

**ANEXO 19. MECÁNICA DE
SUELOS**



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS

INVITACIÓN RESTRINGIDA

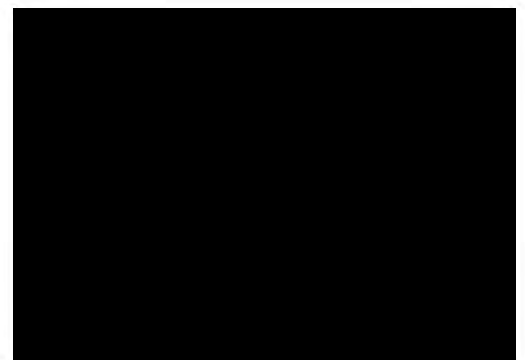
Bajo la modalidad de Precios Unitarios

ESTUDIO

MECÁNICA DE SUELOS

“PROYECTO CALZADA PEATONAL CHIVATITO”

Calzada Chivatito I Sección del Bosque de Chapultepec a Parque Rosario Castellanos II Sección del Bosque de Chapultepec, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11100 Ciudad de México.





ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	OBJETIVO GENERAL.....	6
3.	UBICACIÓN.....	6
4.	ALCANCE	7
5.	OBJETIVOS PARTICULARES	8
6.	GEOLOGÍA.....	8
6.1.	GEOLOGÍA GENERAL	8
6.2.	GEOLOGÍA LOCAL.....	9
7.	TRABAJOS DE LABORATORIO	10
8.	MODELOS GEOTÉCNICOS.....	11
8.1.	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-01	11
8.2.	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-02	11
8.3.	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-03	12
8.4.	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-04	12
8.5.	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-05	12
8.6.	MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-06	12
9.	ANÁLISIS GEOTÉCNICO	13
9.1.	CAPACIDAD DE CARGA PARA ZAPATAS.....	13
9.2.	CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS	14
9.3.	CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN.....	14
9.3.1.	CAPACIDAD DE CARGA PARA ZAPATAS POR SONDEO.....	15
9.3.2.	CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS POR SONDEO.....	21
10.	RECOMENDACIONES.....	22
10.1.	RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS	22
10.2.	RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN	22
10.2.1.	ZAPATAS.....	22
10.2.2.	PILAS DE CIMENTACIÓN	23



NOTAS ACLARATORIAS..... 25





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Ubicación general del Proyecto Calzada Peatonal Chivatito en la CDMX.	6
Figura 3.2 Ubicación particular de la Calzada Peatonal Chivatito.	7
Figura 4.1. Vista satelital de la zona donde se realizó la exploración geotécnica.	8
Figura 6.1. Geología general de la Ciudad de México.	10



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 10.1. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-01.	11
Tabla 10.2. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-02.	11
Tabla 10.3. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-03.	12
Tabla 10.4. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-04.	12
Tabla 10.5. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-05.	12
Tabla 10.6. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-06.	13
Tabla 11.1. Capacidad de carga admisible determinado para SM-01.	15
Tabla 11.2. Capacidad de carga admisible determinado para SM-02.	16
Tabla 11.3. Capacidad de carga admisible determinado para SM-03.	17
Tabla 11.4. Capacidad de carga admisible determinado para SM-04.	18
Tabla 11.5. Capacidad de carga admisible determinado para SM-05.	19
Tabla 11.6. Capacidad de carga admisible determinado para SM-06.	20
Tabla 11.7. Capacidad de carga para pilas sondeo SM-01.	21
Tabla 11.8. Capacidad de carga para pilas sondeo SM-02.	21
Tabla 12.1. Características del material con calidad de subrasante.	23



1. INTRODUCCIÓN

Como parte de los trabajos realizados por parte del Gobierno de la Ciudad de México se crea el proyecto de la calzada peatonal Chivatito. Este proyecto se realizará en el Bosque de Chapultepec en la alcaldía Miguel Hidalgo, teniendo como alcance la unión de la segunda sección del Bosque con la zona de Polanco y Reforma. Se propone la construcción de una pasarela con un doble desembarque, uno directamente en el parque Rosario Castellanos, lo que activará la zona y a su vez incentivará una rehabilitación de este, y otro desembarque en el camellón que divide avenida Fernando Alencastre de Avenida de los Compositores, generando así un paso directo a la zona de lagos y circuitos ciclistas establecidos evitando otra vialidad conflictiva como lo es Fernando Alencastre.

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo del proyecto es brindar los parámetros, especificaciones, planos y todos los documentos necesarios para llevar la ejecución de la construcción de la Calzada Chivatito.

3. UBICACIÓN

La Calzada Peatonal Chivatito se ubicará dentro del bosque de Chapultepec, alcaldía Miguel Hidalgo, al poniente de la Ciudad de México. En la Figura 3.1 podemos observar la localización de la alcaldía en la cual se encuentra el proyecto, resaltada en color amarillo; de la misma forma, en color azul se muestran las otras 15 alcaldías de la Ciudad de México.



Figura 3.1 Ubicación general del Proyecto Calzada Peatonal Chivatito en la CDMX.



Como ya se mencionó, la Calzada Peatonal Chivatito se ubicará dentro del bosque de Chapultepec, el cual tiene una gran extensión (686.018 hectáreas en sus tres secciones), la Calzada Peatonal tendrá su inicio en la Calzada Chivatito dentro de la 1ra Sección del Bosque de Chapultepec y tendrá fin en el Parque Rosario Castellanos, dentro de la 2da Sección del Bosque de Chapultepec. En la Figura 3.2 se observa un esquema en planta del inicio y fin de la pasarela dentro del bosque.



Figura 3.2 Ubicación particular de la Calzada Peatonal Chivatito.

4. ALCANCE

El alcance de este documento es recopilar los resultados obtenidos de la campaña de exploración geotécnica de 6 sondeo mixtos (SM) con la finalidad de definir la estratigrafía del subsuelo y obtener los parámetros mecánicos e índices de la zona de estudio. Dichos sondeos se ubicaron entre Av. De los Compositores y calzada Chivatito, cruzando Anillo Periférico en la segunda sección del bosque de Chapultepec en la Ciudad de México.



Figura 4.1. Vista satelital de la zona donde se realizó la exploración geotécnica

5. OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar la interpretación geotécnica de acuerdo a la campaña de exploración y a los estudios de laboratorio para poder determinar los parámetros mecánicos del subsuelo.
- Realizar análisis de capacidad de carga, proponiendo secciones de cimentaciones superficiales y pilas de diferente diámetro a diferentes profundidades. Se estimarán los asentamientos elásticos en función de la capacidad de carga admisible.
- Conclusiones y recomendaciones.

6. GEOLOGÍA

6.1. GEOLOGÍA GENERAL

La Cuenca de México (CM), se encuentra dentro del Cinturón Volcánico Mexicano, el cual es corresponde a una cadena de volcanes que se extienden desde el estado de Nayarit hasta el estado de Veracruz. En este cinturón, se encuentran una gran variedad de volcanes en forma, tamaño y composición química. Dentro de la CM, los acontecimientos que dieron origen y transformación han llevado alrededor de 25 millones de años. La cuenca se encuentra actualmente en lo que en un principio fue parte del mar somero, luego se convirtió en una planicie costera, después en una zona de subducción y finalmente una cuenca lacustre. Estos eventos tuvieron lugar durante el Mioceno, Plioceno y Pleistoceno. Finalmente, la CM es



una cuenca endorreica que se formó como resultado de la obstrucción del antiguo Valle de México por actividad volcánica cuaternaria (andesítico-basáltica) que edificó la Sierra de Chichinautzin, al Sur de la Ciudad de México (Huerta y Duran, 2005). La CM puede ser dividida en dos regiones, la región norte y la región sur. Ambas están separadas por el estrecho de San Cristóbal, el cual se forma entre la sierra de Guadalupe y el cerro de Chiconautla, y en ellas se encuentran rocas volcánicas que abarcan edades desde el Oligoceno. La CM está limitada por la sierra de las Cruces y Monte Alto en su región W-SW, por la sierra de Chichinautzin en el sur, por la sierra Nevada en el E-SE, por la sierra de Calpulalpan, caldera de Chignahuapan y sierra del Singuilucan en el NE, por la sierra de Pachuca en el norte y por las sierras de Tezontlalpan y Tepetzotlán en el NW (IIUNAM, 2014).

6.2. GEOLOGÍA LOCAL

En el contexto de la alcaldía MH, las unidades litológicas, predomina el suelo aluvial, depósitos piroclásticos y lacustres en las partes bajas e intermedias, y de rocas ígneas extrusivas tales como la andesita y diversos productos piroclásticos en las zonas altas de la delegación. El 86.79% del territorio de la alcaldía corresponde a suelo de origen ígneo y el restante 13.22% corresponde a roca ígnea extrusiva la cual representa 612.94 hectáreas de la superficie total y se ubica en la zona suroeste, ahí se encuentran las barrancas y las colonias Lomas de Bezares, Real de Lomas, Lomas Altas, Bosques de las Lomas y una parte de la Tercera Sección del Bosque de Chapultepec las restantes 4022.64 hectáreas corresponden a la clasificación Suelo (Cenozoico, Cuaternario). La geología de la alcaldía está compuesta por rocas de tipo ígnea extrusiva y suelo Q(s). Con base en la zonificación geotécnica de la ciudad de México, una parte de la alcaldía Miguel Hidalgo se asienta en el piedemonte de la Sierra de las Cruces y la porción noreste se asienta sobre la zona de transición. En general el terreno se caracteriza por poseer un sustrato firme depositado fuera del ambiente lacustre, como es el caso de las Lomas Chapultepec y la cordillera del poniente; por otro lado, también existen depósitos arenosos en estado blando, en estas zonas existe una predominancia de cavernas y oquedades procedentes de rocas ígneas extrusivas, tal y como es el caso de las colonias América y Daniel Garza, específicamente.

El 86.8% del territorio corresponde a suelo y el restante 13.2% corresponde a ígnea extrusiva. La superficie de ígneas extrusivas consta de 6.1 km² de la superficie total de la demarcación y se ubica en la zona suroeste, donde se encuentran las barrancas y las colonias Lomas de Bezares, Real de Lomas, Lomas Altas, Bosques de las Lomas y una parte de la Tercera Sección del Bosque de Chapultepec; las restantes 40.0 km² corresponden a Suelo.

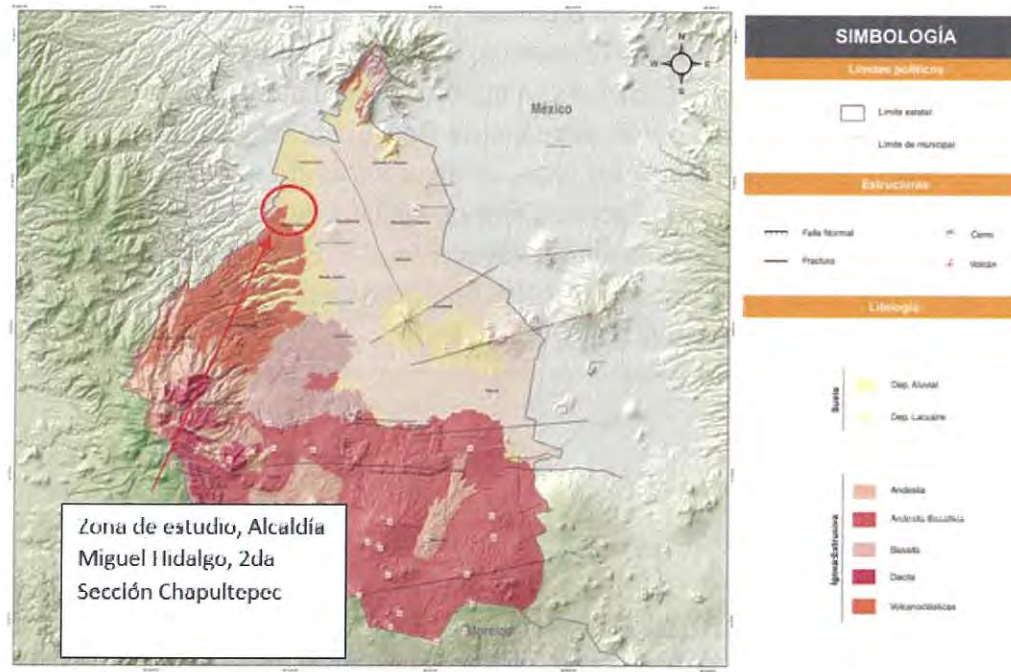


Figura 6.1. Geología general de la Ciudad de México.

De acuerdo con el mapa geológico, en la zona de estudio existen depósitos de origen aluvial y materiales ígneos (vulcanoclasticos). A continuación, se muestra la zonificación geológica a detalle del trazo del proyecto "Chivatito".

7. TRABAJOS DE LABORATORIO

A las muestras alteradas extraídas del sondeo de penetración estándar se les realizaron las siguientes pruebas de laboratorio:

- Contenido natural de agua
- Clasificación visual y al tacto
- Límites de consistencia
- Clasificación SUCS
- Granulometrías
- Límites de consistencia, líquido y plástico

A las muestras inalteradas recuperadas del tubo Shelby se le realizaron las siguientes pruebas de laboratorio:

- TX UU
- Consolidación



8. MODELOS GEOTÉCNICOS

Con base en los resultados de los trabajos de campo y los resultados de laboratorio se definió, un modelo geotécnico de diseño, el cual se indica en la siguiente tabla. Este modelo se basa principalmente en la correlación estratigráfica de los sondeos y los resultados de laboratorio. Los parámetros mecánicos de resistencia y deformación se determinaron a partir de correlaciones con el número de golpes.

Terzaghi y Peck, 1948 cuya fórmula es:

$$\phi = 28.5 + 0.25 * N_{spt} \quad (\text{ec. 10.1})$$

Hettiarachchi & Brown, 2009 (Fine grained soil)

$$c = 4.1 * N_{spt} \quad (\text{ec. 10.2})$$

Bowles, 2002 (Normally consolidated sand)

$$E = 500 * (N_{55} + 15) \quad (\text{ec. 10.3})$$

A continuación, se muestran los modelos geotécnicos por sondeo:

8.1. MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-01

Tabla 8.1. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-01.

Estrato	De	A	γ^* t/m ³	ϕ (°)	c^* (t/m ²)	E^* (t/m ²)
I	0.00	1.20		9.0	6.0	
II	1.20	5.90	1.67	24.2	6.0	1,500
III	6.50	12.50	1.4	28.0	1.0	3,927
IV	12.50	17.90	1.73	30.0	3.0	4,700

8.2. MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-02

Tabla 8.2. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-02.

Estrato	De	A	γ^* t/m ³	ϕ (°)	c^* (t/m ²)	E^* (t/m ²)
I	0.00	2.8	1.57	15.6	5.9	3,000



II	1.20	4.60	1.67	24.2	6.0	4,085
III	5.90	9.70	1.64	23.8	4.92	3,500
IV	6.50	13.30	1.60	35	3.0	5,000

8.3. MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-03

Tabla 8.3. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM 03.

Estrato	De	A	γ^* t/m ³	ϕ (°)	c^* (t/m ²)	E^* (t/m ²)
I	0.00	2.40	1.57	15.6	5.9	1,471
II	2.40	4.80	1.67	24.2	6.0	3,679
III	4.80	6.60	1.60	0.0	13.8	2,678
IV	8.10	9.90	1.67	38.2	7.6	4,439

8.4. MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-04

Tabla 8.4. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-04.

Estrato	De	A	γ^* t/m ³	ϕ (°)	c^* (t/m ²)	E^* (t/m ²)
I	0.00	1.57	1.57	15.6	5.9	2,041
II	1.57	8.40	1.62	28.0	3.0	3,947
III	8.40	13.20	1.62	41.0	0.0	5,047

8.5. MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-05

Tabla 8.5. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-05.

Estrato	De	A	γ^* t/m ³	ϕ (°)	c^* (t/m ²)	E^* (t/m ²)
I	0.00	0.60	1.67	24.2	6.0	1,352
II	0.60	2.52	1.72	0.0	20.5	3,977
III	2.52	8.00	1.49	0.0	20.3	3,939
IV	8.00	9.90	1.64	41.0		5,047

8.6. MODELO GEOTÉCNICO SONDEO SM-06



Tabla 8.6. Modelo geotécnico basado en el perfil estratigráfico del sondeo SM-06.

Estrato	De	A	γ^* t/m ³	ϕ (°)	c^* (t/m ²)	E^* (t/m ²)
I	0.00	0.60	1.72	0.0	7.0	1,352
II	0.60	2.52	1.62	28.0	3.0	3,977
III	2.52	8.00	1.49	0.0	20.3	3,939
IV	8.00	9.90	1.64	41.0		5,047

9. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

9.1. CAPACIDAD DE CARGA PARA ZAPATAS

En esta sección se presenta la capacidad de carga para cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas, para diferentes anchos de zapata y diferente diámetro para pilas.

La metodología seguida es la recomendada en el Reglamento de construcciones de la Ciudad de México. (2017).

Las dimensiones de zapatas para los análisis fueron de B=1.00 m, en todos los casos, variando la longitud L=1.00 m, 2.00 m, 3.00 m a profundidades Df= 1.00 m, 2.00 m y 3.00 m

En la Tablas 8.1 a 8.6 se muestran los resultados de capacidad de carga para cada sondeo ejecutado.

La determinación de la capacidad de carga de las losas de cimentación, para los muros mecánicamente estabilizados se realiza a través de la aplicación de la ecuación 8.1 (CFE, 2017).

$$r = \left[\bar{p}_v (N_q - 1) + \frac{\gamma B N_\gamma}{2} \right] F_R + p_v \quad (8.1)$$

$$r = [c_u N_c] F_R + p_v \quad (8.2)$$

donde

r = Capacidad de carga / c_u = Cohesión no drenada / N_c, N_q, N_γ =

Factores de capacidad de carga / de sus respectivos factores de carga.

F_R = Factor de resistencia / p_v = Esfuerzo total a la profundidad de desplante / \bar{p}_v =

Esfuerzo efectivo a la profundidad de desplante / B = Ancho de cimentación / F_r factor de resistencia (en este caso =0.65)

\bar{p}_v presión vertical efectiva a la profundidad de desplante

γ peso volumétrico del suelo

D_f profundidad de desplante



B ancho de la losa

N_c coeficiente de capacidad de carga = $e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$

N_γ coeficiente de capacidad de carga = $2(Nq + 1) \tan \phi$

N_q coeficiente de capacidad de carga = $\frac{(Nq-1)}{\tan \phi}$

L = Longitud de la cimentación / Df = Profundidad de desplante / NAF = Nivel de aguas freáticas / FS = Factor de seguridad / NME = Nivel Máximo de Excavación /

9.2. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS

Los asentamientos son producto del cambio en el estado de esfuerzos en el suelo, el cual produce el rolado, deslizamiento, aplastamiento y distorsión elástica de sus partículas en una determinada zona de influencia.

Se empleará la siguiente ecuación para el cálculo de los asentamientos:

$$\delta_i = \frac{qB}{E} \left[(1 - \nu^2) F_1 + (1 - \nu - 2\nu^2) F_2 \right]$$

Donde:

- δ_i Deformación elástica bajo la cimentación en cm
- q Carga media de trabajo en la cimentación
- B Ancho de cimentación
- ν Módulo de Poisson
- E Módulo de Elasticidad
- F_1, F_2 Factores de influencia

9.3. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

La compresión que sufre un suelo se debe a la disminución del volumen de los poros, ya que las partículas se asumen incompresibles o de efecto despreciable. En suelos saturados la compresión ocurre solamente si se presenta drenaje de agua.

El asentamiento total de una cimentación por consolidación que experimenta un suelo arcilloso es con la siguiente expresión.

$$\delta = \sum m_v \Delta \sigma H_i$$



9.3.1. CAPACIDAD DE CARGA PARA ZAPATAS POR SONDEO

- SONDEO SM-01

Tabla 9.1. Capacidad de carga admisible determinado para SM-01.

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=1)								
<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	$\delta_{elásticos}$ cm	$\delta_{Consolidacion}$ cm
1.2	1.0	1.0	1.67	6	24	8.8	0.20	0.00
1.2	2.0	2.0	1.67	6	24	10.4	0.48	0.63
1.2	3.0	3.0	1.67	6	24	12.1	0.84	0.73
2.0	1.0	1.0	1.67	6	24	13.5	0.31	0.81
2.0	2.0	2.0	1.67	6	24	15.2	0.70	0.46
2.0	3.0	3.0	1.67	6	24	16.8	1.17	0.51
3.0	1.0	1.0	1.67	6	24	19.5	0.45	0.39
3.0	2.0	2.0	1.67	6	24	21.1	0.98	0.42
3.0	3.0	3.0	1.67	6	24	22.8	1.59	0.46
ZAPATAS RECTANGULARES (L/B=2)								
<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	$\delta_{elásticos}$ cm	$\delta_{Consolidacion}$ cm
1.2	1.0	2.0	1.67	6	24	8.0	0.27	0.00
1.2	2.0	4.0	1.67	6	24	10.2	0.69	0.61
1.2	3.0	6.0	1.67	6	24	12.4	1.26	0.74
2.0	1.0	2.0	1.67	6	24	11.8	0.40	0.71
2.0	2.0	4.0	1.67	6	24	14.0	0.95	0.42
2.0	3.0	6.0	1.67	6	24	16.2	1.65	0.49
3.0	1.0	2.0	1.67	6	24	16.6	0.56	0.33
3.0	2.0	4.0	1.67	6	24	18.9	1.28	0.38
3.0	3.0	6.0	1.67	6	24	21.1	2.14	0.42
ZAPATAS CUADRADAS (L/B=3)								
<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	$\delta_{elásticos}$ cm	$\delta_{Consolidacion}$ cm
1.2	1.0	3.0	1.67	6	24	7.7	0.30	0.00
1.2	2.0	6.0	1.67	6	24	10.1	0.78	0.61
1.2	3.0	9.0	1.67	6	24	12.5	1.44	0.75
2.0	1.0	3.0	1.67	6	24	11.3	0.43	0.68
2.0	2.0	6.0	1.67	6	24	13.7	1.05	0.41
2.0	3.0	9.0	1.67	6	24	16.1	1.85	0.48



3.0	1.0	3.0	1.67	6	24	15.7	0.60	0.31
3.0	2.0	6.0	1.67	6	24	18.1	1.39	0.36
3.0	3.0	9.0	1.67	6	24	20.5	2.36	0.41

• SONDEO SM-02

Tabla 9.2. Capacidad de carga admisible determinado para SM-02

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=1)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm	δ Consolidación cm
1.0	1.0	1.0	1.57	6	16	3.5	0.08	0.00
1.0	2.0	2.0	1.57	6	16	4.0	0.19	0.24
1.0	3.0	3.0	1.57	6	16	4.5	0.31	0.27
2.0	1.0	1.0	1.39	6	16	5.2	0.12	0.31
2.0	2.0	2.0	1.39	6	16	5.6	0.26	0.17
2.0	3.0	3.0	1.39	6	16	6.0	0.42	0.18
3.0	1.0	1.0	1.55	6	24	16.4	0.38	0.33
3.0	2.0	2.0	1.55	6	24	17.9	0.83	0.36
3.0	3.0	3.0	1.55	6	24	19.4	1.35	0.39

ZAPATAS RECTANGULARES (L/B=2)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm	δ Consolidación cm
1.0	1.0	2.0	1.57	6	16	3.3	0.11	0.00
1.0	2.0	4.0	1.57	6	16	3.9	0.26	0.23
1.0	3.0	6.0	1.57	6	16	4.5	0.46	0.27
2.0	1.0	2.0	1.39	6	16	4.8	0.16	0.29
2.0	2.0	4.0	1.39	6	16	5.3	0.36	0.16
2.0	3.0	6.0	1.39	6	16	5.9	0.60	0.18
3.0	1.0	2.0	1.55	6	24	14.2	0.48	0.28
3.0	2.0	4.0	1.55	6	24	16.2	1.10	0.32
3.0	3.0	6.0	1.55	6	24	18.2	1.85	0.36

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=3)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm	δ Consolidación cm
1.0	1.0	3.0	1.57	6	16	3.2	0.12	0.00
1.0	2.0	6.0	1.57	6	16	3.9	0.30	0.23
1.0	3.0	9.0	1.57	6	16	4.5	0.52	0.27
2.0	1.0	3.0	1.39	6	16	4.6	0.18	0.28
2.0	2.0	6.0	1.39	6	16	5.2	0.40	0.16



2.0	3.0	9.0	1.39	6	16	5.9	0.67	0.18
3.0	1.0	3.0	1.55	6	24	13.5	0.52	0.27
3.0	2.0	6.0	1.55	6	24	15.6	1.20	0.31
3.0	3.0	9.0	1.55	6	24	17.8	2.05	0.36

• SONDEO SM-03

Tabla 9.3. Capacidad de carga admisible determinado para SM-03.

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=1)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm	δ Consolidación cm
1.0	1.0	1.0	1.57	6	16	3.5	0.08	0.00
1.0	2.0	2.0	1.57	6	16	4.0	0.19	0.24
1.0	3.0	3.0	1.57	6	16	4.5	0.31	0.27
2.0	1.0	1.0	1.57	6	16	6.5	0.12	0.31
2.0	2.0	2.0	1.57	6	16	7.0	0.26	0.17
2.0	3.0	3.0	1.57	6	16	7.5	0.42	0.18
3.0	1.0	1.0	1.55	6	24	16.4	0.38	0.33
3.0	2.0	2.0	1.55	6	24	17.9	0.83	0.36
3.0	3.0	3.0	1.55	6	24	19.4	1.35	0.39

ZAPATAS RECTANGULARES (L/B=2)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm	δ Consolidación cm
1.2	1.0	2.0	1.57	6	16	3.8	0.11	0.00
1.2	2.0	4.0	1.57	6	16	4.4	0.26	0.23
1.2	3.0	6.0	1.57	6	16	5.0	0.46	0.27
2.0	1.0	2.0	1.57	6	16	5.9	0.16	0.29
2.0	2.0	4.0	1.57	6	16	6.5	0.36	0.16
2.0	3.0	6.0	1.57	6	16	7.1	0.60	0.18
3.0	1.0	2.0	1.55	6	24	14.2	0.48	0.28
3.0	2.0	4.0	1.55	6	24	16.2	1.10	0.32
3.0	3.0	6.0	1.55	6	24	18.2	1.85	0.36

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=3)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm	δ Consolidación cm
1.2	1.0	3.0	1.57	6	16	3.7	0.12	0.00
1.2	2.0	6.0	1.57	6	16	4.4	0.30	0.23
1.2	3.0	9.0	1.57	6	16	5.0	0.52	0.27
2.0	1.0	3.0	1.57	6	16	5.6	0.18	0.28



2.0	2.0	6.0	1.57	6	16	6.3	0.40	0.16
2.0	3.0	9.0	1.57	6	16	7.0	0.67	0.18
3.0	1.0	3.0	1.55	6	24	13.5	0.52	0.27
3.0	2.0	6.0	1.55	6	24	15.6	1.20	0.31
3.0	3.0	9.0	1.55	6	24	17.8	2.05	0.36

• SONDEO SM-04

Tabla 9.4. Capacidad de carga admisible determinado para SM-04.

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=1)							
<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm
1.0	1.0	1.0	1.57	6	16	3.5	0.06
1.0	2.0	2.0	1.57	6	16	4.0	0.13
1.0	3.0	3.0	1.57	6	16	4.5	0.22
2.0	1.0	1.0	1.62	3	28	18.4	0.30
2.0	2.0	2.0	1.62	3	28	21.3	0.69
2.0	3.0	3.0	1.62	3	28	24.1	1.18
3.0	1.0	1.0	1.62	3	28	26.2	0.43
3.0	2.0	2.0	1.62	3	28	29.1	0.94
3.0	3.0	3.0	1.62	3	28	31.9	1.55
ZAPATAS RECTANGULARES (L/B=2)							
<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm
1.0	1.0	2.0	1.57	6	16	3.3	0.08
1.0	2.0	4.0	1.57	6	16	3.9	0.18
1.0	3.0	6.0	1.57	6	16	4.5	0.32
2.0	1.0	2.0	1.62	3	28	16.2	0.38
2.0	2.0	4.0	1.62	3	28	20.0	0.95
2.0	3.0	6.0	1.62	3	28	23.8	1.69
3.0	1.0	2.0	1.62	3	28	22.4	0.53
3.0	2.0	4.0	1.62	3	28	26.2	1.24
3.0	3.0	6.0	1.62	3	28	30.0	2.13
ZAPATAS CUADRADAS (L/B=3)							
<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	δ elásticos cm
1.0	1.0	3.0	1.57	6	16	3.2	0.09
1.0	2.0	6.0	1.57	6	16	3.9	0.21
1.0	3.0	9.0	1.57	6	16	4.5	0.37



2.0	1.0	3.0	1.62	3	28	15.4	0.41
2.0	2.0	6.0	1.62	3	28	19.5	1.05
2.0	3.0	9.0	1.62	3	28	23.6	1.91
3.0	1.0	3.0	1.62	3	28	21.1	0.57
3.0	2.0	6.0	1.62	3	28	25.2	1.35
3.0	3.0	9.0	1.62	3	28	29.3	2.36

• SONDEO SM-05

Tabla 9.5. Capacidad de carga admisible determinado para SM-05.

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=1)							
<i>Df</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>qadm</i> t/m ²	δ elásticos cm
1.0	1.0	1.0	1.62	3	28	10.6	0.14
1.0	2.0	2.0	1.62	3	28	13.5	0.36
1.0	3.0	3.0	1.62	3	28	16.3	0.66
2.0	1.0	1.0	1.62	3	28	18.4	0.25
2.0	2.0	2.0	1.62	3	28	21.3	0.58
2.0	3.0	3.0	1.62	3	28	24.1	0.98
3.0	1.0	1.0	1.64	3	30	32.8	0.44
3.0	2.0	2.0	1.64	3	30	36.7	0.99
3.0	3.0	3.0	1.64	3	30	40.6	1.65
ZAPATAS RECTANGULARES (L/B=2)							
<i>Df</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>qadm</i> t/m ²	δ elásticos cm
1.0	1.0	2.0	1.62	3	28	10.0	0.20
1.0	2.0	4.0	1.62	3	28	13.8	0.54
1.0	3.0	6.0	1.62	3	28	17.6	1.04
2.0	1.0	2.0	1.62	3	28	16.2	0.32
2.0	2.0	4.0	1.62	3	28	20.0	0.79
2.0	3.0	6.0	1.62	3	28	23.8	1.41
3.0	1.0	2.0	1.64	3	30	27.9	0.55
3.0	2.0	4.0	1.64	3	30	33.1	1.31
3.0	3.0	6.0	1.64	3	30	38.2	2.27
ZAPATAS CUADRADAS (L/B=3)							
<i>Df</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>qadm</i> t/m ²	δ elásticos cm
1.0	1.0	3.0	1.62	3	28	9.8	0.22
1.0	2.0	6.0	1.62	3	28	13.9	0.62
1.0	3.0	9.0	1.62	3	28	18.0	1.21



2.0	1.0	3.0	1.62	3	28	15.4	0.35
2.0	2.0	6.0	1.62	3	28	19.5	0.87
2.0	3.0	9.0	1.62	3	28	23.6	1.59
3.0	1.0	3.0	1.64	3	30	26.3	0.59
3.0	2.0	6.0	1.64	3	30	31.9	1.43
3.0	3.0	9.0	1.64	3	30	37.5	2.52

• SONDEO SM-06

Tabla 9.6. Capacidad de carga admisible determinado para SM-06.

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=1)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	$\delta_{elásticos}$ cm
1.0	1.0	1.0	1.55	6	24	6.5	0.08
1.0	2.0	2.0	1.55	6	24	8.0	0.18
1.0	3.0	3.0	1.55	6	24	9.5	0.33
2.0	1.0	1.0	1.62	3	28	18.4	0.21
2.0	2.0	2.0	1.62	3	28	21.3	0.49
2.0	3.0	3.0	1.62	3	28	24.1	0.84
3.0	1.0	1.0	1.64	3	30	32.8	0.38
3.0	2.0	2.0	1.64	3	30	36.7	0.85
3.0	3.0	3.0	1.64	3	30	40.6	1.41

ZAPATAS RECTANGULARES (L/B=2)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	$\delta_{elásticos}$ cm
1.0	1.0	2.0	1.55	6	24	6.1	0.10
1.0	2.0	4.0	1.55	6	24	8.1	0.27
1.0	3.0	6.0	1.55	6	24	10.0	0.51
2.0	1.0	2.0	1.62	3	28	16.2	0.27
2.0	2.0	4.0	1.62	3	28	20.0	0.68
2.0	3.0	6.0	1.62	3	28	23.8	1.21
3.0	1.0	2.0	1.64	3	30	27.9	0.47
3.0	2.0	4.0	1.64	3	30	33.1	1.12
3.0	3.0	6.0	1.64	3	30	38.2	1.94

ZAPATAS CUADRADAS (L/B=3)

<i>D_f</i> (m)	<i>B</i> (m)	<i>L</i> m	γ (t/m ³)	<i>C_u</i> (t/m ²)	ϕ (°)	<i>q_{adm}</i> t/m ²	$\delta_{elásticos}$ cm
1.0	1.0	3.0	1.55	6	24	5.9	0.11
1.0	2.0	6.0	1.55	6	24	8.1	0.31



1.0	3.0	9.0	1.55	6	24	10.2	0.59
2.0	1.0	3.0	1.62	3	28	15.4	0.30
2.0	2.0	6.0	1.62	3	28	19.5	0.75
2.0	3.0	9.0	1.62	3	28	23.6	1.36
3.0	1.0	3.0	1.64	3	30	26.3	0.50
3.0	2.0	6.0	1.64	3	30	31.9	1.22
3.0	3.0	9.0	1.64	3	30	37.5	2.16

9.3.2. CAPACIDAD DE CARGA PARA PILAS POR SONDEO

- SONDEO SM-01

Tabla 9.7. Capacidad de carga para pilas sondeo SM 01.

Profundidad m.	Capacidad de carga fricción Cf ton	Capacidad de carga punta Cp ton	Capacidad de carga reducida $\phi=0.80$ m R ton
Final			
13.0	13.2	263.6	179
13.5	26.7	332.4	234
14.0	40.7	346.2	254
14.5	54.9	359.9	274
15.0	69.4	373.7	295
15.5	84.0	387.4	315
16.0	98.7	401.2	336
16.5	113.5	415.0	356
17.0	128.3	428.7	377
17.9	156.4	453.5	415

- SONDEO SM-02

Tabla 9.8. Capacidad de carga para pilas sondeo SM-02.

Profundida d m.	Capacidad de carga fricción Cf ton	Capacidad de carga punta Cp ton	Capacidad de carga reducida $\phi=0.80$ m R ton
Final			
9.7	11.6	78.8	90
10.3	23.9	83.7	108
10.9	36.9	88.5	125
11.5	50.3	93.4	144
12.1	64.1	98.3	162
12.7	78.3	103.2	181
13.3	92.7	108.0	201



10. RECOMENDACIONES

10.1. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

- a) Los resultados o soluciones presentados en este informe sólo son aplicables al proyecto en estudio debido a: (1) el número de sondeos y recuperación de muestras se fundamentó en las características peculiares del proyecto y condiciones topográficas, por lo que es factible que las condiciones del suelo sean diferentes a las aquí presentadas en zonas donde no se hayan realizado exploraciones; (2) la ubicación de las estructuras; (3) tipo de estructuras, geometría, dimensiones, áreas, etc.; cualquier modificación realizada al proyecto o estructura deberá ser notificada a esta empresa por escrito para realizar los cambios, modificaciones o adecuaciones necesarias.
- b) Esta empresa no se hace responsable por el mal uso de la información presentada o por la aplicación de los resultados o soluciones contenidas en este informe a estructuras o proyectos diferentes del aquí descrito.

10.2. RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

22

10.2.1. ZAPATAS

- I. Se considera que todas las excavaciones tendrán una profundidad no mayor a 3.0 m para remover total o parcialmente los suelos "de cobertura" identificados en los trabajos, detectando terreno natural sano, libre de materia orgánica, basura o rellenos no compactados. La excavación podrá realizarse adoptando taludes inclinados con una relación 0.5:1 (horizontal: vertical, respectivamente).
- II. La remoción del material podrá efectuarse por medios mecánicos. En el caso de las excavaciones en las zonas geotécnicas de Transición los últimos 20 cm deberán ser retirados manualmente, a fin de evitar el remoldeo del material. Si el terreno en el fondo está "lodoso", deberá sustituirse el material afectado, colocando una cama de grava de 10 cm de espesor.
- III. Una vez realizado el corte se colocará un material con calidad de subrasante en capas de 20 cm, debiendo cumplir con los requisitos mostrados en la siguiente tabla.
- IV. A continuación, se colocará la platilla para el desplante de los cimientos, quedando conformada por concreto con $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 5 cm de espesor.



- V. Previo a la colocación de los armados de las zapatas, se colocará una membrana impermeable que será protegida con un colado de 4 cm para evitar de rasgaduras o perforación que pudieran realizarse durante el proceso de armado.
- VI. Deberá preverse la colocación de un sistema de achique en la obra para controlar el agua de eventuales lluvias o escurrimientos de otras fuentes, manteniendo el fondo de las excavaciones en cualquier etapa siempre seco.

Tabla 10.1. Características del material con calidad de subrasante.

Tamaño máximo de partículas	7.6 cm (3")
Porcentaje de material retenido en la malla No. 4 (4.76 mm)	menor al 45%
Porcentaje de material que pasa la malla No. 200 (0.076 mm)	25 % máximo
Grado de compactación mínimo (AASHTO estándar.)	100 ± 2 %
Límite líquido del material que pasa la malla 200	igual o menor que 40 %
Índice plástico del material que pasa la malla 200	igual o menor que 12 %
Expansión del material que pasa la malla 200	2% máximo
Contracción lineal del material que pasa la malla 200	6% máximo
Valor Relativo de Soporte V.R.S.	20% mínimo

10.2.2. PILAS DE CIMENTACIÓN

El comportamiento mecánico de las pilas depende en gran medida de su procedimiento constructivo, por lo que deberá prestarse especial atención a la calidad de su construcción, sujetándose a los siguientes lineamientos generales que no pretenden ser exhaustivas debiendo complementarse con aspectos prácticos y generales marcados en las NTC-2017 y su reglamento.

- a) Para lograr el adecuado desarrollo de la capacidad de carga de las pilas, éstas deberán quedar espaciadas al menos 3 veces el diámetro de la misma medida centro a centro.
- b) El espaciamiento entre la ejecución de perforaciones adyacentes no coladas, será al menos de 4 veces el diámetro de las pilas.
- c) En cualquier tipo de pila, será necesario construir un brocal antes de iniciar la perforación a fin de preservar la seguridad del personal y la calidad de la pila por construir.



- d) Se llevará un registro de la localización de las pilas, las dimensiones relevantes de las perforaciones, las fechas de perforación y de colado, la profundidad y los espesores de los estratos y las características del material de apoyo.
- e) En principio no se anticipa que vaya a haber inestabilidad de las paredes de los barrenos para la construcción de las pilas, por lo que se considera que se podrá perforar sin la necesidad de recurrir a un ademado, sin embargo, si en los primeros metros se detectan derrumbes, entonces se utilizará un ademe metálico recuperable.
- f) Deberá utilizarse un equipo de perforación especializado, con la herramienta adecuada para garantizar la verticalidad del barreno, minimizar la alteración del suelo adyacente a la excavación, obtener una perforación limpia y conservar las dimensiones de proyecto en toda la profundidad, evitando la sobre-excavación lateral y vertical del terreno. La pila deberá quedar empotrada en el estrato resistente. La desviación máxima permisible respecto a la verticalidad de la pila será de 2% respecto a su longitud hasta 25 m de profundidad y de 3 por ciento para mayor profundidad. Respecto a la localización de las pilas o pilotes se aceptará una tolerancia de 10 por ciento de su diámetro.
- g) Antes del colado, se procederá a la inspección directa o indirecta del fondo de la perforación para verificar que las características del estrato de apoyo son satisfactorias y que todos los materiales sueltos o azolves han sido removidos empleando el equipo adecuado (bote de des-azolve, air lift, etcétera).
- h) Una vez limpia la perforación, se introducirá dentro de ella el armado, centrándolo con separadores y fijándolo para evitar que se mueva durante el colado. Se dejará la longitud de acero de refuerzo necesaria para hacer la liga de las pilas con el dado de distribución de carga. Se evitará sacar el armado de la pila una vez introducido para no provocar inestabilidad de las paredes. El armado no deberá apoyarse en el fondo.
- i) El colado se realizará por procedimientos que eviten la segregación del concreto y la contaminación del mismo con el lodo estabilizador de la perforación (en el caso) o con derrumbes de las paredes de la excavación. Se colará la pila empleando trompas de colado tipo "Tremie" con el objeto de evitar que se formen huecos en el concreto, se contamine el mismo con suelo o se segregue. La trompa para colado se irá subiendo conforme progresa el colado, pero garantizando que su punta quede siempre dentro del concreto con una profundidad mínima de metro y medio. Se hará un control del volumen de concreto vaciado en la perforación para garantizar que no quedaron huecos. No deberán de transcurrir más de tres horas entre el término de la perforación y el comienzo del colado de la pila. En caso contrario se deberá repetir la operación de desazolve



y en caso extremo abrir otra vez la perforación para dar el diámetro requerido. El concreto deberá tener la fluidez necesaria para que se distribuya uniformemente en la pila sin necesidad de vibrarla.

- j) Para desplantar la cimentación sobre el concreto sano de la pila, se deberá dejar en la parte superior una longitud extra de concreto, equivalente al 90 por ciento del diámetro de la misma; este concreto, que acarrea las impurezas durante el proceso de colado, podrá ser removido con equipo neumático hasta 200 mm arriba de la cota de desplante de la cimentación; estos últimos 200 mm se deberán quitar en forma manual procurando que la herramienta de ataque no produzca fisuras en el concreto que recibirá la cimentación. En el caso de pilas coladas en seco, la longitud adicional podrá ser de 50 por ciento del diámetro de las mismas, evitando remover el concreto de esta parte en estado fresco con el propósito de que el —sangradoll del concreto se efectúe en dicha zona. Esta parte se demolerá siguiendo los lineamientos indicados en el punto anterior.
- k) Se procederá con el armado (ligándolo al acero de refuerzo de las pilas), cimbrado y colado del dado o zapata de distribución de carga.
- l) Para las pruebas de integridad de pilotes o pilas, será de acuerdo con lo especificado en la tabla 7.1.1. de la NTCDCC (2017). Los ensayos de integridad deberán ser realizados por métodos reconocidos, cuya validez haya sido confirmada por la experiencia local. Se podrán emplear métodos geofísicos como pulso simple o combinado, pozo-abajo, pozos cruzados, gama-gama o térmicos.

NOTAS ACLARATORIAS

Los resultados y soluciones presentados sólo son aplicables para el proyecto descrito en este informe debido a que el número de sondeos y recuperación de muestras se fundamentó en las características peculiares del proyecto; las condiciones topográficas y de áreas del terreno; la cantidad, posición, geometría y dimensiones de las estructuras y su orientación dentro del predio; por lo que es factible que las condiciones del suelo en zonas donde no se hayan realizado exploraciones sean diferentes a las estudiadas.

La solución de cimentación incluida en este informe requiere ser conciliada con el diseñador estructural ya que no constituyen un Proyecto Geotécnico Ejecutivo, el cual debe elaborarse para hacer concordar el estudio geotécnico, el diseño estructural y las especificaciones de construcción que se decidan. Cualquier observación a este estudio nos deberá ser notificada por escrito para realizar las modificaciones o adecuaciones que juzguemos necesarias.



Consulte no se hace responsable por el mal uso de la información presentada o por la aplicación de los resultados y soluciones contenidas en este informe a estructuras o proyectos diferentes a los aquí descrito.

Elaboró



PROYECO, Proyectos, Ejecución y Control de Obras,
S.A. de C.V.

Autorizó



C. José de Jesús Camacho Gil
Jefe de Unidad Departamental de Supervisión de Obras A1
de la Dirección General de Obras Para el Transporte



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS

INVITACIÓN RESTRINGIDA

Bajo la modalidad de Precios Unitarios

ESTUDIO

ANEXO DE MECÁNICA DE SUELOS

“PROYECTO CALZADA PEATONAL CHIVATITO”

Calzada Chivatito I Sección del Bosque de Chapultepec a Parque Rosario Castellanos II Sección del Bosque de Chapultepec, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11100 Ciudad de México.





GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MEXICO



Mc. Proyecto / Nombre
Localización

CHIVATITO
CDMX



SM-3

De	hasta	Prom	SPT	RQD	w%	γ (t/m ³)	LL	LP	IP	G%	S%	F%	q	SUCS
0.00	0.60	0.30	14		13.90									
0.60	1.20	0.90	13		15.00		30.60	23.30	7.40	10.20	34.20	55.60		ML
1.20	1.80	1.50	27		19.40	1.65								
1.80	2.40	2.10	20		27.50		34.20	24.40	9.80	7.80	22.10	70.10		ML
2.40	2.64	2.52	50		26.00									
2.64	3.00	2.82	50											
3.00	3.60	3.30	50		28.40		32.40	27.80	4.60	2.30	20.10	77.70		ML
3.60	3.82	3.71	50		59.10	1.53								
3.82	4.20	4.01	50											
4.20	4.50	4.35	50		23.40									
4.50	4.80	4.65	50											
4.80	5.40	5.10	22		21.30		31.50	23.40	8.20	1.60	28.40	70.00		ML
5.40	6.00	5.70	50		26.10									
6.00	6.60	6.30	29		18.80									
6.60	6.90	6.75	29			1.67								
6.90	7.05	6.98	50		13.40									
7.05	7.50	7.28	50											
7.50	7.65	7.58	50		10.50									
7.65	8.10	7.88	50											
8.10	8.70	8.40	42		7.70									
8.70	9.30	9.00	36		5.60									
9.30	9.90	9.60	38		28.60		29.30	25.30	3.90	6.30	74.60	19.20		SC



Gobierno de la Ciudad de México



proyeco

No. Proyecto / Nombre		CHIVATITO	
Localización		CDMX	
		SM-4	

RESUMEN DE LABORATORIO

SM-04

De	hasta	Prom	SPT	RQD	w%	v (t/m3)	LL	LP	IP	G%	S%	F%	q	SUCS
0.00	0.60	0.30	14		24.70									
0.60	1.20	0.90	13		22.50		32.70	25.90	6.70	8.10	53.90	38.10		SM
1.20	1.57	1.39	50		22.40									
1.57	1.80	1.69	50											
1.80	1.92	1.86	50		16.60									
1.92	2.40	2.16	50											
2.40	2.53	2.47	50		28.50									
2.53	3.00	2.77	50											
3.00	3.25	3.13	50		25.70		43.70	35.80	8.00	0.00	12.90	87.10		ML
3.25	3.60	3.43	50											
3.60	3.85	3.73	50		10.10									
3.85	4.20	4.03	50											
4.20	4.43	4.32	50		14.20									
4.43	4.80	4.62	50											
4.80	4.95	4.88	50		23.50									
4.95	5.40	5.18	50		14.60					0.30	28.50	71.20		M ₋
5.40	5.55	5.48	50											
5.55	6.00	5.78	50											
6.00	6.15	6.08	50		24.30									
6.15	6.60	6.38	50											
6.60	6.90	6.75	50		18.80									
6.90	7.20	7.05	50											
7.20	7.80	7.50	45		23.00		31.70	28.70	3.00	1.60	14.60	83.70		M ₋
7.80	8.40	8.10	47		21.80	1.62								
8.40	9.00	8.70	50		18.90		32.50	25.10	7.40	2.70	38.60	58.80		M ₋
9.00	9.60	9.30	50		22.10									
9.60	10.02	9.81	50		14.10									
10.02	10.20	10.11	50		13.80		24.80	22.90	1.90	12.00	62.70	25.30		SM
10.20	10.30	10.25	50		13.80					0.30	67.00	32.70		-
10.30	10.80	10.55	50											
10.80	11.40	11.10	50		11.00					14.00	72.20	13.80		-
11.40	11.70	11.55	50		10.60									
11.70	12.00	12.00	50											
12.00	12.60	12.15	50		30.20									
12.60	13.20	12.90	50		23.00		24.30	22.80	1.50	0.80	67.80	31.40		SM _h



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MEXICO



proyeco

	No. Proyecto / Nombre	CHIVATITO	SM-5
	Localización	CDMX	

RESUMEN DE LABORATORIO

De	hasta	Prom	SPT	RQD	w%	γ (t/m ³)	LL	LP	IP	e%	S%	F%	q	SUCS
0.00	0.60	0.30	17		11.0C									
0.60	0.64	0.62	50		33.8C									
0.64	1.20	0.52	50											
1.20	1.60	1.40	50		15.9C	1.72	34.70	25.20	9.50	-80	54.30	43.90		SM
1.60	1.80	1.70	50											
1.80	2.03	1.52	50		25.4C									
2.03	2.70	2.37	50											
2.70	2.52	2.61	50		24.6C									
2.52	3.00	2.75	50											
3.00	3.60	3.30	42		22.6C		35.30	26.30	9.00	4.9C	29.40	65.70		ML
3.60	3.73	3.67	50		24.4C									
3.73	4.20	3.57	50											
4.20	4.45	4.33	50		23.2C	1.49								
4.45	4.80	4.63	50											
4.80	5.07	4.94	50		24.9C		35.70	26.40	9.40	C.1C	8.90	91.00		ML
5.07	5.40	5.24	50											
5.40	5.55	5.48	50		23.5C									
5.55	6.00	5.78	50											
6.00	6.30	6.15	50		24.9C		45.60	34.30	11.30	2.8C	16.10	81.10		ML
6.30	6.60	6.45	50											
6.60	7.05	6.83	50		23.7C									
7.05	7.20	7.13	50											
7.20	7.50	7.35	50		32.4C		45.50	34.70	10.80	C.8C	16.40	82.70		ML
7.50	7.80	7.65	50											
7.80	8.00	7.90	50		23.8C									
8.00	8.40	8.20	50											
8.40	8.65	8.53	50		32.8C		42.00	35.50	6.50	8.4C	33.80	57.80		ML
8.65	9.00	8.83	50											
9.00	9.22	9.11	50		33.8C	1.64								
9.22	9.60	9.41	50											
9.60	9.90	9.75	50		32.0C		40.90	30.40	10.50	C.4C	84.80	14.80		SM

