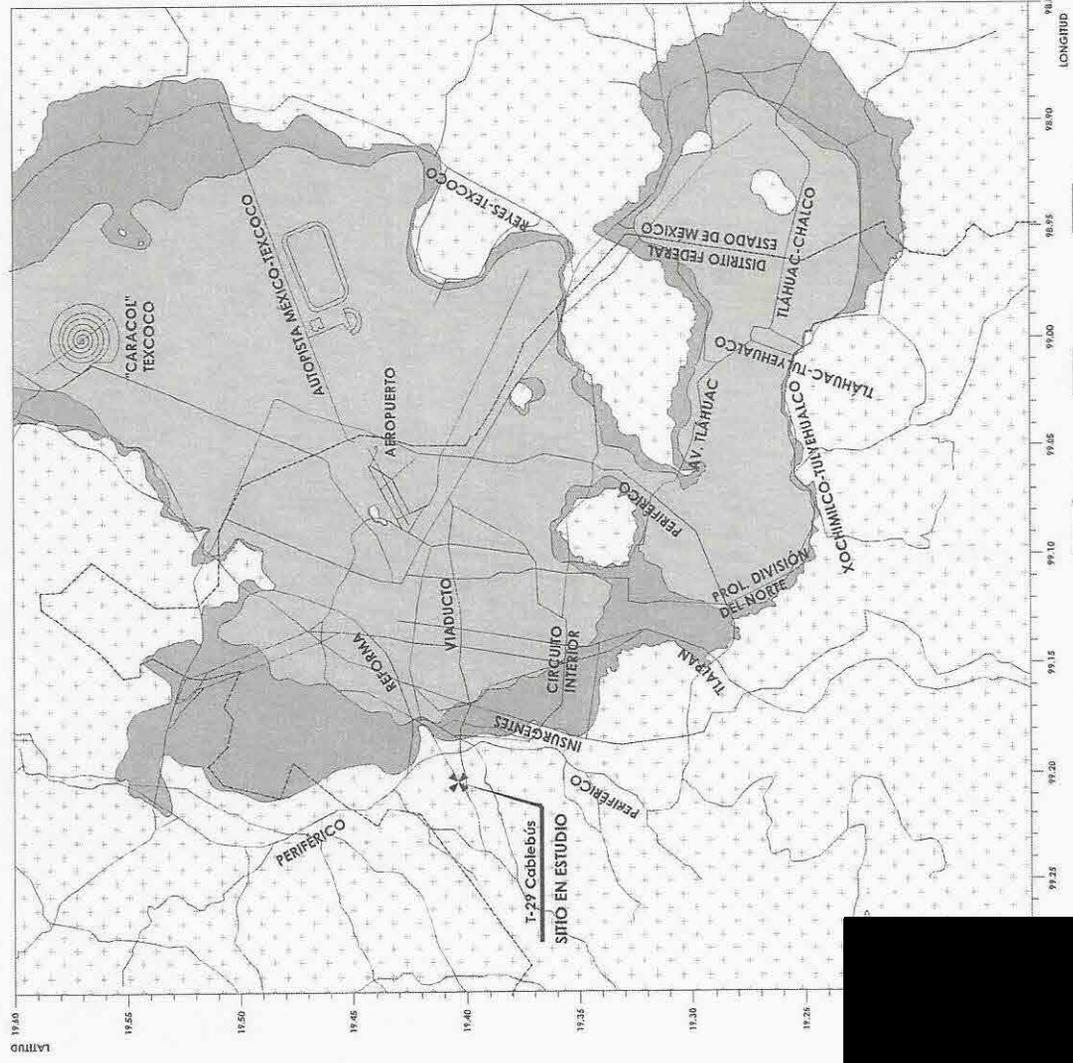


CIRCUITO DE ESTACIONAMIENTO

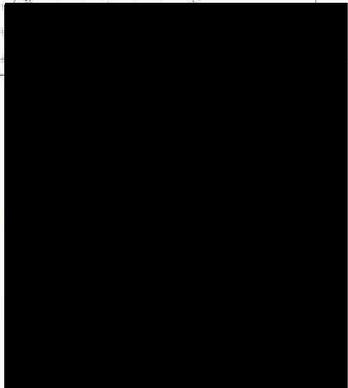
SIEMPRE EN



ESTADO	ALCOHOLO	VIAJE
CONSTRUCCIÓN DEL SERVIDOR DE TRANSPORTE BIPEDNE CABLES EN LAS VÍAS DE OROQUENA - LOS PINOS DE LA CIUDAD DE MEXICO		
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL SERVIDOR DE TRANSPORTE BIPEDNE CABLES EN LAS VÍAS DE OROQUENA - LOS PINOS DE LA CIUDAD DE MEXICO		
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL SERVIDOR DE TRANSPORTE BIPEDNE CABLES EN LAS VÍAS DE OROQUENA - LOS PINOS DE LA CIUDAD DE MEXICO		



(MTC: Para diseño y construcción de cimentaciones. Diciembre 2017.)



De 0.0 a 1.2 m. Relleno no controlado, compuesto por material de sitio con presencia de material de demolición.

De 1.2 a 7.8 m. Limo arenoso (ML), color café claro, de consistencia dura, con un número de golpes en la prueba de penetración estándar N, mayor a 50. El contenido natural de agua, ω , en promedio de 27%. El porcentaje de finos varía entre 73 y 79%, mientras que el porcentaje de arena varía entre 18 y 27%.

De 7.8 a 8.6 m. Limo arenoso con grava (ML), color café claro, de consistencia dura, con un número de golpes N, mayor a 50. El contenido natural de agua, ω , en promedio de 17%. El porcentaje de finos es de 44%, 28% de arena y gravas, 27%.

De 8.6 a 12.6 m. Arena poco arcillosa (SC), color café claro, de compacidad muy compacta, con un número de golpes N, mayor a 50. El contenido natural de agua, ω , es en promedio de 12%. El promedio de porcentaje de finos es de 18%, 72% de arena y gravas, 10%.

De 12.6 a 27.1 m. Arcilla arenosa (CL), color café claro, con un lente de arena arcillosa (SC) de compacidad dura y color gris de 15.0 a 16.8 m, de consistencia dura, con un número de golpes N, mayor a 50. El contenido natural de agua, ω , promedio de 30%. El porcentaje de finos varía de 55 a 68%, el porcentaje de arenas varía del 31 a 41% y el porcentaje de gravas es de 6%.

De 27.1 a 35.3. Arena arcillosa con grava (SC), color café claro, de compacidad muy compacto, con un número de golpes N, mayor a 50. El contenido natural de agua, ω , promedio de 14%. El porcentaje de finos varía de 18 a 22 %, el porcentaje de arenas varía del 54 a 64% y el porcentaje de gravas varia de 17 a 23 %.

Condiciones piezométricas. Durante los trabajos de exploración no se detectó nivel freático.

Minas. Durante los trabajos de exploración no se detectaron indicios de la presencia de minas o fracturas en la masa de suelo. *Sin embargo, en toda la zona es probable no detectar estas estructuras durante la campaña de exploración y encontrarlas durante la ejecución de los trabajos de excavación y perforación de pilas.*

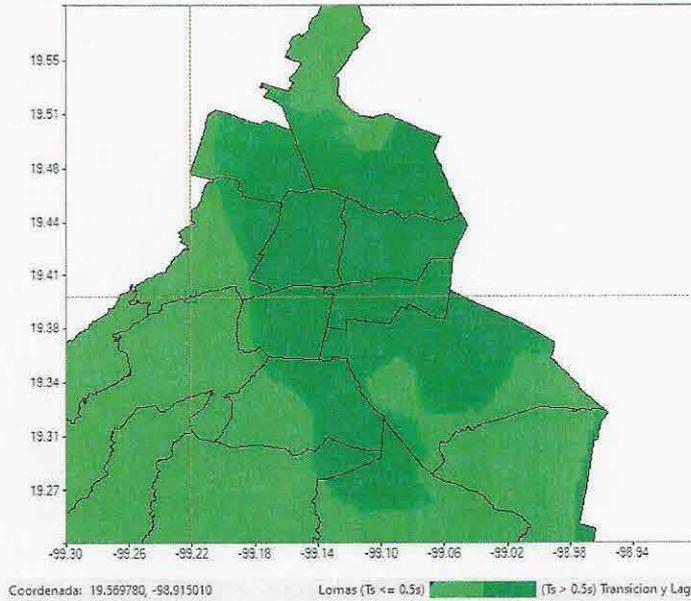
Aunque no se detectaron minas subterráneas en este punto, se toma en cuenta toda la información cercana al sitio en estudio, para el diseño geotécnico de esta torre, se consideran dos lechos de posibles antiguas minas, entre 5.0 y 8.0 m y entre 15.0 y 18.0 m. En estas longitudes, la aportación vertical y lateral se considera nula.

Coefficiente sísmico. Tomando en cuenta la posición de la Torre y el software SASID (Ref. 3), el coeficiente sísmico elástico es de 0.326, con una aceleración espectral, $a_0 = 0.119$. El ingeniero estructuralista los factores de hiperestaticidad, importancia, irregularidad y otros para la obtención del espectro de diseño final.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

Coordenada: 19.397122 -99.221071 Cambiar Actual



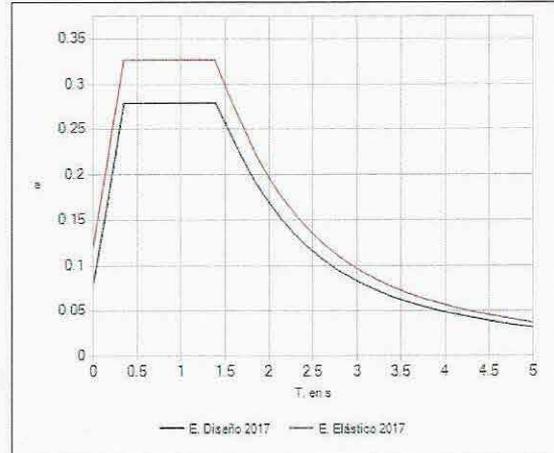
Espectro 2016

Factor de importancia (Grupo) A1
Factor de irregularidad 1.0
F. comportamiento sísmico (Q) 1.0
F. de hiperestaticidad (xi) 1.0

Mostrar EPU

Propiedad	Valor
Latitud	19.397122
Longitud	-99.221071
Ta	0.490
a0	0.119
c	0.328
Ta	0.350
Tb	1.383
k	1.500
amax	0.280

Mostrar datos



5.5 MODELO GEOMECÁNICO

Los parámetros mecánicos de los estratos que conforman la estructura del subsuelo; necesarios para la determinación de la capacidad de carga y deformaciones, se presenta en la tabla siguiente y son resultados de los resultados de la exploración geotécnica y laboratorio realizados en la Torre 29, se considera la existencia de minas de 5.0 a 8.0 y de 15.0 a 18.0 m de profundidad:

Tabla 2. Modelo geomecánico de diseño.

TORRE 29. LÍNEA 3 DE CABLEBÚS									
ESTRATO No	PROFUNDIDAD, m		c, t/m ²	φ, grados	γm, t/m ³	E, kg/cm ²	ν	Nspt	DESCRIPCION DEL SUELO
	DE	A							
1	0.00	1.20	-	-	-	-	-	-	PRESENCIA DE MURO
2	1.20	5.00	-	-	-	-	-	-	PRESENCIA DE MURO
3	5.00	8.00	-	-	-	-	-	-	CAVERNA
4	8.00	12.60	-	38(**)	1.65	600(**)	0.25	204	Arena poco arc
5	12.60	15.00	10 ^(1*)	-	1.60	350 ^(2*)	0.30	28	Arcilla arenosa
6	15.00	18.00	-	-	-	-	-	-	CAVERNA
7	18.00	27.20	20 ^(1*)	-	1.60	450 ^(2*)	0.30	38	Arcilla arenosa
8	27.20	28.80	-	31(**)	1.70	450(**)	0.25	28	Arena arcillosa
8	28.80	30.00	-	38(**)	1.70	650(**)	0.25	137	Arena arcillosa

c =	Parametro de cohesión	E=	Módulo de elasticidad
φ =	Ángulo de fricción	ν=	Relación de Poisson
γm=	Peso volumétrico	Nspt=	Número de golpes promedio en prueba de per
(1*)	Braja M Das, ref 7	(**)	Obtenido por correlación, E Tamez, ref 2.
(2*)	Manual de la CFE, ref 8		

Cabe mencionar que, las propiedades de resistencia y deformabilidad en los materiales en los cuales no se realizaron pruebas de ficómetro, se determinaron mediante correlaciones con el número de golpes N (Ref. 4), de la prueba de penetración estándar, presentes en la memoria de cálculo.

6. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN

Datos del proyecto. La Torre 29; con coordenadas X= 478,825.8677; Y= 2,145,859.4068 se ubicará sobre la banqueta de la Av. Constituyentes, Alcaldía Miguel Hidalgo, CDMX. Esta torre es del tipo concéntrica y tendrá una altura de 17.0 m sobre el nivel de terreno existente.

Resulta de gran importancia mencionar que, el centro de esta torre se ubica a solo 2.4 m del muro del paso a desnivel de esta zona, con una altura aproximada de 6.0 m.

6.1 CARGAS ACTUANTES

Las cargas actuantes a nivel de cimentación; que incluye el peso del dado; que se determinaron en el análisis estructural de una torre tipo concéntrica se presenta en el Anexo 5. En este anexo, se presenta la revisión de incremento de esfuerzos por la gran excentricidad que existe entre el centro de cimentación y el centro de cargas. Así mismo, se presentan las 8 combinaciones correspondientes al sismo, con el 100% actuando en un sentido y el 30% en el otro sentido, para finalmente obtener las cargas máximas y mínimas actuantes cada una de las pilas.

Es muy importante mencionar que esta revisión deberá ser avalada por el área de estructuras del proyecto y verificar la correcta interpretación de carga, momentos, etc.

6.2 SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN

Tomando en cuenta la importancia de la estructura; que es considerada TIPO A1, la posible existencia de cavernas; en ocasiones puntuales o cercanas a la torre, obliga a una solución de cimentación profunda a base de pilas de sección circular de 1.0 m de diámetro como mínimo, que trabajen por fricción y po

Aunque la capacidad de carga puede ser mayor a las cargas actuantes, es obvio que el diámetro mínimo sea de 1.0 m, con la intención de que una vez que se ha realizado la perforación, se realice una inspección visual en toda su longitud y en el piso de la pila de que se detecten minas, la profundidad de las pilas aquí recomendada debe ser acorde a los valores de la capacidad de carga.

La solución de cimentación será con pilas desplantadas a 30.0 m de profundidad desde el nivel de brocal; es decir, desde el nivel de piso existente. Hasta el momento se ha considerado un caso de 4.5 x 4.5 m de sección y 2.0 m de peralte, por lo que las pilas tendrán un momento flector máxima de 28.0 kNm. Por la presencia del muro en una de las colindancias, es importante revisar la estabilidad en conjunto al momento de iniciar la construcción de la cimentación; se requiere un levantamiento a detalle; es probable que necesiten anclas o puntales.

6.3 ESTADOS LÍMITE DE FALLA

Capacidad de carga reducida. La capacidad de carga de las pilas fue determinada mediante la expresión siguiente (Ref. 1):

$$R = C_p + C_f - W_p \quad (1)$$

Donde:

- R capacidad de carga reducida, t
- C_p capacidad de carga reducida por punta, t
- C_f capacidad de carga reducida por fricción, t
- W_p peso del elemento, t

Con:

$$C_p = (p'_v N_q^* F_R + P_v) A_p \quad (2)$$

Donde:

- p'_v esfuerzos efectivos al nivel de desplante, igual a 35.7 t/m²
- N_q^* factor de capacidad de carga
- F_R factor de resistencia, igual a 0.35
- P_v esfuerzos totales al nivel de desplante, igual a 35.7 t/m²

Con:

$$N_q^* = N_{min} + L_e \frac{N_{max} - N_{min}}{4B \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)} \quad (3)$$

Cuando

$$\frac{L_e}{B} \leq 4 \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (4)$$

O bien

$$N_q^* = N_{max} \quad (5)$$

Cuando

$$\frac{L_e}{B} > 4 \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (6)$$

Donde:

- L_e longitud de empotre en el estrato resistente, igual a 0 m
- B diámetro de la pila, m.
- ϕ ángulo de fricción interna del material de desplante, igual a 38°

Los valores de N_{max} y N_{min} , se presentan en la Tabla 3, función del valor del ángulo de desplante:

Tabla 3 Valores de N_{max} y N_{min}

ϕ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N_{max}	12.5	26	55	132	350	1000
N_{min}	7	11.5	20	39	78	130

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m \alpha_i c_{ui} L_i \quad \text{suelos cohesivos} \quad (3)$$

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m \beta_i \bar{p}_{vi} L_i \quad \text{suelos friccionantes} \quad (4)$$

Donde:

- P_p perímetro de la pila, m
- F_R factor de resistencia, igual a 0.65
- L_i longitud de la pila en el estrato de interés, m
- α_i coeficiente de adherencia suelo-pila
- β_i coeficiente de fricción
- c_{ui} cohesión media de cada estrato, t/m²
- \bar{p}_{vi} esfuerzos efectivos a la profundidad media del estrato de interés, t/m²

Con:

$$\alpha_i = 0.5 \sqrt{\frac{\bar{p}_{vi}}{c_{ui}}}, \quad \text{para } 0.3 < \alpha_i < 1 \quad \text{suelos cohesivos} \quad (5)$$

$$\beta_i = 1.5 - 0.24\sqrt{Z} \quad \text{para } 0.25 < \beta_i < 1.2 \quad \text{para suelos friccionantes} \quad (6)$$

Capacidad a la tensión. Los efectos de tensión en la torre; que se presenten a nivel de cimentación, tendrán que ser tomados por las pilas; su capacidad estará es función de la fricción más una porción el peso propio del elemento:

$$C_{te} = C_f + 0.65 W_p \quad (7)$$

Donde:

- C_{te} capacidad reducida a la tensión, t.
las demás literales ya fueron definidas.

Sustituyendo los valores correspondientes, se presentan las siguientes capacidades para pilas de distintos diámetros:

Tabla 4. Capacidades de carga reducida para pilas de cim

D (m)	W _p (t)	C _p (t)	C _f (t)	R (t)	C _{te} (t)
1.0	52.8	706.9	277.0	931.2	311.3
1.2	76.0	1017.4	332.5	1273.9	381.9
1.4	103.5	1305.4	387.9	1589.8	455.1

Las capacidades de carga reducida, R, deberán ser comparadas con las cargas máximas factorizadas a compresión y las capacidades a la tensión, C_{te}, deberán ser comparadas con las cargas máximas factorizadas a tensión. **Cabe mencionar que las capacidades de carga por punta de las pilas, están limitadas a un esfuerzo de 900 t/m², para evitar la concentración de esfuerzos y el desarrollo de asentamientos excesivos.**

6.4 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

La deformación total que sufrirá cada pila, estará compuesta por la deformación propia del elemento más la correspondiente a la del suelo de sustento; su magnitud se determinó con la expresión siguiente (Ref. 4), realizando una compatibilidad entre las capacidades de carga y las cargas de servicio posiblemente actuantes:

$$\delta = \frac{\left(\frac{C_p}{1.4} + 0.66 \frac{C_f}{1.4}\right)L}{10 A_p E_c} + \frac{0.36 \frac{C_p}{1.4} D}{10 A_p E_s} \tag{9}$$

Donde:

- δ deformación total de la pila, cm
- L longitud efectiva de la pila, igual a 2800 cm
- D diámetro de la pila, cm
- E_s módulo de elasticidad del suelo de desplante, igual a 650 kg/cm²
- E_c módulo de elasticidad del concreto, igual a 280,000 kg/cm², para f'c= 400 kg/cm²

Con:

$$E_c = 14,000 \sqrt{f'c} \tag{10}$$

Módulo de reacción vertical. La constante de resorte para pilas; que será utilizado para el diseño estructural de la cimentación considerando la interacción suelo-estructura, se determinó como sigue (Ref. 5):

$$k_v = \frac{R/1.4 + Wp}{\delta} \tag{11}$$

Donde:

- k_v módulo de reacción vertical, t/cm.
- las demás literales ya fueron definidas.

Cabe mencionar que la carga máxima que provocará la estructura en las pilas, para una carga factorizada, al sustituir los valores correspondientes en las expresiones (10) y (11), los asentamientos menores al 1.0 cm. Para el cálculo de los módulos de reacción verticales se utilizaron los valores obtenidos se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Asentamientos y constantes de resorte vertical

D (m)	δ (cm)	k _v (t/cm)	k _v (kg/cm ³)
1.0	1.0	160.2	20.4
1.2	1.0	183.2	16.2
1.4	1.0	203.2	13.2

Módulos de reacción horizontal. Para la revisión estructural de las pilas sometidas a cargas laterales, a continuación, se presenta el módulo de reacción horizontal (Ref. 6):

Para suelos cohesivos:

$$k_h = 0.0562 \frac{K_3}{B} \quad (12)$$

Para suelos friccionantes

$$k_h = 0.2768 k_2 \frac{z}{B} \quad (13)$$

Donde

- k_h módulo de reacción horizontal, (kg/cm³)
- k_3 coeficiente de Terzaghi para suelos cohesivos, lb/pulg³
- B diámetro del cimiento, m

De acuerdo con las expresiones anteriores, en la tabla siguiente se muestran los módulos de reacción horizontal para cabezal y pilas de cimentación.

Tabla 6. Módulos de reacción horizontal para pilas

PROYECTO CABLEBUS LINEA 3, TORRE 29				
Módulos de reacción horizontal para pilas, ref -6				
		1.00	1.20	1.40
Profundidad, m		Modulos de reacción K_{hr} , Kg/cm ³	Modulos de reacción K_{hr} , Kg/cm ³	Modulos de reacción K_{hr} , Kg/cm ³
De	a			
0.00	1.20	0.00	0.00	0.00
1.20	5.00	0.00	0.00	0.00
5.00	8.00	CAVERNA		
8.00	12.60	34.21	28.51	24.4
12.60	15.00	1.10	0.91	0.78
15.00	18.00	CAVERNA		
18.00	27.20	1.52	1.26	1.08
27.20	28.80	31.00	25.83	22.1
28.80	30.00	97.66	81.38	69.7

7. PASO A DESNIVEL

Es importante mencionar que el centro de esta torre se encuentra a tan solo 2.4 m del muro del desnivel existente, con una altura libre aproximada de 6.0 m. Por lo que las pilas estarán prácticamente pegadas al muro, hasta el momento, se considera nula la aportación de las pilas en esta altura, por lo que se deberá contar con los planos as built del paso a desnivel, con la intención de analizar en conjunto las pilas de esta torre y el muro y poder determinar el posible refuerzo requerido para garantizar el buen comportamiento de ambas estructuras.

8. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Es importante comentar que el modelo geotécnico de análisis se determinó con base en los resultados de la exploración geotécnica, de la exploración geofísica de puntos cercanos y de la experiencia que se tiene en la zona, misma que es muy susceptible a cambios por la presencia de antiguas minas y rellenos para su rehabilitación. Cualquier cambio en las condiciones del suelo de las que se analizan en este estudio, debe de ser reportado de manera inmediata a los diseñadores, para realizar los ajustes necesarios en los análisis y se garantice el buen comportamiento a corto, mediano y largo plazo. Por lo anterior, durante la construcción de las pilas se deberá contar con personal capacitado y calificado, para supervisar y asesorar durante los trabajos de construcción de la cimentación y que de manera oportuna se detecte cualquier cambio en las condiciones analizadas en este estudio.

8.1 Preparación de áreas

Antes de iniciar los trabajos de construcción de la Torre será necesario realizar un levantamiento a detalle por la presencia del muro; se deberá realizar una análisis de estabilidad en conjunto, del análisis se determinará el refuerzo con anclas o puntales ante cargas horizontales. Es probable que durante la perforación de las pilas se detecten anclas o la zapata del muro, soluciones probables que se tomaron en su momento para la construcción del muro colindante.

- a) Solo una vez que se tenga el análisis correspondiente en conjunto, con las características reales del muro del paso a desnivel, se procederá con la perforación de las pilas de cimentación.

8.2 Pilas

Con las áreas liberadas se procederá con los trabajos de perforación y colado de las pilas de cimentación, tomando en cuenta los puntos siguientes:

- a) Trazo y ubicación topográfica de la posición de cada una de las pilas, para garantizar la posición de cada uno de los elementos de cimentación.
- b) Enseguida se realizará la perforación en seco, hasta la profundidad de desplante de proyecto. Es importante mencionar que cada una de las pilas deberá ser inspeccionada por un supervisor geotécnico y verificar el estado de las paredes y fondo, en b... vernas, Esto se logrará adoptando alguna de las medidas siguientes:
- 1) Haciendo descender a un supervisor por medio de la misma perforador con un arnés. Cada una de las pilas deberá ser verificada y liberada por... de suelos.
 - 2) Se podrá recurrir a algún otro tipo de inspección, siempre y cuando... empleado con anterioridad y la supervisión cuente con la experiencia e...

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

En cualquier caso, es responsabilidad del área de construcción realizar esta verificación del estado del fondo y paredes de las pilas y poder liberarlas certificando la no existencia de cavidades, fisuras, fracturas, etc.

- c) El concreto para la construcción de las pilas será de una $f'_c = 400 \text{ kg/cm}^2$; el tamaño de agregado máximo será de 1 1/2 pulg. El acero de refuerzo tendrá un f_y de 4,200 kg/cm^2 .
- d) Para garantizar el recubrimiento mínimo de 7.5 cm, es indispensable el empleo de silletas y "poyos" de concreto o plástico; sus dimensiones serán de 7.5x7.5x10.0 cm y se colocarán longitudinalmente a cada 2.0 m.
- e) Después de terminada la perforación, en un lapso menor a 18 hrs deberá concluirse totalmente el colado; que por otra parte será continuo para evitar la formación de juntas frías.
- f) El armado se rigidizará para evitar excesivas deformaciones que pudiesen complicar su colocación dentro de la perforación. Para la liga estructural se recomienda que el armado tenga una longitud adicional de por lo menos 0.5 m, o la que el diseño estructural recomiende.
- g) Las pilas se colarán con el procedimiento tradicional de tubo Tremie; al inicio del colado la tubería se colocará 20.0 cm por encima del nivel de desplante y se utilizará un tapón deslizante "diablo" para evitar la segregación y contaminación del concreto; durante el colado se deberá garantizar que la tubería se encuentre embebida por lo menos 1.0 m dentro del concreto, subiendo la tubería conforme asciende el nivel del concreto. El revenimiento del concreto será como mínimo de 23.0 cm. El colado se llevará por lo menos 0.50 m por arriba del lecho bajo del dado de cimentación o la longitud que determine el área de estructuras.
- h) El descabece para la liga estructural se realizará mediante la demolición del concreto contaminado con martillo eléctrico, empezando en la periferia hasta llegar al núcleo, en forma descendente; en los últimos 20 cm se hará con maceta y cincel.
- i) El criterio de aceptación o tolerancias para la construcción de las pilas es el siguiente:
 - 1) *Localización*. En el posicionamiento de la cabeza del apoyo, la desviación aceptada debe ser menor del 4% del diámetro del apoyo o de 8 cm en cualquier dirección, cualquiera de las tolerancias. El diseño estructural deberá de tomar en cuenta esta excentricidad.
 - 2) *Verticalidad*. La tolerancia permisible está comprendida entre el 1 y 2 % de la longitud del apoyo pero sin exceder el 12.5% del diámetro del apoyo o 38 cm en el fondo, cualquiera de las tolerancias.
 - 3) *Limpieza*. Se deberá remover todo el material suelto y de azolve del fuste a lo largo de la tubería. En ningún caso el volumen de tales materiales excederá el equivalente al que cubren el 5% del área en un espesor de 5 cm.
 - 4) *Acero de refuerzo*. La separación mínima entre varillas no debe ser menor de la especificada en el diseño de varilla ni menor de 1.5 veces el tamaño del agregado máximo.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

- j) Es indispensable llevar un registro en donde se anote: 1) la ubicación del apoyo; 2) la fecha y hora en que se terminó la perforación y la profundidad alcanzada; 4) fecha y hora en que se inicia y concluye el colado. Cada pila deberá ser liberada por un supervisor, una vez que se revisaron las condiciones de las paredes y piso.
- k) La integridad de pilas se verificará de manera obligada mediante pruebas no destructivas de “baja deformación”. Los ensayos de integridad deberán ser realizados por métodos reconocidos, se podrán emplear métodos geofísicos como pulso simple o combinado, pozo-abajo, pozos cruzados, gama-gama o térmicos. **De acuerdo con las NTC cimentaciones (Ref. 1), se deberán realizar pruebas de integridad en el 100% de las pilas, ya que las torres y estaciones se tratan de estructuras del grupo A1.**

8.3 Excavación

De acuerdo con el preliminar del diseño estructural, el dado de cimentación tiene una sección rectangular de 4.5 x 4.5 m, con un peralte de 2.0 m. Para poder alojar este elemento, se deberá realizar la excavación con dimensiones mínimas de 4.9 x 4.9 m en planta para poder alojar la cimbra.

- a) Tomando en cuenta las condiciones geotécnicas del sitio en estudio, se podrá realizar la excavación hasta la máxima profundidad, 2.0 m, con taludes con una inclinación de 70° respecto a la horizontal, protegiendo las paredes contra intemperismo, con zampeado de mortero (Fig. 4). Se deberá evitar la colocación de cargas en la corona de los cortes.
- b) Al llegar a la profundidad máxima para el dado; 2.0 m, se realizará el descabece de las pilas de cimentación y en el fondo de la excavación se colocará una plantilla de concreto pobre con una $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, para proceder con el habilitado del acero de refuerzo para el dado de cimentación.
- c) Posteriormente se realizará el colado del dado, habilitando las preparaciones necesarias para la conexión con la superestructura.
- d) El espacio entre el perímetro del dado y los taludes de la excavación será fluido.

8.4 Minas

A pesar de que con la exploración geotécnica y geofísica realizados no se detectaron indicios de la presencia de cavernas o fracturas en la masa de suelo, es posible que este tipo de afectaciones se detecten durante trabajos de excavación y perforación de pilas. Por esta razón, se procederá como se enuncia a continuación:

- a) Durante los trabajos de perforación de pilas, el operador deberá prestar especial atención a los cambios de presión y velocidad, así como a la caída repentina de la herramienta.
- b) Ya que las pilas se proyectan con un diámetro de 1.0 m, una vez que se haya terminado la perforación de cada una de estas, se tendrá que hacer una inspección visual en toda la longitud. Esto se logrará adoptando alguna de las medidas siguientes:

- 1) Haciendo descender a un supervisor por medio de la misma perforadora, asegurándose al barretón, con un arnés. Cada una de las pilas deberá ser verificada y liberada por un supervisor de mecánica de suelos.
- 2) Se podrá recurrir a algún otro tipo de inspección, siempre y cuando estos métodos ya se hayan empleado con anterioridad y la supervisión cuente con la experiencia en el uso de estos.

En cualquier caso, es responsabilidad del área de construcción realizar esta verificación del estado del fondo y paredes de las pilas y poder liberarlas certificando la no existencia de cavidades, fisuras, fracturas, etc.

c) En caso de que se presenten minas subterráneas y/u oquedades importantes, se deberá tener en campo lámina para crear un encamisado en caso de que efectivamente se presenten antiguas minas en esta zona. Esta camisa se colocará durante el habilitado del acero para cada una de las pilas (Fotos 1 y 2). Esta lámina servirá como ademe perdible, para poder realizar el colado de los elementos de cimentación. La lámina se sueldará al armado, con sus respectivos separadores para garantizar el recubrimiento de proyecto.



Fotos 1 y 2. Encamisado de lámina para formar

d) En cualquiera de las posibilidades, se deberá revisar nuevamente la capacidad de las pilas para garantizar su estabilidad ante las cargas actuantes.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Órgano de difusión del gobierno de la Ciudad de México. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Cimentaciones. Gaceta Oficial De La Ciudad de México, Vigésima época, Tomo I, diciembre de 2017.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

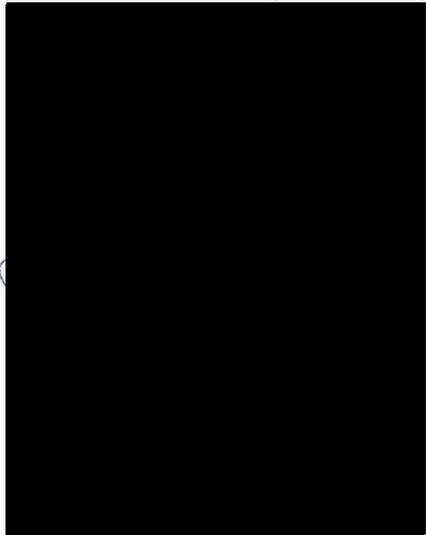
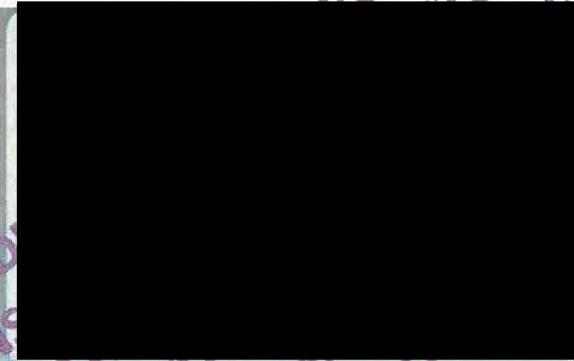
Revisión 0 – Abril 2023

2. Tamez, E. **Manual de diseño geotécnico Vol. 1**. Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, México, agosto 1987.
3. Órgano de difusión del gobierno de la Ciudad de México. **Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo**. Gaceta Oficial De La Ciudad de México, Vigésima época, Tomo I, diciembre de 2017.
4. Tamez, E. **Ingeniería de Cimentaciones**, Ed. tgc geotecnia 2001.
5. Zeevaert L. **Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions**. Van Nostrand Reinhold 2ª.
6. Rico. Del Castillo, **La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Vol. II**, Ed. Limusa, México 2009.
7. CFE. **Manual de Diseño de Obras Civiles**. Sección 2, Tema mecánica de suelos. Capítulo cimentaciones en suelos. CDMX 2014.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

PROYECTO
TO DE
(S),
ORTE
"MEXICO"
PARA USO EXCLUSIVO DE
INTEGRAL DE LA "CONSTRUC
TRANSPORTE SUSTENTABLE
QUIROGA A METROSTRA
CABLEBÚS LÍNEA 3
PÚBLICO C



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

CÉDULA 3528439

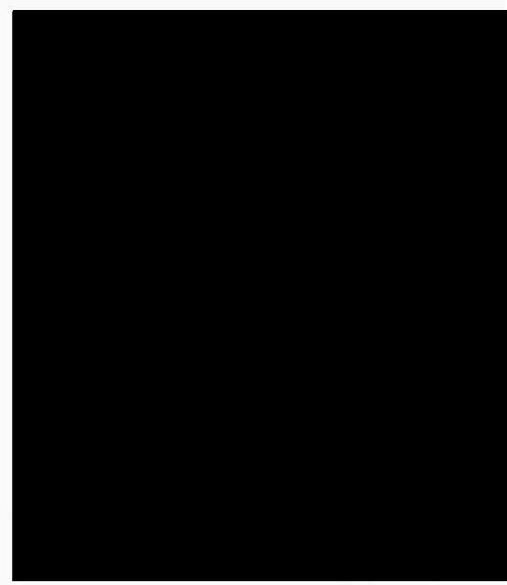
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



PARA USO
INTEGRAL
TRANS
QUIROGA
CABLEBÚS L
PÚBLICO CABLE

OBJETO
DE

54



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

10. ANEXO 1. MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografía 1. Llegada de la perforadora al sitio de exploración.



Fotografía 2. Inicio de sondeo de penetración estándar (SPT-1).



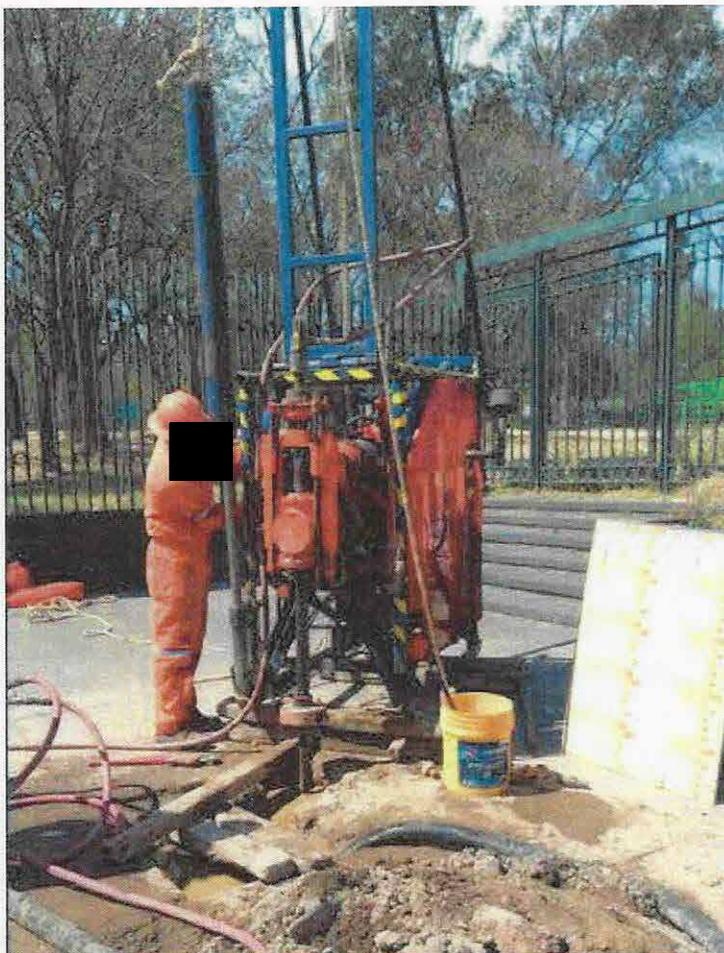
Fotografía 3. Avance de perforación SPT-1.



Fotografía 4. Avance con broca tricónica en SPT-1.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023



Fotografía 5. Avance de SPT-1.

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

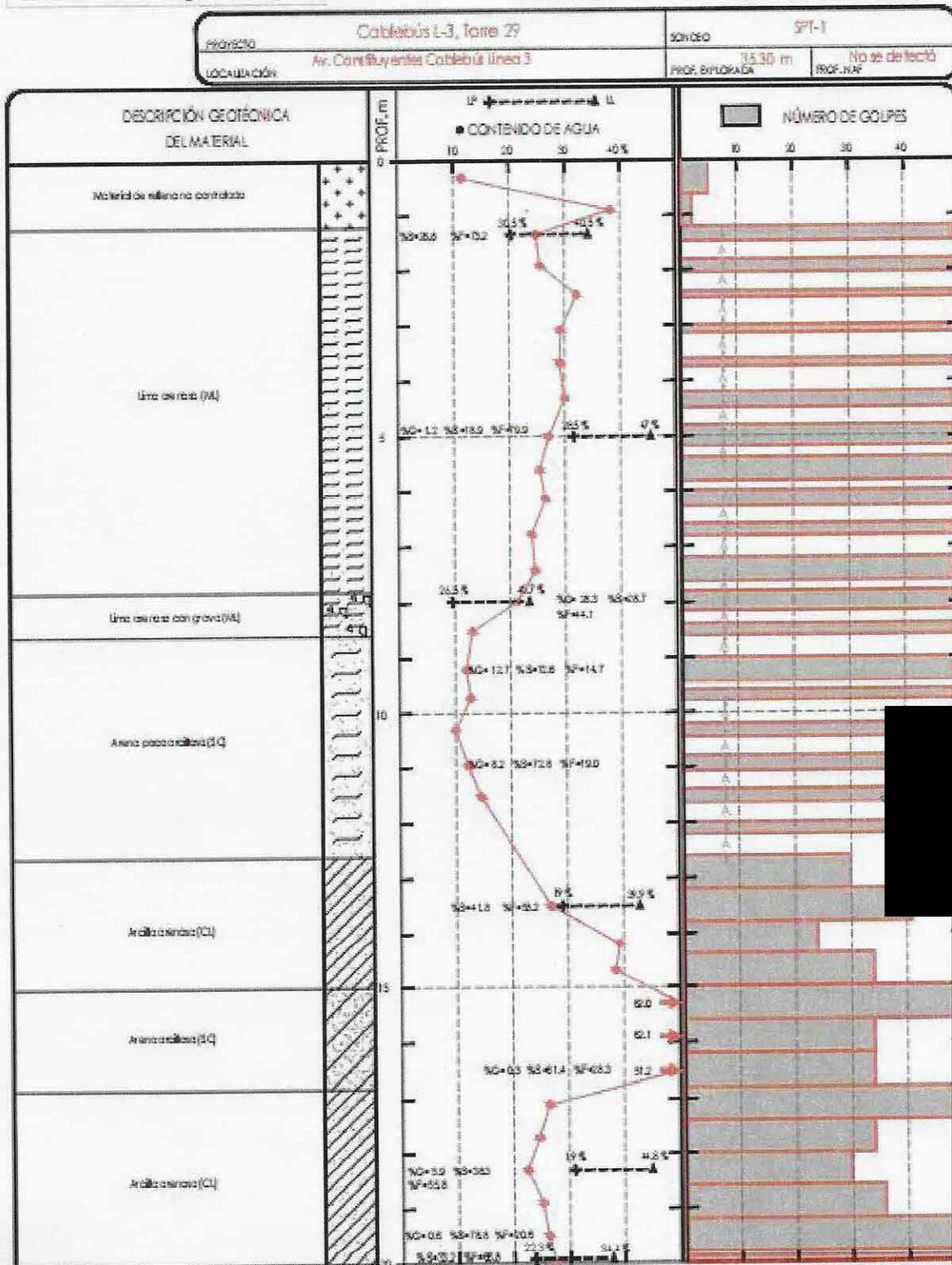
11. ANEXO 2. PERFIL DE SONDEOS Y REGISTROS DE CAMPO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29_001-R07

SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR



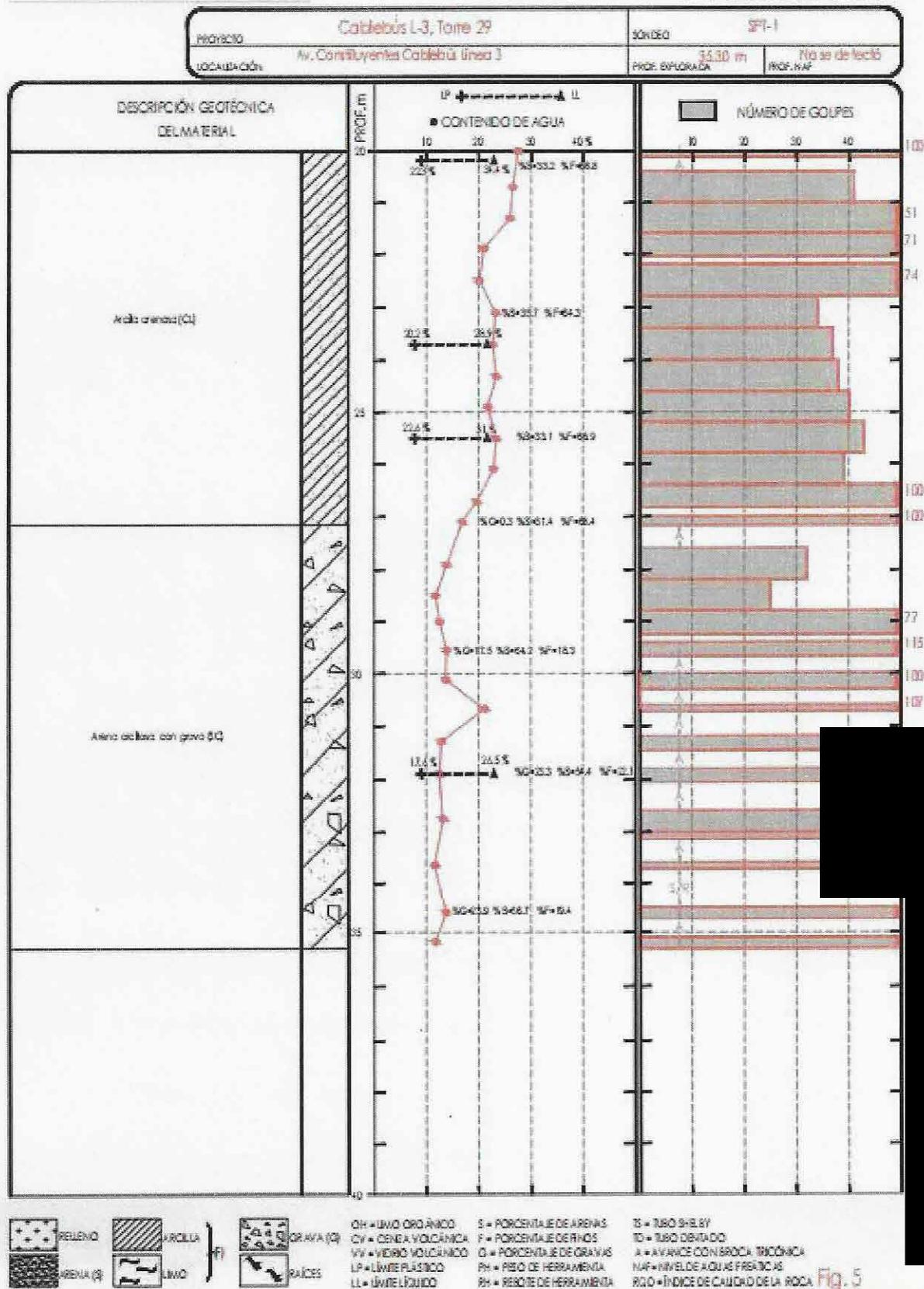
RELENO (relleno) ARCILLA (arcilla) GR AVA (G) RAÍCES
 ARENA (S) LIMO (L) OH = LIMO ORGÁNICO CV = CENIZA VOLCÁNICA VV = VIDRIO VOLCÁNICO
 S = PORCENTAJE DE ARENAS P = PORCENTAJE DE RENDOS G = PORCENTAJE DE GRAVAS PH = PESO DE HERRAMIENTA RH = RESORTE DE HERRAMIENTA
 TS = TUBO SHELBY TD = TUBO DEVIADO A = AVANCE CON BROCA TRICÓNICA NAF = NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS ROD = ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29_001-R00

SONDEO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR



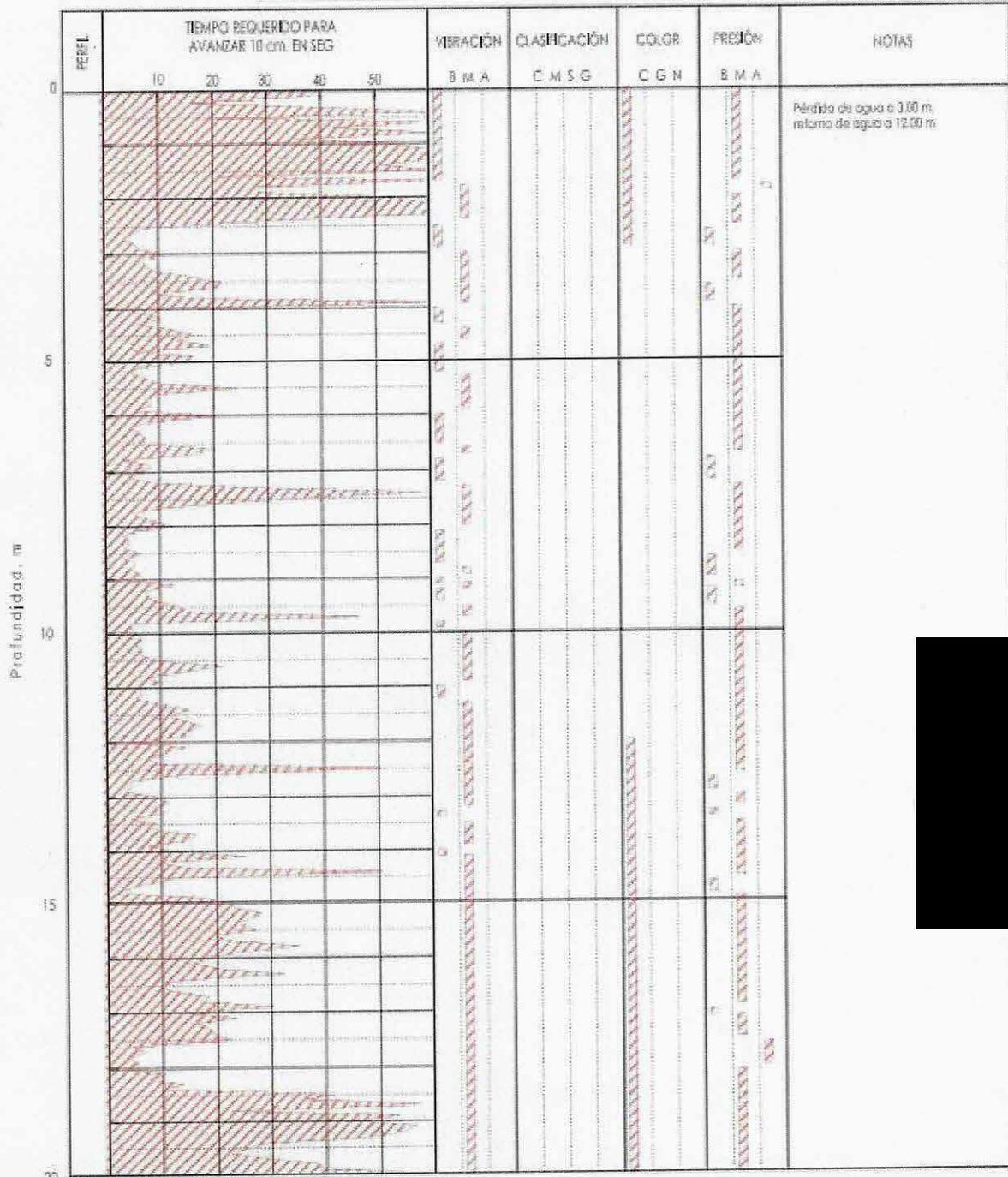
Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001-R00

Revisión 0 – Abril 2023

GRUPO INDI **Doppelmayr**
Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29_001-R00

SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

OBRA	CABLEBÚS L-3, T-32	OPERADOR/SUPERVISOR	José Francisco	SONDEO	MOBL
LOCALIZACIÓN	Av. Constituyentes Cablebús línea 3	FECHA	07/02/2023	SONDEO	SAC- I



RELENO	ARENA (S)	VIBRACIÓN/PRESIÓN B BAJA M MEDIA A ALTA	COLOR C CAJE G GRIS N NEGRO	CLASIFICACIÓN C ARCILLA M LIMO S ARENA G GRAYA
ARCILLA (C)	GRAVA (G)			
LIMO (M)				

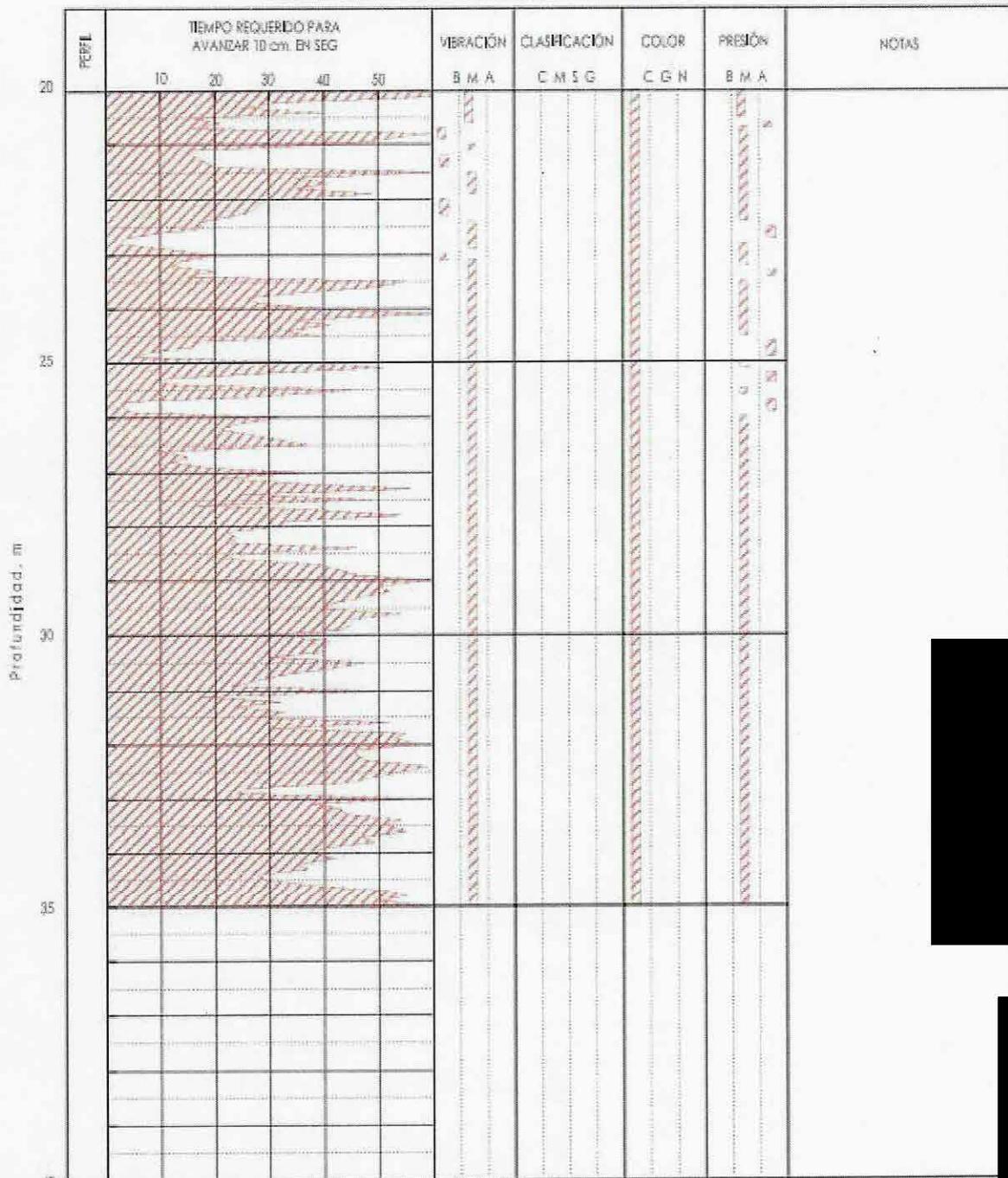
Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 - Abril 2023



SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

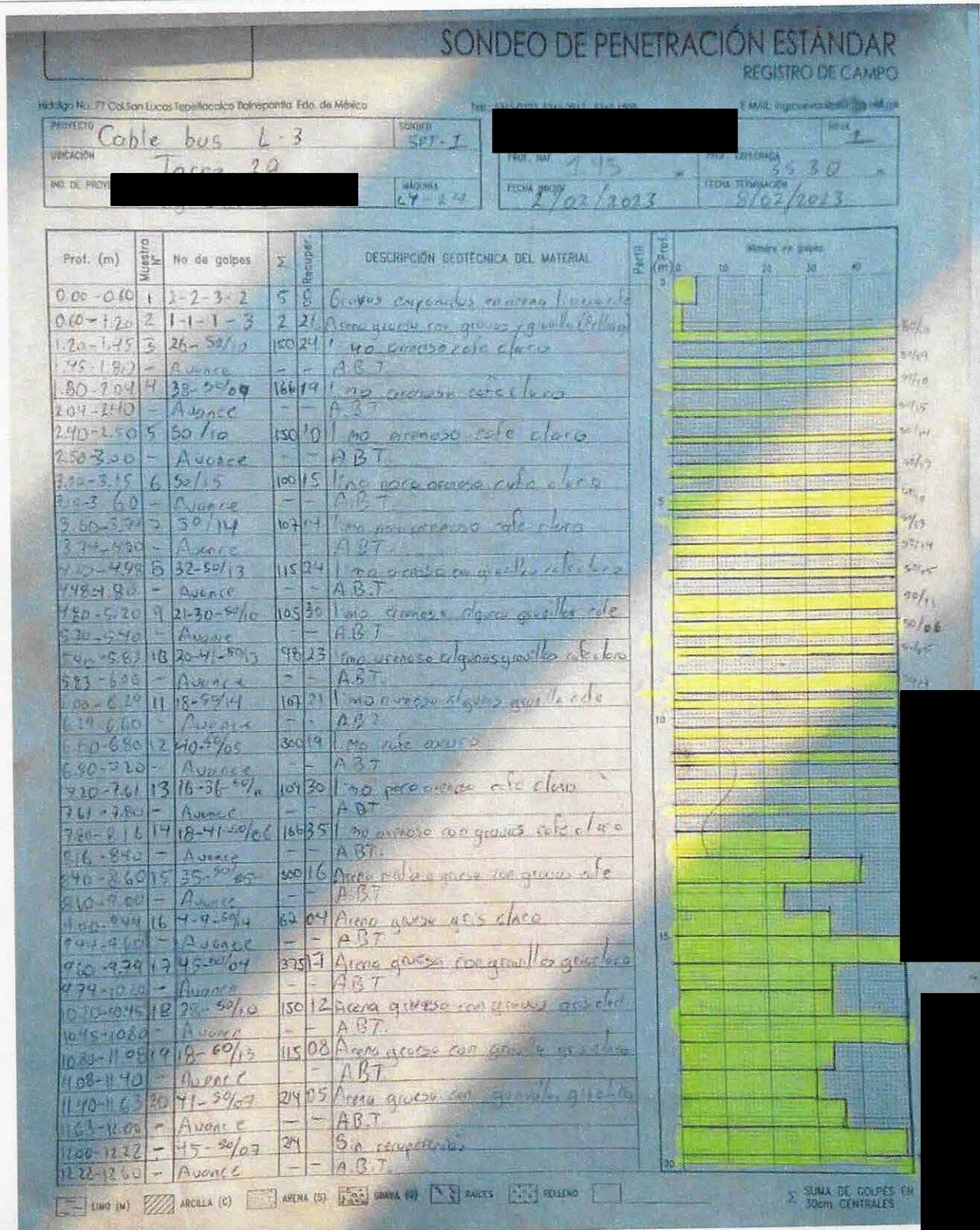
OBRA	CABLEBÚS L-3, T-32	OPERADOR/OPERADOR	José Francisco	EQUIPO	MOBIL
LOCALIZACIÓN	Av. Constituyentes Cablebús línea 3	FECHA	07/02/2023	SONDEO	SAC-1



	RELIEVO		ARENA (A)	VIBRACION/PRESIÓN	COLOR	CLASIFICACIÓN
	ARCILLA (C)		GRAVA (G)	B. BAJA	G. GRIS	C. ARENILLA
	UNIÓN (U)			M. MEDIA	N. NEGRO	M. LIMO
				A. ALTA		S. ARENA
						G. GRAVA

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 - Abril 2023



Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

BOLETÍN DE PENETRACION ESTANDAR
REGISTRO DE CAMPO

Hidráulico No. 77 Col. San Lucas Tepetitlan, Toluca, Estado de México

PROYECTO: Cablebús L-3
UBICACIÓN: [Redacted]
NO DE PROYECTO: [Redacted]

BOLETO: SPT-1
FECHA: 24/04/23
FECHA INICIO: 8/02/2023
FECHA TERMINACIÓN: 8/02/2023

Prof. (m)	Muestra	No. de golpes	Σ	Res. espec.	DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DEL MATERIAL	Pen. (cm)
12.00-13.20	1	11-11-19-25	30	71	Sin en. penetración	2.2
13.20-13.80	2	17-18-23-25	31	32	limo arenoso café claro	2.2
13.80-14.40	3	6-12-16-19	24	96	Arena med. con grumos pedregosa	2.2
14.40-15.00	4	7-14-20-23	27	21	arenas con grumos pedregosa	2.2
15.00-15.60	5	7-24-27-35	51	21	Arena pedregosa gris clara	2.2
15.60-16.20	6	8-10-24-36	34	35	Arena pedregosa gris clara	2.2
16.20-16.80	7	15-15-18-24	34	37	Arena pedregosa gris clara	2.2
16.80-17.40	8	9-25-25-26	30	29	limo pedregoso café claro	2.2
17.40-18.00	9	4-15-19-19	31	32	Arena limosa café claro	2.2
18.00-18.60	20	10-13-17-27	30	41	Arena limosa café claro	2.2
18.60-19.20	30	10-10-20-29	36	34	Arena limosa con lentos pedregosa café claro	2.2
19.20-19.80	31	20-21-25-29	49	30	Arena pedregosa gris clara	2.2
19.80-20.40	32	85%	100	22	limo arenoso café claro	2.2
20.40-20.80	-	Avance	-	-	ABT	2.2
20.80-21.00	33	24-24-19-21	41	20	limo arenoso café claro	2.2
21.00-21.60	34	13-24-29-27	51	39	limo arenoso café claro	2.2
21.60-22.00	35	20-21-50%	71	32	limo arenoso café claro	2.2
22.00-22.60	-	Avance	-	-	ABT	2.2
22.60-22.80	36	24-40-34-31	79	40	limo arenoso café claro	2.2
22.80-23.40	37	12-16-18-20	34	30	Arena limosa café claro	2.2
23.40-24.00	38	13-19-20-24	37	33	Arena limosa café claro	2.2
24.00-24.60	39	10-13-25-20	38	26	Arena limosa café claro	2.2
24.60-25.20	40	7-16-24-35	40	16	Arena limosa café claro	2.2
25.20-25.80	41	13-21-22-31	43	32	Arena limosa café claro	2.2
25.80-26.40	42	10-18-21-25	39	29	Arena limosa café claro	2.2
26.40-26.80	43	7-25-50%	40	22	Arena limosa café claro	2.2
26.80-27.00	-	Avance	-	-	ABT	2.2
27.00-27.15	44	50/15	100	12	Arena por línea con grumos pedregosa café claro	2.2
27.15-27.60	-	Avance	-	-	ABT	2.2
27.60-28.20	45	11-16-16-17	32	16	Arena gruesa con grumos pedregosa pedregosa	2.2
28.20-28.80	46	9-10-15-15	25	04	Arena gruesa con grumos café claro	2.2
28.80-29.25	47	17-27-5/15	37	22	Arena med. gris clara	2.2
29.25-29.40	-	Avance	-	-	ABT	2.2
29.40-29.68	48	28-50/13	115	14	Granos empacados en arena med. café claro	2.2
29.68-30.00	-	Avance	-	-	ABT	2.2
30.00-30.30	49	30-50/15	100	22	Arena med. con grumos café claro	2.2
30.30-30.60	-	Avance	-	-	ABT	2.2
30.60-30.74	50	50/14	50	12	Arena med. con grumos pedregosa café claro	2.2
30.74-31.20	-	Avance	-	-	ABT	2.2
31.20-31.48	51	28-50/13	10	10	Arena med. con grumos pedregosa café claro	2.2

ARENILLA (L) ARENA (C) GRANA (G) MUES BOLLINO

LIMO (M) ARCILLA (A)

SUMA DE GOLPES CENTRAL

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 - Abril 2023

Prof. (m)	INSTRUMENTO	No. de golpes	γ	Recuper.	DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DEL MATERIAL	Prof. (m)	Número de golpes				
							0	10	20	30	40
31.78 - 31.80	Avance	-	-	-	ABT.						
31.80 - 32.05	52	76-50/10	40	20	Arena punitiva con algunas gravas						
32.05 - 32.70	Avance	-	-	-	ABT.						
32.70 - 32.61	53	30-50/06	40	14	Arena punitiva con gravillas ^{rojo claro}						
32.61 - 33.00	Avance	-	-	-	ABT.						
33.00 - 33.14	54	50/14	04		Grava en la zepata						
33.14 - 33.60	Avance	-	-	-	ABT.						
33.60 - 33.73	50/13		40	1/2	Sin recuperación						
33.73 - 34.20	Avance	-	-	-	ABT.						
34.20 - 33.73	54	Barro 100			Sin recuperación						
33.73 - 34.50	55	37-50/08	50	11	Arena punitiva con gravas ^{rojo claro}						
34.50 - 35.10	Avance	-	-	-	ABT.						
35.10 - 35.30	56	34-50/05	40	08	Arena punitiva con gravas ^{rojo claro}						

Nota: Se tuvo pérdida de Agua arriba de 28.80m y se recuperó a los 31.20m.

* No se utilizó ademe

* No se detectaron cuevas

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 - Abril 2023

PROYECTO		Cable bus 2-3		CÓDIGO		A.C.		LUGAR		HOJA 2	
UBICACIÓN		Torre 29		MÁQUINA		LY-24					
FECHA				HORA INICIO		HORA FIN					
20	28 UM	21	20 UM	22	31 UM	23	20 UM	24	26 UM		
1	45 UM	1	18 UM	1	30 UM	1	20 UM	1	25 UM		
2	44 UM	2	21 UM	2	29 UM	2	21 UM	2	26 UM		
3	32 UM	3	23 UM	3	28 UM	3	24 UM	3	32 UM		
4	30 UM	4	24 UM	4	24 UM	4	26 UM	4	26 UM		
5	25 UM	5	50 SA	5	35 UM	5	30 UM	5	28 UM		
6	25 UM	6	120 VA	6	30 UM	6	28 UM	6	26 UM		
7	24 UM	7	162 VA	7	32 UM	7	27 UM	7	27 UM		
8	24 UM	8	24 VA	8	30 UM	8	31 UM	8	25 UM		
9	24 UM	9	34 UM	9	26 UM	9	27 UM	9	22 UM		
25	24 UM	26	18 UM	27	23 UM	28	29 UM	29	21 UM		
1	30 UM	1	20 UM	1	18 UM	1	39 UM	1	26 UM		
2	26 UM	2	27 UM	2	22 UM	2	18 UM	2	24 UM		
3	24 UM	3	20 UM	3	17 UM	3	17 UM	3	25 UM		
4	23 UM	4	22 UM	4	16 UM	4	18 UM	4	24 UM		
5	22 UM	5	21 UM	5	17 UM	5	20 UM	5	23 UM		
6	20 UM	6	19 UM	6	17 UM	6	21 UM	6	27 UM		
7	22 UM	7	23 UM	7	16 UM	7	24 UM	7	30 UM		
8	22 UM	8	20 UM	8	16 UM	8	22 UM	8	32 UM		
9	21 UM	9	22 UM	9	17 UM	9	22 UM	9	34 UM		
30	31 UM	31	30 SA	32	34 SA	33	29 SA	34	39 SA		
1	39 UM	1	29 SA	1	60 SA	1	32 SA	1	38 SA		
2	50 UM	2	30 SA	2	32 SA	2	31 SA	2	33 SA		
3	42 UM	3	29 SA	3	32 SA	3	30 SA	3	45 SA		
4	38 SA	4	29 SA	4	30 SA	4	32 SA	4	35 SA		
5	39 SA	5	28 SA	5	24 SA	5	31 SA	5	34 SA		
6	36 SA	6	20 SA	6	24 SA	6	36 SA	6	37 SA		
7	34 SA	7	25 SA	7	28 SA	7	39 SA	7	38 SA		
8	33 SA	8	27 SA	8	29 SA	8	51 SA	8	38 SA		
9	32 SA	9	28 SA	9	27 SA	9	38 SA	9	37 SA		
35	41 SA										
1	40 SA										
2	36 SA										
3	39 SA										
4	42 SA										
5											
6											
7											
8											
9											

Nota: Aparte de 1240 se tiene perdida de Agua total y ya no se recupera.

LIMO (M)
 ARCILLA (G)
 ARENA (S)
 GRAVA (G)
 TRAZOS
 HELADO

12. ANEXO 3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

LIEC

RT-MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	SPT-1,T29	

CONTENIDO DE AGUA, w (%)

MUESTRA	PROF. (m)		CÁPSULA No.	W_{cap} (g)	$W_{cap} + W_{m1}$ (g)	$W_{cap} + W_{m2}$ (g)	W_{m1} (g)	W_w (g)	w (%)
	DE	A							
1	0.00	0.60	75A	2.60	63.50	57.20	54.60	6.30	11.5
2	0.60	1.20	46A	2.50	94.50	69.10	66.60	25.50	36.3
3	1.20	1.45	15A	2.60	76.40	61.70	59.10	14.70	24.9
4	1.50	2.04	76A	2.60	69.40	55.70	53.10	13.70	25.8
5	2.40	2.50	44	2.50	71.50	54.70	52.20	16.80	32.2
6	3.00	3.15	107A	2.60	68.30	53.40	50.80	14.90	29.3
7	3.60	3.74	134A	2.60	72.30	56.60	54.00	15.70	29.1
8	4.20	4.48	3	2.50	85.50	66.40	63.90	19.10	29.9
9	4.80	5.20	167A	2.60	101.60	80.50	77.90	21.10	27.1
10	5.40	5.83	26	2.50	74.50	59.90	57.40	14.60	25.4
11	6.00	6.29	46	2.50	89.70	71.50	69.00	18.20	26.4
12	6.60	6.80	43	2.50	78.60	63.90	61.40	14.70	23.9
13	7.20	7.61	112A	2.60	99.10	80.10	77.50	19.00	24.5
14	7.80	8.16	34	2.60	111.50	92.40	89.80	19.10	21.3
15	8.40	8.60	5	2.50	90.30	80.10	77.60	10.20	13.1
16	9.00	9.44	141A	2.60	70.50	63.20	60.60	7.30	12.0
17	9.60	9.79	135A	2.60	101.10	90.00	87.40	11.10	12.7
18	10.00	10.45	1	2.60	95.80	87.30	84.70	8.50	10.0
19	10.80	11.08	53A	2.60	81.70	73.10	70.50	8.60	12.2
20	11.40	11.63	70A	2.60	77.10	67.60	65.00	9.50	14.6
21	13.20	13.80	14	2.50	94.40	74.80	72.30	19.60	27.1
22	13.80	14.40	30	2.60	73.50	53.50	50.90	20.00	39.3
23	14.40	15.00	165A	2.60	93.60	68.30	66.70	25.30	38.5
24	15.00	15.60	160A	2.60	91.40	57.40	54.80	34.00	62.0
25	15.60	16.20	143A	2.60	72.80	45.90	43.30	26.90	62.1
26	16.20	16.80	49A	2.60	75.80	51.00	48.40	24.80	51.2
27	16.80	17.40	19	2.50	106.90	85.00	82.50	21.90	26.5
28	17.40	18.00	23	2.50	100.90	81.50	79.00	19.40	24.6
29	18.00	18.60	8A	2.60	96.20	79.00	76.40	17.20	22.5

NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 2216-10

INNOVACIÓN CALIDAD TRANSPARENCIA

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

LIEC

RT-MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	FECHA:	2023-02-14
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	SPT-1,T29		

CONTENIDO DE AGUA, w (%)

MUESTRA	PROF. (m)		CÁPSULA No.	W_{cap} (g)	$W_{cap} + W_{H_2O}$ (g)	$W_{cap} + W_{TMS}$ (g)	W_{TMS} (g)	W_w (g)	w (%)
	DE	A							
30	18.80	19.20	94A	2.50	93.90	75.60	73.10	18.30	25.0
31	19.20	19.80	87	2.60	82.70	66.10	63.50	16.60	26.1
32	19.80	20.10	73A	2.60	85.20	67.40	64.80	17.80	27.5
33	20.40	21.00	119A	2.60	82.80	66.00	63.40	16.80	26.5
34	21.00	21.60	27	2.50	92.30	73.80	71.30	16.50	25.9
35	21.60	22.05	24A	2.60	94.50	78.70	76.10	15.80	20.6
36	22.20	22.80	40A	2.50	99.50	83.20	80.70	16.30	20.2
37	22.80	23.40	162A	2.60	107.10	87.40	84.80	19.70	23.2
38	23.40	24.00	77A	2.60	91.10	74.70	72.10	16.40	22.7
39	24.00	24.60	36	2.50	85.00	69.30	66.80	15.70	23.5
40	24.60	25.20	99A	2.60	96.80	80.00	77.40	16.80	21.7
41	25.20	25.80	45	2.50	105.70	86.20	83.70	19.50	23.3
42	25.80	26.40	136A	2.60	117.10	95.80	93.20	21.30	22.9
43	26.40	26.80	78A	2.60	110.50	92.80	90.20	17.70	19.6
44	27.00	27.15	25	2.60	109.10	93.70	91.10	15.40	16.9
45	27.60	28.20	46A	2.50	112.20	98.80	96.30	13.40	13.9
46	28.20	28.80	124A	2.60	82.00	73.60	71.00	8.40	11.8
47	28.80	29.25	115A	2.60	129.40	115.20	112.60	14.20	12.6
48	29.40	29.68	86A	2.60	101.10	89.10	86.50	12.00	13.9
49	30.00	30.30	33	2.50	106.40	93.90	91.40	12.50	13.7
50	30.60	30.74	31	2.50	82.50	68.50	66.00	14.00	21.2
51	31.20	31.48	153A	2.60	78.80	70.10	67.50	8.70	12.9
52	31.80	32.05	11	2.50	89.10	79.50	77.00	9.60	12.5
53	32.40	32.61	38	2.50	86.30	76.50	74.00	8.80	13.2
54	33.00	33.14	52A	2.60	65.20	58.70	56.10	6.50	11.6
55	34.50	34.73	9	2.60	76.20	67.30	64.70	8.90	13.8
56	35.10	35.30	16	2.60	93.90	83.90	81.30	9.60	

NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 2216-10

INNOVACIÓN CALIDAD TRANSPARENCIA



RT-MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	3
FECHA:	2023-02-14	PROF. (m)	1.20-1.45

LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{mb} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)	No. DE GOLPES
CA2-17A	10.69	35.54	27.82	17.13	7.72	45.07	25

LÍMITE PLÁSTICO

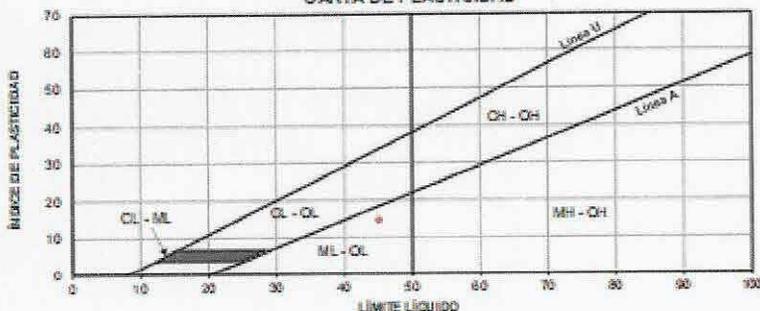
CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{mb} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)
CA3-06A	28.14	42.93	39.47	11.33	3.46	30.5

CONTRACCIÓN LINEAL

RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	45.1	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	ML
LP (%) =	30.5		
IP (%) =	14.5		

CARTA DE PLASTICIDAD



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

LIEC

RT-MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	9
		PROF. (m)	4.80-5.20

LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	W_{cap} (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	W_{ms} (g)	W_w (g)	w (%)	No. DE GOLPES
CA2-03	18.57	43.83	35.75	17.18	8.08	47.03	25

LÍMITE PLÁSTICO

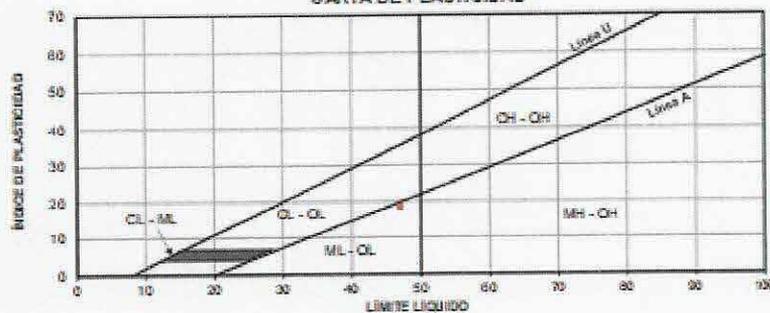
CÁPSULA No.	W_{cap} (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	W_{ms} (g)	W_w (g)	w (%)
CA3-03A	28.00	43.49	40.05	12.05	3.44	28.5

CONTRACCIÓN LINEAL

RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	47.0	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	ML
LP (%) =	28.5		
IP (%) =	18.5		

CARTA DE PLASTICIDAD



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17

INNOVACIÓN CALIDAD TRANSPARENCIA

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023



RT-MECÁNICA DE SUELOS

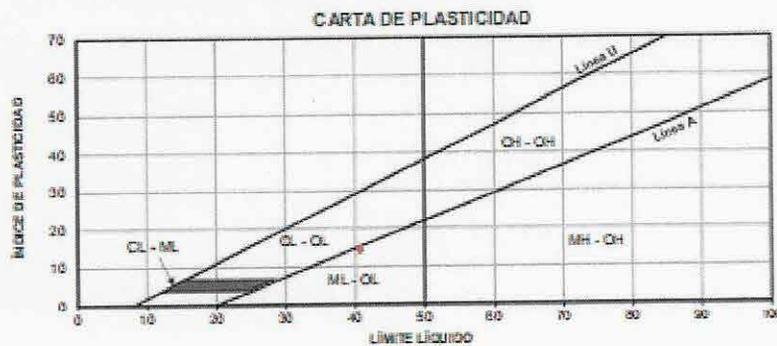
LÍMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)			
PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	14
FECHA:		PROF. (m)	7.80-8.16

LÍMITE LÍQUIDO							
CÁPSULA No.	W_{cap} (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	W_{ms} (g)	W_w (g)	w (%)	No. DE GOLPES
CA3-13	17.92	46.23	38.04	20.12	8.19	40.71	25

LÍMITE PLÁSTICO						
CÁPSULA No.	W_{cap} (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	$W_{cap} + W_{ms}$ (g)	W_{ms} (g)	W_w (g)	w (%)
CA3-02A	28.22	46.29	42.50	14.28	3.79	26.5

CONTRACCIÓN LINEAL			
RECIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	40.7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASIFICACIÓN S.U.C.S.</th> <th>ML</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LP (%) =</td> <td>26.5</td> </tr> <tr> <td>IP (%) =</td> <td>14.2</td> </tr> </tbody> </table>	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	ML	LP (%) =	26.5	IP (%) =	14.2
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	ML							
LP (%) =	26.5							
IP (%) =	14.2							
LP (%) =	26.5							
IP (%) =	14.2							



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17

INNOVACIÓN



RT-MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDED:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	21
FECHA:	2023-02-14	PROF. (m):	13.20-13.80

LIMITE LIQUIDO

CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)	Nº. DE GOLPES
CA2-18A	11.33	40.52	32.19	20.86	8.33	39.93	25

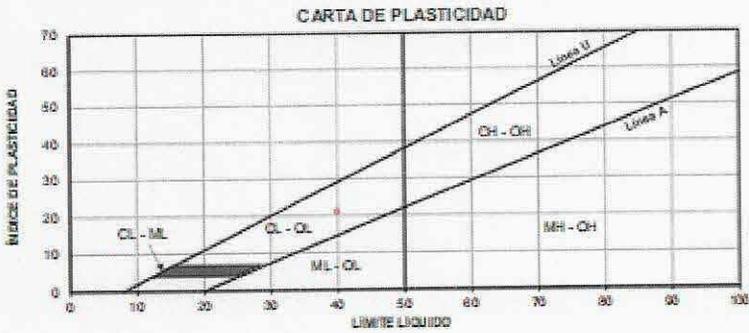
LIMITE PLASTICO

CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)
CA3-01A	26.83	42.28	39.81	12.98	2.47	19.0

CONTRACCION LINEAL

RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	39.9	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL
LP (%) =	19.0		
IP (%) =	20.9		



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023



RT-MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	29
FECHA:	2023-02-14	PROF. (m)	18.00-18.60

LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} +W _{ms} (g)	W _{cap} +W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)	Nº. DE GOLPES
CA1-03	15.99	44.52	35.89	19.70	8.83	44.82	25

LÍMITE PLÁSTICO

CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} +W _{ms} (g)	W _{cap} +W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)
22A	2.55	15.87	13.74	11.19	2.13	19.0

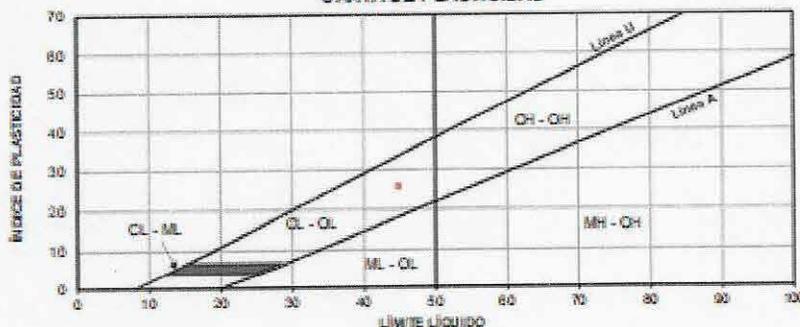
CONTRACCIÓN LINEAL

RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	44.8
LP (%) =	19.0
IP (%) =	25.8

CLASIFICACIÓN S.U.C.S. **CL**

CARTA DE PLASTICIDAD



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17



RT-MECÁNICA DE SUELOS

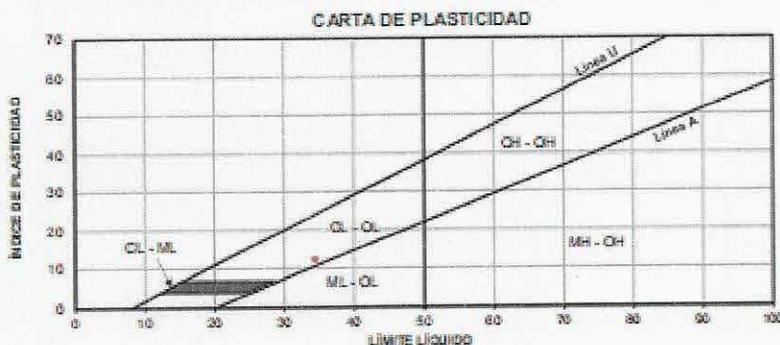
LÍMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)			
PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	32
FEC HA:	2023-02-14	PROF. (m)	19.00-20.10

LÍMITE LÍQUIDO							
CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{res} (g)	W _{cap} + W _{res} (g)	W _{res} (g)	W _w (g)	w (%)	No. DE GOLPES
CA1-04	15.16	44.71	37.14	21.98	7.57	34.44	25

LÍMITE PLÁSTICO							
CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{res} (g)	W _{cap} + W _{res} (g)	W _{res} (g)	W _w (g)	w (%)	No. DE GOLPES
86A	2.57	16.11	13.64	11.07	2.47	22.3	

CONTRACCIÓN LINEAL			
RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	34.4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASIFICACIÓN S.U.C.S.</th> <th>CL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL		
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL					
LP (%) =	22.3					
IP (%) =	12.1					



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17



RT-MECÁNICA DE SUELOS

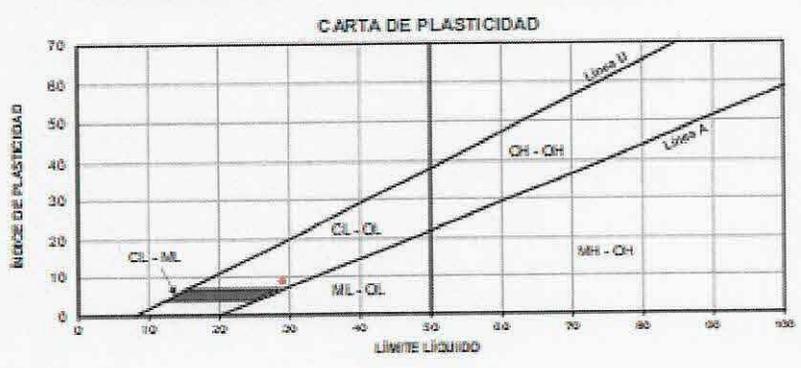
LÍMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)			
PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	38
FECHA:	2023-02-14	PROF. (m)	23.40-24.00

LÍMITE LÍQUIDO							
CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)	No. DE GOLPES
CA2-17A	10.69	42.85	35.63	24.94	7.22	28.95	25

LÍMITE PLÁSTICO						
CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)
CA3-08A	27.97	41.52	39.24	11.27	2.28	20.2

CONTRACCIÓN LINEAL			
RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	28.9	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACIÓN S.U.C.S.</th> </tr> <tr> <td>CL</td> <td></td> </tr> </thead> </table>	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		CL	
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.						
CL						
LP (%) =	20.2					
IP (%) =	8.7					



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023



RT-MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	41
FECHA:	2023-02-14	PROF. (m)	25.20-25.80

LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{nit} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)	N.º DE GOLPES
CA2-14	18.60	48.79	41.65	23.05	7.14	30.98	25

LÍMITE PLÁSTICO

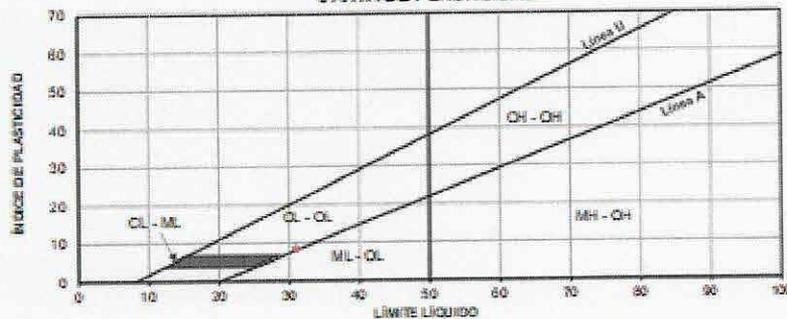
CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{nit} (g)	W _{cap} + W _{ms} (g)	W _{ms} (g)	W _w (g)	w (%)
14.00	2.53	20.70	17.35	14.82	3.35	22.8

CONTRACCIÓN LINEAL

RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	31.0	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL
LP (%) =	22.8		
IP (%) =	8.4		

CARTA DE PLASTICIDAD



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001-R00

Revisión 0 – Abril 2023

LIEC

RT-MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (UN PUNTO)

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	SPT-1 T29
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	MUESTRA:	52
FECHA:	2023-02-14	PROF. (m)	31.80-32.05

LIMITE LIQUIDO

CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{nat} (g)	W _{cap} + W _{res} (g)	W _{res} (g)	W _w (g)	w (%)	No. DE GOLPES
CA2-11	19.20	45.71	40.15	20.95	5.56	26.54	25

LIMITE PLÁSTICO

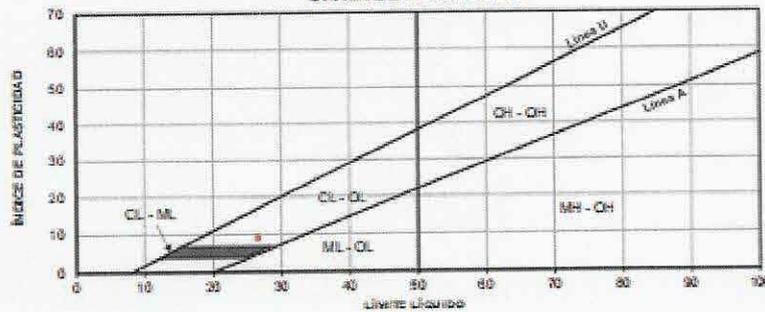
CÁPSULA No.	W _{cap} (g)	W _{cap} + W _{nat} (g)	W _{cap} + W _{res} (g)	W _{res} (g)	W _w (g)	w (%)
06A	2.55	21.57	18.73	16.18	2.84	17.5

CONTRACCIÓN LINEAL

RECIPIENTE No.	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	CL (%)
-	-	-	-

LL (%) =	26.5	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL
LP (%) =	17.5		
IP (%) =	9.0		

CARTA DE PLASTICIDAD



NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 4318-17

INNOVACIÓN CALIDAD TRANSPARENCIA

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023



R.T.MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	[REDACTED]
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	SPT-1, T2:	[REDACTED]

PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA Y FINOS

MUESTRA No.	PROP. (m)		CÁPSULA No.	W _n (g)	PESO RETENIDO (g)		GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.
	DE	A			GRAVA	ARENA				
3	1.20	1.45	CHB-13	74.28	0.00	19.91	0.00	26.80	73.20	Limo arenoso (ML)
9	4.80	5.20	CHB-16	82.13	1.12	17.40	1.22	18.89	79.90	Limo arenoso (ML)
14	7.80	8.16	CHB-06	104.01	28.30	29.85	27.21	28.70	44.09	Limo arenoso con grava (ML)
16	9.00	9.44	CHB-10	90.85	11.54	86.78	12.73	72.58	14.70	Arena poco arcillosa (SC)
19	10.80	11.08	CH20-06	108.74	8.96	79.11	8.24	72.75	19.01	Arena poco arcillosa (SC)
21	13.20	13.80	CHB-19	102.05	0.00	42.88	0.00	41.80	58.20	Arcilla arenosa (CL)
26	16.20	16.80	CHB-20	82.81	0.22	50.88	0.27	61.44	38.29	Arena arcillosa (SC)
29	18.00	18.80	CH10-08	94.85	5.63	38.30	5.94	38.27	55.79	Arcilla arenosa (CL)
31	19.20	19.80	CHB-29	106.88	0.64	83.48	0.60	78.84	20.56	Arena arcillosa (SC)
32	19.80	20.10	CHB-13	96.32	0.00	31.97	0.00	33.19	66.81	Arcilla arenosa (CL)
37	22.80	23.40	CHB-06	88.73	0.00	31.74	0.00	35.77	64.23	Arcilla arenosa (CL)
41	25.20	25.80	CHB-10	106.81	0.00	35.40	0.00	33.14	66.86	Arcilla arenosa (CL)
44	27.00	27.15	CH10-08	82.41	0.22	25.86	0.27	31.38	68.35	Arcilla arenosa (CL)
48	29.40	29.88	CHB-70	120.94	21.11	77.68	17.45	64.23	18.31	Arena arcillosa con grava (SC)
52	31.80	32.05	CHB-22	101.36	23.75	56.17	23.43	54.43	22.14	Arena arcillosa con grava (SC)
55	34.50	34.73	CH20-06	85.36	20.44	48.36	23.95	56.85	19.40	Arena arcillosa con grava (SC)

NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 1140-17

LIEC S.A. de C.V.

INNOVACIÓN CALIDAD TRANSPARENCIA

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023



RT-MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	Cablebus Línea 3 (Torre 29)	SONDEO:	
LOCALIZACIÓN:	Vasco de Quiroga a metro Constituyentes-Los pinos	SPT-1, T29	

DENSIDAD DE SÓLIDOS

SONDEO	MUESTRA No.	PROF. (m)		MATRAZ No.	W _{matraz} (g)	TEMP. (°C)	W _{matraz + agua + agua} (g)	W _{apelo seco} (g)	W _{matraz + agua} (g)	S _s
		DE	A							
SPT-1	3	1.20	1.45	GMTR-02	223.50	25.50	751.96	50.56	721.97	2.457
SPT-1	14	7.80	8.16	GMTR-01	201.11	25.60	729.17	50.33	699.57	2.428
SPT-1	17	9.60	9.79	GMTR-02	223.50	24.10	752.03	50.12	722.15	2.476
SPT-1	21	13.20	13.80	GMTR-01	201.11	25.90	729.55	50.27	699.53	2.482
SPT-1	26	16.20	16.80	GMTR-01	201.11	22.00	730.63	50.02	700.01	2.578
SPT-1	31	19.20	19.80	GMTR-02	223.50	25.40	751.35	50.95	721.99	2.380
SPT-1	33	20.40	21.00	GMTR-01	201.11	23.50	729.88	50.31	699.84	2.483
SPT-1	41	25.20	25.80	GMTR-01	201.11	28.00	729.95	50.50	699.52	2.517
SPT-1	47	28.80	29.25	GMTR-02	223.50	23.80	752.82	50.87	722.19	2.514
SPT-1	52	31.80	32.05	GMTR-02	223.50	25.10	753.05	51.16	722.03	2.541

NORMA DE REFERENCIA: ASTM D 854-14

13. ANEXO 4. CARGAS ACTUANTES EN UNA TORRE TIPO CONCÉNTRICA

De acuerdo con el análisis estructural de la Torre 37; que es una torre concéntrica, se presentan las cargas siguientes a nivel de cimentación, mismas que ya consideran el peso del dado de cimentación. Estas cargas se tomarán en cuenta como tipo, para las torres concéntricas.

TORRE 37



Combinación Gravitacional con factores

Story	Label	Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Base	5	1	Combina	tion	10.8294	0	198.5491	-2.9347	214.3148	-8.7492

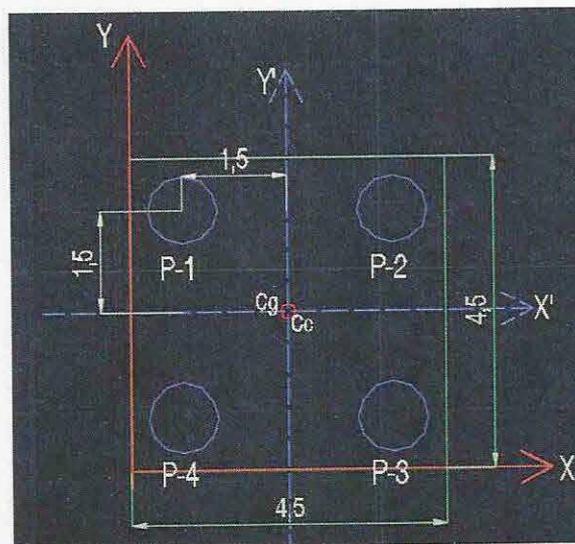
Combinación Sismo con factores

Story	Label	Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Base	5	82	Combina	tion	35.1217	-9.8162	165.6727	288.0877	709.1602	-37.7216

Combinación Gravitacional sin factores

Story	Label	Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Base	5	0DespZ	Combina	tion	7.2196	0	144.7686	-1.8517	104.5352	-5.8328

A continuación, se presenta la revisión de incremento de esfuerzos por la gran excentricidad que existe entre el centro de cimentación y el centro de cargas. Así mismo, se presentan las 8 combinaciones correspondientes al sismo, con el 100% actuando en un sentido y el 30% en el otro sentido, para finalmente obtener las cargas máximas y mínimas actuantes cada una de las pilas.



Esquema 5.1. Planta de pilas y referencia de ejes generales y centroidales. Cc: centro de cargas; Cg: centro de pilas

De acuerdo con la posición de las pilas y el punto de aplicación de la carga, se tiene:

Tabla 5.1

Centro geométrico de pilas					
Pila	A (m²)	X (m)	Y (m)	AX (m³)	AY (m³)
1	0.785	0.75	3.75	0.58905	2.94524311
2	0.785	3.75	3.75	2.94524	2.94524311
3	0.785	3.75	0.75	2.94524	0.58904862
4	0.785	0.75	0.75	0.58905	0.58904862
Σ=				7.1	7.1
		X=	2.25	m	
		Y=	2.25	m	

Tabla 5.2

Centro de cargas		
X=	2.25	m
Y=	2.25	m
eX=	0.0	m
eY=	0.0	m

Tabla 5.3

Momentos de inercia, pilas				
Pila	Xi (m)	Yi (m)	(Xi)²	(Yi)²
1	1.5	1.50	2.25	2.25
2	1.5	1.50	2.25	2.25
3	1.5	1.50	2.25	2.25
4	1.5	1.50	2.25	2.25
Σ=			9.00	9.00
		Ix=	9.00	
		Iy=	9.00	

Para el incremento y decremento de cargas por excentricidad estática:

$$\Delta\sigma_{est} = M_{v\ est\ x} \frac{\pm y_i}{I_x} \pm M_{v\ est\ y} \frac{\pm x_i}{I_y} \tag{5.1}$$

Donde:

- $\Delta\sigma_{est}$ incremento y decremento de carga estática, t
- $M_{v\ est\ x}$ momento de volteo estático por excentricidad, respecto al eje x, t-m
- $M_{v\ est\ y}$ momento de volteo estático por excentricidad, respecto al eje y, t-m
- x_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido X
- y_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido Y

Tabla 5.4

Incremento de cargas fact por excentricidad estática				
		Mve X=	0.00	t-m
		Mve Y=	0.00	t-m
Pila	Xi (m)	Yi (m)	$\Delta\sigma_{est}$ (t)	P max (t)
1	1.5	1.50	0.00	49.64
2	1.5	1.50	0.00	49.64
3	1.5	1.50	0.00	49.64
4	1.5	1.50	0.00	49.64

Donde:

$$P_{max,min} = \frac{P_{est\ fact}}{No.pilas} \pm \Delta\sigma_{est} \quad (5.2)$$

Donde:

$P_{est\ fact}$ carga máxima factorizada en condición estática, igual a 198.5491 t

$P_{max,min}$ carga máxima y mínima factorizada estática, t

$\Delta\sigma_{est}$ incremento de carga por excentricidad estática, t

Por su parte, los incrementos y decrementos de cargas en condición sísmica en cada una de las pilas se determinó mediante la expresión siguiente:

$$\Delta\sigma_s = M_{vx} \frac{y_i}{I_x} \pm 0.3M_{vy} \frac{x_i}{I_y} \quad (5.3)$$

Donde:

$\Delta\sigma_s$ incremento y decremento de carga por condición sísmica, t

M_{vx} momento de volteo sísmico respecto al eje x, igual a 288.0 t-m

M_{vy} momento de volteo sísmico respecto al eje y, igual a 709.16 t-m

x_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido X

y_i distancia entre el centro de pilas y la pila en revisión, en sentido Y

Se realizaron las 8 combinaciones con las variaciones del 100% del momento de volteo en un sentido y 30% de momento en el otro sentido:

Tabla 5.5

Combinaciones sísmicas para determinación de incrementos y decrementos de cargas en pilas															
Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)
1	1.500	1.500	-132.60	1	1.5	1.50	103.79	1	1.5	1.5	-83.47	1	1.500	1.5	12.56
2	1.500	1.500	103.79	2	1.5	1.5	-132.60	2	1.5	1.5	-12.56	2	1.500	1.5	83.47
3	1.500	1.500	132.60	3	1.5	1.5	-103.79	3	1.5	1.5	83.47	3	1.500	1.5	-12.56
4	1.500	1.500	-103.79	4	1.5	1.5	132.60	4	1.5	1.5	12.56	4	1.500	1.5	-83.47
Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)	Pila	Xi (m)	Yi (m)	Δσs (t)
1	1.500	1.500	-103.79	1	1.500	1.500	132.60	1	1.5	1.5	-12.56	1	1.5	1.5	83.5
2	1.500	1.500	132.60	2	1.500	1.500	-103.79	2	1.5	1.5	-83.47	2	1.5	1.5	12.6
3	1.500	1.500	103.79	3	1.500	1.500	-132.60	3	1.5	1.5	12.56	3	1.5	1.5	-83.5
4	1.500	1.500	-132.60	4	1.500	1.500	103.79	4	1.5	1.5	83.47	4	1.5	1.5	-12.6

De acuerdo con la revisión de las 8 combinaciones anteriores:

Tabla 5.6

Incrementos max y min sísmicos		
Pila	Δσs max (t)	Δσs min (t)
1	132.60	-132.60
2	132.60	-132.60
3	132.60	-132.60
4	132.60	-132.60

Para la obtención de las cargas máximas y mínimas en cada pila, se tiene:

$$P_{Tot_{fact}} = P_{max} \pm \Delta\sigma_s$$

Sustituyendo los valores correspondientes, se tienen las siguientes condiciones de carga en cada pila analizadas:

Tabla 5.7

Cargas Tot máx y mín factorizadas		
Pila	Ptot max (t)	Ptot min (t)
1	182.24	-82.96
2	182.24	-82.96
3	182.24	-82.96
4	182.24	-82.96

Es muy importante mencionar que esta revisión deberá ser avalada por el área de estructuras del proyecto y verificar la correcta interpretación de carga, momentos, etc.

Tomando en cuenta las cargas máximas y mínimas factorizadas totales de la Tabla 5.7 y las capacidades de carga reducidas a compresión y tensión, se tiene:

Tabla 5.8 Comparativa $\Sigma QF.C < R$

D (m)	R (t)	Ptot max (t)	C _{te} (t)	Ptot min (t)
1.0	931.2	182.24	311.3	82.96

Como se puede observar, se cumple con la desigualdad para las cargas actuantes a compresión y tensión.

Para el caso de las cargas de servicio "Combinación Gravitacional sin factores", empleando las expresiones (5.1) y (5.2) y sustituyendo los valores correspondientes:

Tabla 5.9

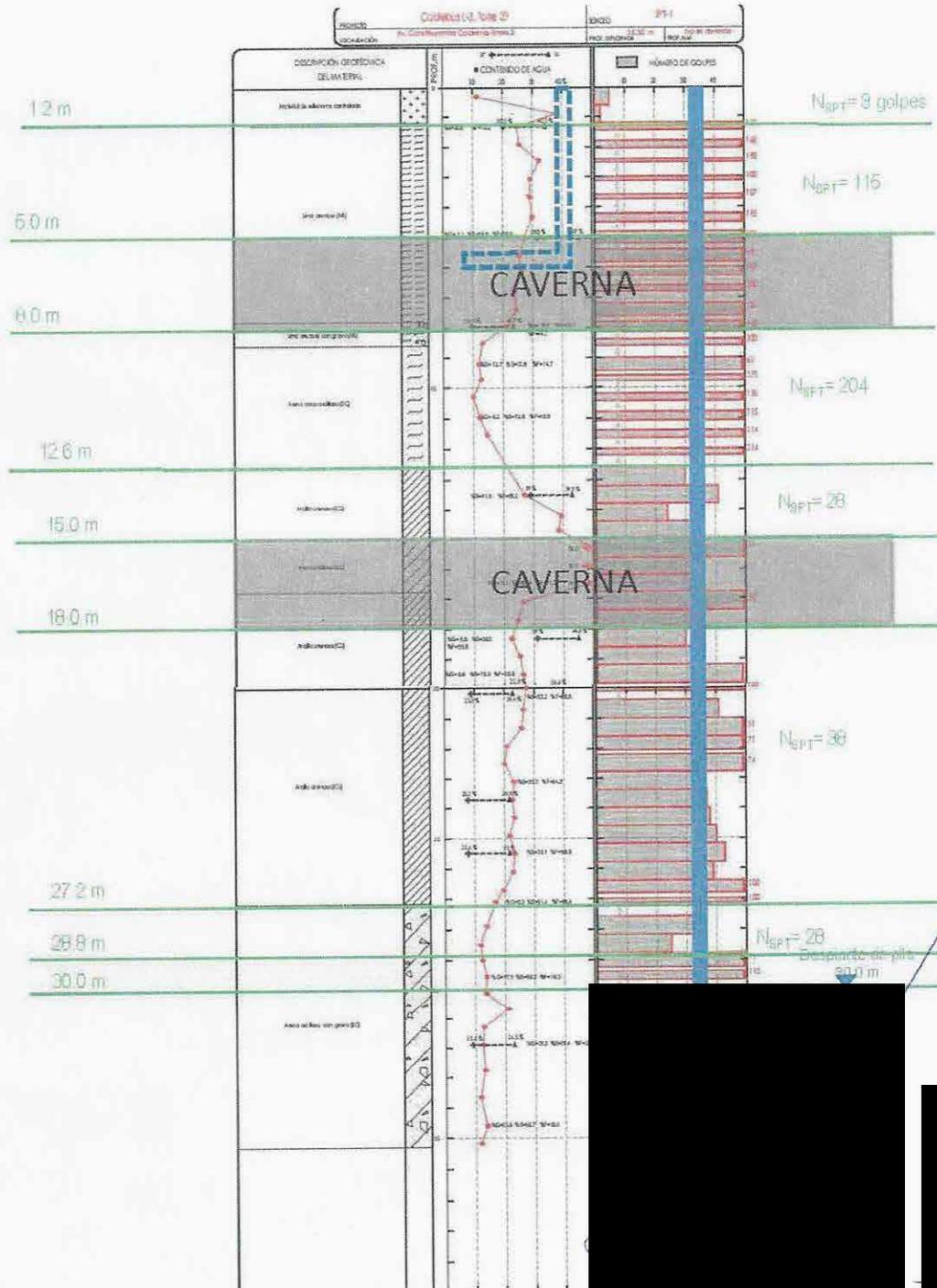
Incremento de cargas serv por excent. estática				
Mve X=		0.00	t-m	
Mve Y=		0.00	t-m	
Pila	Xi (m)	Yi (m)	$\Delta\sigma_{est}$ (t)	P max (t)
1	1.5	1.5	0.00	36.19
2	1.5	1.5	0.00	36.19
3	1.5	1.5	0.00	36.19
4	1.5	1.5	0.00	36.19

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

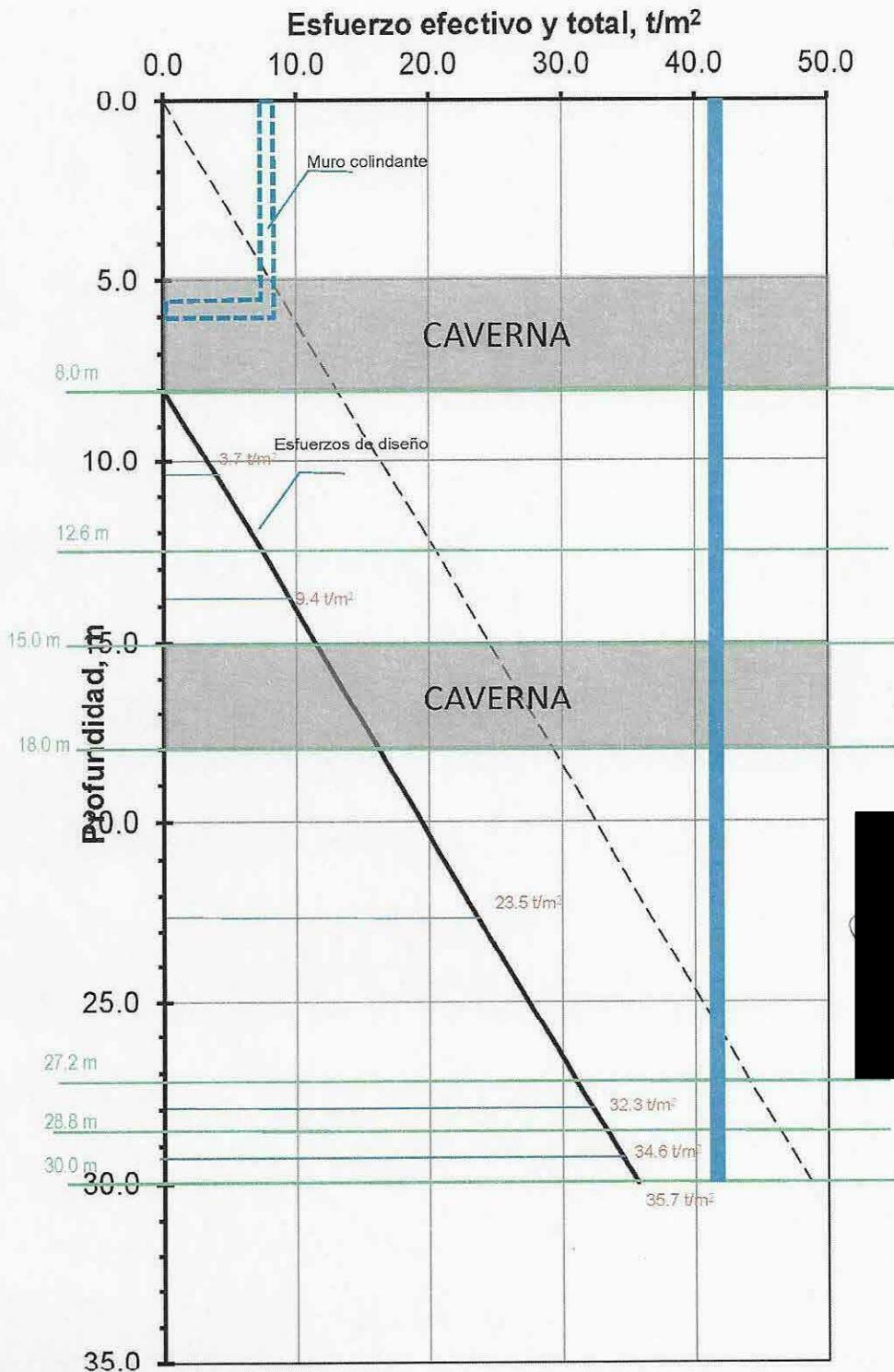
Revisión 0 – Abril 2023

14. ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423



TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

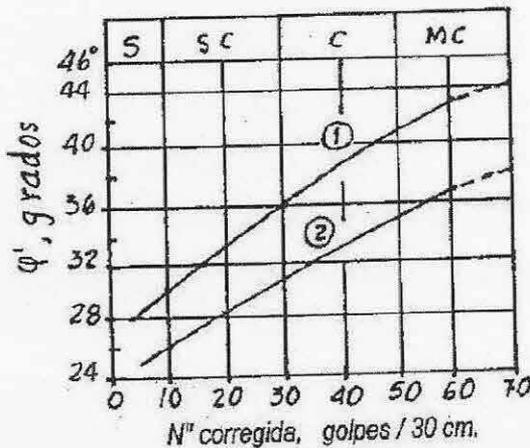


TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

TORRE 29, LÍNEA 3 DE CABLEBÚS										
ESTRATO No	PROFUNDIDAD, m		c, t/m ²	φ, grados	γm, t/m ³	E, kg/cm ²	v	Nspt	DESCRIPCION DEL SUELO	
1	0.00	1.20	-	-	-	-	-	-	PRESENCIA DE MURO	
2	1.20	5.00	-	-	-	-	-	-	PRESENCIA DE MURO	
3	5.00	8.00	-	-	-	-	-	-	CAVERNA	
4	8.00	12.60	-	38(**)	1.65	600(**)	0.25	204	Arena poco arcillosa. Material café claro y muy compacto.	
5	12.60	15.00	10 ^(1*)	-	1.60	350 ^(2*)	0.30	28	Arcilla arenosa. Material café claro y de consistencia dura.	
6	15.00	18.00	-	-	-	-	-	-	CAVERNA	
7	18.00	27.20	20 ^(2*)	-	1.60	450 ^(2*)	0.30	38	Arcilla arenosa. Material café claro y de consistencia dura.	
8	27.20	28.80	-	31(**)	1.70	450(**)	0.25	28	Arena arcillosa. Material café claro y muy compacto.	
8	28.80	30.00	-	38(**)	1.70	650(**)	0.25	137	Arena arcillosa. Material café claro y muy compacto.	

c = Parametro de cohesión
φ = Ángulo de fricción
γm = Peso volumétrico
(1*) Braja M Das, ref 7
(2*) Manual de la CFE, ref 8

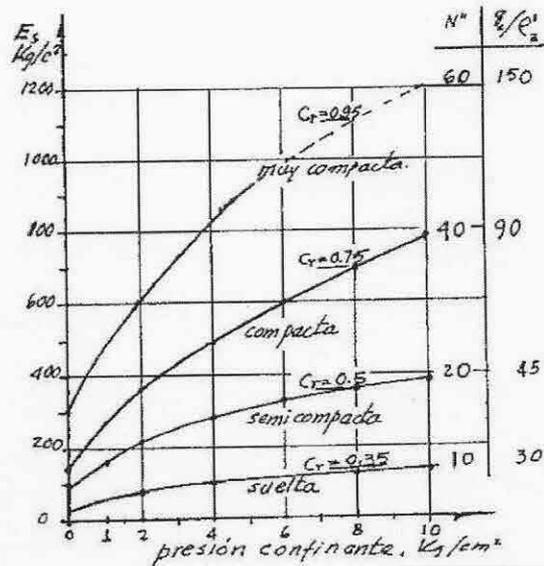
E = Módulo de elasticidad
v = Relación de Poisson
Nspt = Número de golpes promedio en prueba de penetración estándar
(**) Obtenido por correlación, E Tamez, ref 2.



(1) Arena bien graduada, granos angulosos
(2) Arena fina, o arena limosa, granos redondeados

(a)

Tipo de suelo	E MPa
Arcilla:	
muy blanda	0.3 - 3
blanda	2 - 4
media	4.5 - 9
dura	7 - 20
arenosa	30 - 42.5
Arena:	
limosa	5 - 20
suelta	10 - 25
compacta	50 - 100
Arena con grava:	
suelta	10 - 25
compacta	80 - 200
Limo	2 - 20



b) Módulo de Young para arena media, en prueba triaxial para diferentes presiones y compacidades relativas

Tipo de suelo	v
Arcilla saturada	0.4 - 0.5
Arcillas no saturada	0.1 - 0.3
Arcilla arenosa	0.2 - 0.3
Limo	0.3 - 0.35
Arena densa	0.2 - 0.4
Arena gruesa (relación de vacíos = 0.4-0.7)	0.15
Arena fina (relación de vacíos = 0.4-0.7)	0.25
Loess	0.1 - 0.3

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

Capacidades de carga de pilas, Marzo 2023. T-29 LÍNEA 3 DE CABLEBÚS (CONSIDERANDO TRABAJO DE FRICCIÓN DE 8.0 M A 30.0 M Y PUNTA CON EMPOTRE DE 1.2 M, LIMITANDO LA PUNTA A 900 V/m²).

Diametro de pila m	Área lateral, A _L m ²	Área de punta h _p m ²	Capacidad por fricción, C _f t	Capacidad por punta, C _p t	Peso de pila t	Capacidad de carga reducida, R t	Compresión t	Tensión t	Deformación, cm	Esf, kg/cm ²	Kv, ton/cm	K _v , kg/cm ³
1.0	88.0	0.785	277.0	706.9	52.7	931.2	931.2	311.3	6.23	84.7	106.8	13.6
1.2	105.6	1.131	332.5	1017.4	76.0	1273.9	1273.9	381.9	7.21	80.5	126.2	11.2
1.4	123.2	1.539	387.9	1305.4	103.5	1589.8	1589.8	455.1	7.74	73.8	146.7	9.5

Capacidades de carga de pilas, Marzo 2023. T-29 LÍNEA 3 DE CABLEBÚS (CONSIDERANDO TRABAJO SOLO DE FRICCIÓN DE 8.0 M A 30.0 M Y DEFORMACIÓN DE 1.0 CN).

Diametro de pila m	Área lateral, A _L m ²	Área de punta h _p m ²	Capacidad por fricción, C _f t	Capacidad por punta, C _p t	Peso de pila t	Capacidad de carga reducida, R t	Compresión t	Tensión t	Deformación, cm	Esf, kg/cm ²	Kv, ton/cm	K _v , kg/cm ³
1.0	66.0	0.785	277.0	0.0	52.8	224.3	224.3	311.3	1.00	20.4	160.2	20.4
1.2	79.2	1.131	332.5	0.0	76.0	256.5	256.5	381.9	1.00	16.2	183.2	16.2
1.4	92.4	1.539	387.9	0.0	103.5	284.4	284.4	455.1	1.00	13.2	203.2	13.2

SUELOS COHESIVOS

SUELOS FRICCIONANTES

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m P_{vi} \beta_i L_i$$

$$\beta_i = 1.5 - 0.24 \sqrt{z_i}; \quad 0.25 \leq \beta \leq 1.2$$

$$C_p = (\bar{P}_v N_q^* F_R + P_v) A_p$$

$$N_q^* = N_{min} + L_v \frac{N_{max} - N_{min}}{4B \tan(45^\circ + \phi/2)}$$

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m \alpha_i c_{ut} L_i$$

$$\alpha_i = 0.5 \sqrt{\frac{P_{vi}}{c_{ui}}}$$

φ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N _{max}	12.5	26	55	132	350	1000
N _{min}	7	11.5	20	39	78	130

ESTRATO	De, m	a, m	Zi, m	Li, m	γi, t/m ³	P _{vi} , t/m ²	τi, t/m ²	β, α	Cf, ton
	0.00	1.20							0.00
	1.00	5.00							0.00
					PRESENCIA DE MURO				
					PRESENCIA DE MURO				
					CAVERNA				
Arena poco arcillosa café claro	8.00	12.60	10.30	4.60	1.65	3.70	-	0.73	25.36
Arcilla arenosa café claro	12.60	15.00	13.80	2.40	1.60	9.40	10.00	0.48	23.76
					CAVERNA				
Arcilla arenosa café claro	15.00	18.00	22.60	9.20	1.60	23.50	20.00	0.54	203.64
Arena arcillosa café claro	18.00	27.20	28.00	1.60	1.70	32.30	-	0.23	24.28
Arena arcillosa café claro			29.40	1.20	2.70	34.60	-	0.20	16.84
									Cf= 277.04

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

Hoja 1 de 6

Proyecto: T-29, CABLEBUS LINEA3 (Abril 2023)

Memoria de cálculo:

**CAPACIDAD DE CARGA EN PILAS DE ACUERDO CON LAS NORMAS
TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE
CIMENTACIONES, DICIEMBRE 2017**

1.- PROPIEDADES DEL SUELO Y DIMENSIONES DE LAS PILAS

B := 1.0, 1.2, 1.4	Diámetro de las pilas, m
L := 30	Longitud de las pilas, m
Le := 1.2	Longitud de la pila empotrada en el estrato resistente, m
γ1 := 1.19	Peso volumétrico de estrato superior, t/m ²
φ1 := 0	Ángulo de fricción del estrato superior, °
γ2 := 1.19	Peso volumétrico de estrato resistente, t/m ²
φ2 := 38	Ángulo de fricción del estrato resistente, °
γw := 0	Peso volumétrico del agua, t/m ²

2.- CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA, INCISO 3.6.1.1

Fr1 := 0.35	Factor de resistencia
Pv := 35.7	Presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de las pilas, t/m ²
P'v := (γ1 - γw) · (L - Le) + (γ2 - γw) · Le	P'v = 35.70 Presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de las pilas
P'v := 35.7	Presión vertical efectiva real debida al peso del suelo a la profundidad de las pilas

$A_p(B) = \frac{\pi \cdot B^2}{4}$ Área transversal del área de la base

$a1(B) := \frac{L_e}{B}$ $a1(B) =$

1.20
1.00
0.86

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

Hoja 2 de 6

$$a2 := 4 \cdot \tan \left[\left(45 + \frac{\phi_2}{2} \right) \cdot \frac{\pi}{180} \right] \quad a2 = 8.20$$

Cálculo del coeficiente de capacidad de carga, ec. 3.15, 3.16 y Tabla 3.3

$$N_{max} := 0.3306 \cdot e^{0.175 \cdot \phi_2} \quad N_{max} = 255.48$$

$$N_{min} := 0.5916 \cdot e^{0.1201 \cdot \phi_2} \quad N_{min} = 56.76$$

$$Nq(B) := \text{if} \left[a1(B) > a2, N_{max}, N_{min} + Le \cdot \frac{N_{max} - N_{min}}{4 \cdot B \cdot \tan \left[\left(45 + \frac{\phi_2}{2} \right) \cdot \frac{\pi}{180} \right]} \right]$$

Coeficiente de capacidad de carga

Nq(B) =

85.84
80.99
77.53

Coeficiente de capacidad de carga

$$Cp(B) := (P'v \cdot Nq(B) \cdot Fr1 + Pv) \cdot Ap(B)$$

Capacidad de carga por punta, t, ec. 3.14

B =

1.00
1.20
1.40

Cp(B) =

870.43
1.18 · 10 ³
1.55 · 10 ³

Capacidad de carga por punta, t, ec. 3.14

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

Hoja 3 de 6

3.- ASENTAMIENTOS LIMITANDO LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA PUNTA A 900 t/m². PILA DE 1.0 M DE DIAMETRO.

$E_s := 650$ módulo de elasticidad del suelo en kg/cm². (Figura 9, valores determinados por el Ing ETG a partir de los resultados obtenidos en pruebas de carga realizadas en pilas).

$\nu := 0.25$ módulo de Poisson

Propiedades del material que compone la pila

$\gamma_c := 2.4$ peso volumétrico del concreto en t/m³

$f_c := 400$ resistencia del concreto a la compresión, en kg/cm²

$E_c := \sqrt{f_c} \cdot 14000$ $E_c = 2.80 \times 10^5$ módulo de elasticidad del concreto, en kg/cm²

$f_y := 4200$ esfuerzo de fluencia del acero, en kg/cm²

$C_p(B) = 706.9$ ton $C_f(B) = 277.0$ ton $(B) = 1.0$ m

2.1.4 Asentamiento elástico de la columna de concreto, p_c

$$p_c(B) := \frac{C_p(B) + 0.66 \cdot C_f(B)}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot \left(\frac{L}{E_c} \right) \cdot 100$$

2.1.5 Asentamiento elástico del suelo bajo la punta de la pila, p_s

$$p_s(B) := \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot (1 - \nu^2)}{4 \cdot E_s} \cdot \frac{C_p(B) \cdot B}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot 100$$

2.1.6 Asentamiento total en la cabeza de la pila, p_t

$$p_t(B) := p_c(B) + p_s(B)$$

$B = 1.00$ $p_c(B) = 1.21$ $p_s(B) = 5.10$ $p_t(B) = 6.31$

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

Hoja 4 de 6

4.- ASENTAMIENTOS LIMITANDO LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA PUNTA A 900 t/m². PILA DE 1.2 M DE DIAMETRO.

$E_s := 650$ módulo de elasticidad del suelo en kg/cm². (Figura 9, valores determinados por el Ing ETG a partir de los resultados obtenidos en pruebas de carga realizadas en pilas).

$\nu_s := 0.25$ módulo de Poisson

Propiedades del material que compone la pila

$\gamma_c := 2.4$ peso volumétrico del concreto en t/m³

$f_c := 400$ resistencia del concreto a la compresión, en kg/cm²

$E_c := \sqrt{f_c} \cdot 14000$ $E_c = 2.80 \times 10^5$ módulo de elasticidad del concreto, en kg/cm²

$f_y := 4200$ esfuerzo de fluencia del acero, en kg/cm²

$C_p(B) := 1017.9$ ton $C_f(B) := 332.5$ ton $(B) := 1.2$ m

2.1.4 Asentamiento elástico de la columna de concreto. p_c

$$p_c(B) := \frac{C_p(B) + 0.66 \cdot C_f(B)}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot \left(\frac{L}{E_c} \right) \cdot 100$$

2.1.5 Asentamiento elástico del suelo bajo la punta de la pila. p_s

$$p_s(B) := \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot (1 - \nu_s^2)}{4 \cdot E_s} \cdot \frac{C_p(B) \cdot B}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot 100$$

2.1.6 Asentamiento total en la cabeza de la pila. p_t

$$p_t(B) := p_c(B) + p_s(B)$$

$B = 1.20$ $p_c(B) = 1.17$ $p_s(B) = 6.12$ $p_t(B) = 7.29$

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

Hoja 5 de 6

5.- ASENTAMIENTOS LIMITANDO LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA PUNTA A 900 t/m². PILA DE 1.4 M DE DIAMETRO.

$E_s := 650$ módulo de elasticidad del suelo en kg/cm². (Figura 9, valores determinados por el Ing ETG a partir de los resultados obtenidos en pruebas de carga realizadas en pilas).
 $\nu_s := 0.25$ módulo de Poisson

Propiedades del material que compone la pila

$\gamma_c := 2.4$ peso volumétrico del concreto en t/m³
 $f_c := 400$ resistencia del concreto a la compresión, en kg/cm²

$E_c := \sqrt{f_c} \cdot 14000$ $E_c = 2.80 \times 10^5$ módulo de elasticidad del concreto, en kg/cm²

$f_y := 4200$ esfuerzo de fluencia del acero, en kg/cm²

$C_p(B) := 1305.4$ ton $C_f(B) := 387.9$ ton $B := 1.4$ m

2.1.4 Asentamiento elástico de la columna de concreto. p.c

$$p_c(B) := \frac{C_p(B) + 0.66 \cdot C_f(B)}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot \left(\frac{L}{E_c} \right) \cdot 100$$

2.1.5 Asentamiento elástico del suelo bajo la punta de la pila. ps

$$p_s(B) := \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot (1 - \nu_s^2)}{4 \cdot E_s} \cdot \frac{C_p(B) \cdot B}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot 100$$

2.1.6 Asentamiento total en la cabeza de la pila. pt

$$p_t(B) := p_c(B) + p_s(B)$$

$B = 1.40$ $p_c(B) = 1.09$ $p_s(B) = 6.72$ $p_t(B) = 7.81$

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

Hoja 6 de 6

6.- ASENTAMIENTOS LIMITANDO LA CAPACIDAD DE CARGA A LA SOLICITACIÓN A NIVEL DE CIMENTACIÓN, SEGUN PROYECO.

$E_s = 650$ módulo de elasticidad del suelo en kg/cm². (Figura 9, valores determinados por el Ing ETG a partir de los resultados obtenidos en pruebas de carga realizadas en pilas).

$\nu = 0.25$ módulo de Poisson

Propiedades del material que compone la pila

$\gamma_c = 2.4$ peso volumétrico del concreto en t/m³

$f_c = 400$ resistencia del concreto a la compresión, en kg/cm²

$E_c = \sqrt{f_c} \cdot 14000$ $E_c = 2.80 \times 10^5$ módulo de elasticidad del concreto, en kg/cm²

$f_y = 4200$ esfuerzo de fluencia del acero, en kg/cm²

$C_p(B) = 0$ ton $C_f(B) = 277$ ton $(B) = 1.0$ m

2.1.4 Asentamiento elástico de la columna de concreto, p_c

$$p_c(B) := \frac{C_p(B) + 0.66 \cdot C_f(B)}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot \left(\frac{L}{E_c} \right) \cdot 100$$

2.1.5 Asentamiento elástico del suelo bajo la punta de la pila, p_s

$$p_s(B) := \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot (1 - \nu^2)}{4 \cdot E_s} \cdot \frac{C_p(B) \cdot B}{10 \cdot \left(\frac{B^2 \cdot \pi}{4} \right)} \cdot 100$$

2.1.6 Asentamiento total en la cabeza de la pila, p_t

$p_t(B) := p_c(B) + p_s(B)$

$B = 1.00$ $p_c(B) = 0.25$ $p_s(B) = 0.00$ $p_t(B) = 0.25$

Clave: DGOT-PRYCL3-GI-I-S2-GEO_MDS-INP-E4E5-T29-001=R00

Revisión 0 – Abril 2023

TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

PROYECTO: CABLEBUS LÍNEA 3, TORRE 29
Módulos de reacción horizontal para pilas, ref 6

Diámetro de la pila, B= 1.40 m

Profundidad, m		z, m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	Nspt prom.	k_2	k_3	z/B	Módulos de reacción K_p , ton/m ² ·cm	Módulos de reacción K_p , Kg/cm ²
Da	a	—	—						
0.00	1.20	0.60	PRESENCIA DE MURO						
1.20	5.00	3.10	PRESENCIA DE MURO						
5.00	8.00	6.50	CAVERNA						
8.00	12.60	10.30	Arena poco arcillosa. Material café claro y mu compacto.	294	120.0		7.4	244.4	24.44
12.60	15.00	13.90	Arcilla arenosa. Material café claro y de consistencia dura.	28	-	195.0	-	7.8	0.78
15.00	18.00	16.50	CAVERNA						
18.00	27.20	22.60	Arcilla arenosa. Material café claro y de consistencia dura.	38	-	270.0	-	10.8	1.08
27.20	28.80	28.00	Arena arcillosa. Material café claro y mu compacto.	28	40.0		20.0	221.4	22.14
28.80	30.00	29.40	Arena arcillosa. Material café claro y mu compacto.	137	120.0		21.0	697.5	69.75

z = profundidad promedio del estrato, m

k_2 = coeficientes que se determinan a partir de gráficas, pag 52 ref 6

B = diámetro o ancho de cimiento, m

k_3 = Módulo de reacción

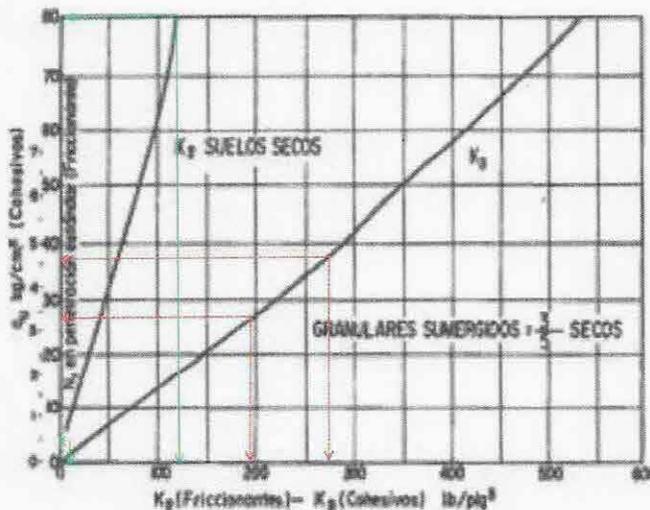
CRITERIO. Con datos de sondeo puntual y clasificación de campo y de laboratorio.

$K_p = 0,2768 k_2 z / B$ SUELOS FRICCIONANTES

$K_p = 0,0562 k_3 / B$ SUELOS COHESIVOS

Referencia 6

Del Castillo, Rico (2002). La Ingeniería de suelos en la vías terrestres (Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas). Editorial Limusa, Noriega editores



TORRE 29, LÍNEA 3 CABLEBÚS, 170423

PROYECTO CABLEBUS LINEA 3, TORRE 29				
Módulos de reacción horizontal para pilas, ref -6				
		1.00	1.20	1.40
Profundidad, m		Modulos de reacción K_h , Kg/cm^3	Modulos de reacción K_h , Kg/cm^3	Modulos de reacción K_h , Kg/cm^3
De	a			
0.00	1.20	0.00	0.00	0.00
1.20	5.00	0.00	0.00	0.00
5.00	8.00	CAVERNA		
8.00	12.60	34.21	28.51	24.44
12.60	15.00	1.10	0.91	0.78
15.00	18.00	CAVERNA		
18.00	27.20	1.52	1.26	1.08
27.20	28.80	31.00	25.83	22.14
28.80	30.00	97.66	81.38	69.75

