

INFORME DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

DIRIGIDO A
MUNICIPIO DE GUATEQUE

OBRA
PERITAJE ESTRUCTURA

LOCALIZACIÓN
CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)

REALIZÓ
ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO

AVALÓ
ING. NATHALIE LOPEZ

TUNJA, SEPTIEMBRE DE 2021

TABLA DE CONTENIDO

1.	ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	4
1.1.	NOMBRE DEL PROYECTO	4
1.2.	LOCALIZACIÓN	4
1.3.	OBJETIVO DEL ESTUDIO	5
1.4.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.5.	SISTEMA ESTRUCTURAL	5
1.6.	EVALUACIÓN DE CARGAS	5
2.	DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO	6
2.1.	RECONOCIMIENTO DE CAMPO	6
2.2.	INVESTIGACIÓN IN SITU	6
2.3.	GEOLOGÍA	6
2.4.	NIVELES FREÁTICOS	7
3.	DESCRIPCIÓN UNIDADES GEOLÓGICAS	8
3.1.	IDENTIFICACIÓN	8
3.2.	ESPEORES	8
3.3.	DISTRIBUCIÓN	8
3.4.	EFFECTOS DE SUELO EXPANSIVOS, DISPERSIVOS Y/O COLAPSABLES	8
3.5.	PRESENCIA DE VEGETACIÓN	11
3.6.	PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA	11
4.	ANÁLISIS GEOTÉCNICO	12
4.1.	JUSTIFICACIÓN DE CRITERIOS	12
4.2.	RECOMENDACIONES SÍSMICAS	13
4.3.	PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	14
4.4.	ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN	14
4.5.	ESTABILIDAD DE TALUDES	14
4.6.	ESTABILIDAD DE EXCAVACIONES	14
4.7.	SISTEMA DE SOPORTE	14
5.	RECOMENDACIONES DE DISEÑO	15
5.1.	TIPO DE CIMENTACIÓN	15
5.2.	PROFUNDIDAD DE APOYO	15
5.3.	PRESIONES ADMISIBLES	15
5.4.	ASENTAMIENTOS	15
5.4.1.	Calculo Del Asentamiento Elástico Inmediato	15

5.4.1.2.	Relaciones para el Asentamiento por Consolidación Primaria	17
5.5.	INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA.....	19
5.5.1.	En función del módulo de deformación:	19
5.5.1.1.	Fórmula de Vogt.....	19
5.5.1.2.	Fórmula de Vesic.....	19
5.5.1.3.	Fórmula de Klepikov	19
5.5.1.4.	Fórmula de la Universidad de Buenos Aires.....	20
5.5.2.	En función de la resistencia a compresión simple q_u (suelos cohesivos)	20
5.5.3.	En función del ensayo de SPT.....	20
5.6.	ASENTAMIENTOS DESCENSO DE NIVEL FREÁTICO	21
5.7.	EFFECTOS SOBRE EDIFICACIONES VECINAS.....	21
6.	RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN	22
6.1.	SISTEMA CONSTRUCTIVO	22
7.	ANEXOS	23

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

PERITAJE ESTRUCTURA

1.2. LOCALIZACIÓN

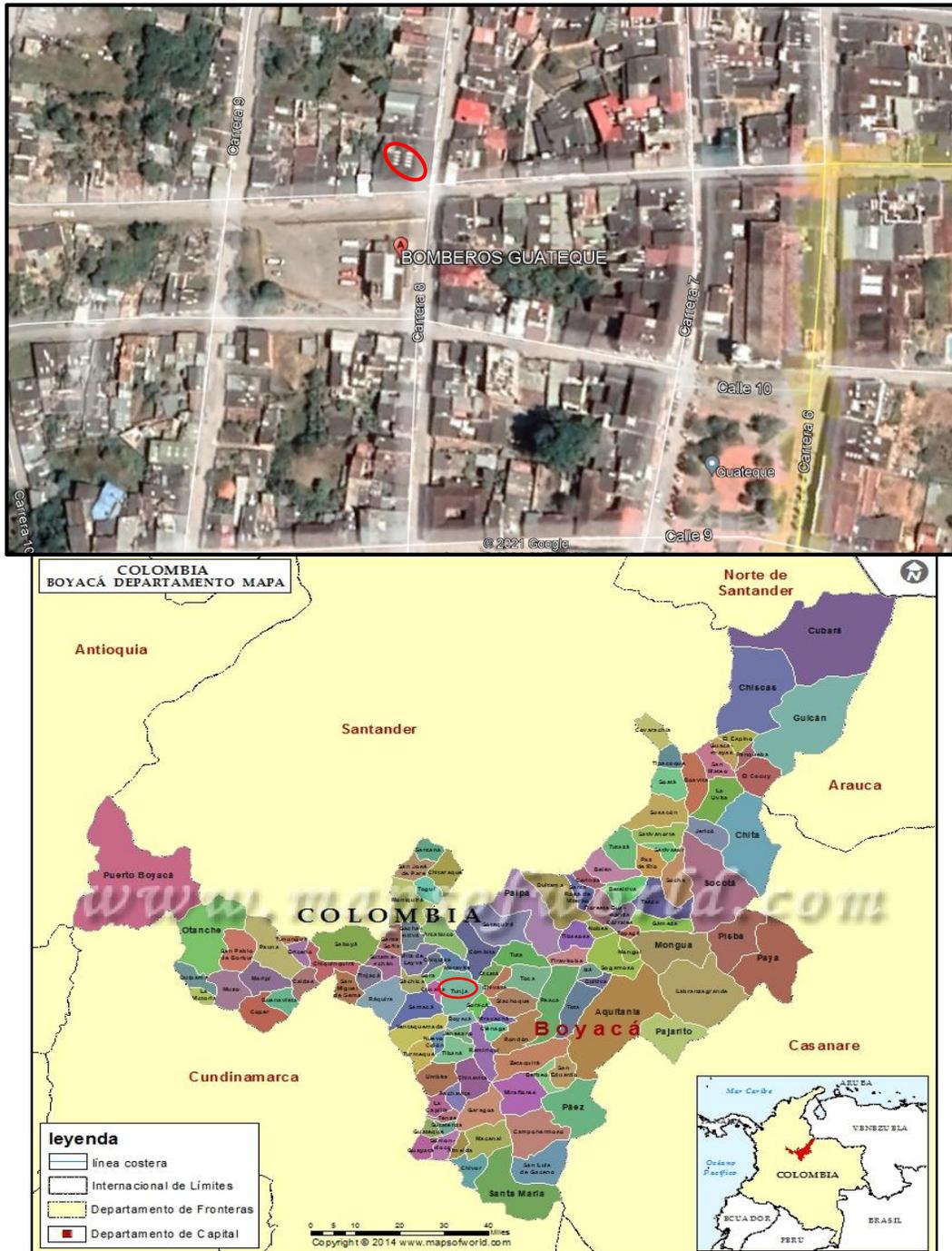


Imagen 1 Localización

1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Conocer las propiedades geomecánicas de los materiales presentes en la ubicación del proyecto y así poder definir alternativas de cimentación de la estructura y de posibles obras de contención si lo requiere.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el peritaje de la estructura de dos niveles.

1.5. SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural será a base de zapatas cuadradas las dimensiones se encuentran en el ANEXO.

1.6. EVALUACIÓN DE CARGAS

La evaluación de cargas se encuentra en el ANEXO.

2. DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

2.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

En las perforaciones realizadas se encontró limo arcilloso café con vetas negras seguido de un limo arcilloso amarillo con vetas color café y grises, pertenecientes a la formación Areniscas de las Juntas. No se observan afluentes cercanas que puedan generar inestabilidad o ascenso en el nivel freático. Para conocer las propiedades geotécnicas del sitio se realizaron tres sondeos a una profundidad máxima de 6.00 metros. La perforación se hizo con herramienta menor, barreno, tubo shelby y cuchara partida, en los sondeos se identificaron visualmente los estratos encontrados, se midieron sus espesores, parámetros de resistencia. Los resultados de los ensayos de laboratorio se observan en los formatos y en el perfil estratigráfico obtenido en cada uno de los sondeos, de los cuales para los cálculos se tendrá en cuenta el siguiente perfil:

0.00 – 0.30 Placa de concreto.

0.30 – 3.00 Limo arcilloso color café con vetas negras y amarillas. Clasificado según USCS como una **MH**, limos inorgánicos, suelos finos arenosos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos. Además tiene un promedio de humedad de 30.9%, límite líquido 58.1% límite plástico 36.8% e índice de plasticidad 21.3%.

3.00 – 6.00 Limo arcilloso amarillo con trazas color café y gris arenosa gris con trazas amarillas. Además tiene un promedio de humedad de 23.1%, límite líquido 63.3% límite plástico 33.6% e índice de plasticidad 29.7%.

2.2. INVESTIGACIÓN IN SITU

Las características físico mecánicas de los materiales se pueden resumir en humedades medias a bajas, estratos limo-arcillosos de media a alta plasticidad con una consistencia media a alta hasta los 6.00 metros de profundidad.

2.3. GEOLOGÍA

Formación Areniscas de las Juntas (Kiaj) ¹

Se propone este nombre para denominar dos niveles arenosos separados por un nivel lutítico. Su localidad tipo se ha establecido entre las cuchillas de El Volador y El Dátil (carretera Guateque-Santa María).

La unidad se divide en tres miembros que de más antiguo a más joven corresponden a: Arenisca de El Volador, Lutitas Intermedias y Arenisca de Almeida.

Miembro Arenisca de El Volador. Está constituido por areniscas cuarzosas, gris amarillentas de grano fino, estratificadas en bancos de 10 cm a 2 m de espesor, con delgadas intercalaciones de

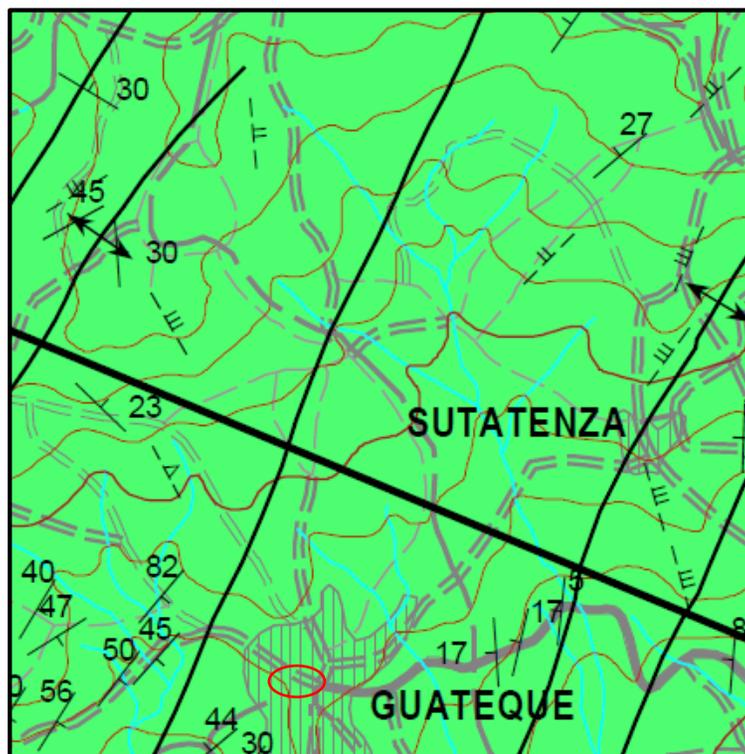
¹ INGEOMINAS. MAPA GEOLÓGICO DE COLOMBIA, CUADRANGULO K-12 GUATEQUE PLANCHAS 210 GUATEQUE – 229 GACHALÁ. Bogotá 1975. Pág. 21.

lutitas negras micáceas y un espesor de 145 m. En el área de la quebrada Las Brasas, este miembro presenta un espesor de 50 m, con las mismas características litológicas.

Miembro Lutitas Intermedias. Está constituido por lutitas negras con nódulos arenosos paralelos a la estratificación e intercalaciones de areniscas cuarzosas, gris claras, de grano fino, estratificadas en bancos hasta de 1 m de espesor. En esta localidad el miembro alcanza un espesor de 295 m, mientras que en el área de la quebrada las Brazas, es de 250 m.

Miembro Arenisca de Almeida. Consta en su base de 100 m (conjunto A) de areniscas cuarzosas, grises claras, grano fino, estratificación gruesa a maciza, con delgadas intercalaciones de lutitas negras; su parte media está constituida por 100 m (conjunto B) de lutitas negras, micáceas con delgadas intercalaciones de areniscas cuarzosas, blancas, grano fino, en bancos hasta de 1 m de espesor; le suprayacen 100 m (conjunto C) de areniscas cuarzosas, blanco amarillentas, grano fino, estratificación gruesa, con delgadas intercalaciones de lutitas negras; su techo está formado por 170 m (conjunto D) de alternancia de lutitas negras y areniscas cuarzosas, grises claras, de grano fino. En la localidad de la quebrada Las Brazas, este miembro presenta un espesor de 180 m.

Imagen 2 Geología



2.4. NIVELES FREÁTICOS

No se encontró nivel freático.

3. DESCRIPCIÓN UNIDADES GEOLÓGICAS

3.1. IDENTIFICACIÓN

De acuerdo a las perforaciones realizadas y al numeral 2.3 la unidad geológica fue la formación Areniscas de la Juntas.

3.2. ESPESORES

La formación Areniscas de las Juntas se encuentra en los 6 metros del sector analizado.

3.3. DISTRIBUCIÓN

De acuerdo al numeral anterior y al área del sitio la distribución de las formaciones es homogénea.

PARÁMETROS OBTENIDOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS EN CAMPO

En campo se realizó el ensayo de penetración estándar (STP); además se tomaron muestras alteradas para lavado de finos por el tamiz No 200, límites de atterberg, humedades naturales y compresión inconfiada. De los ensayos anteriores se tomaron los siguientes valores para el cálculo de la capacidad portante y asentamientos.

ESTRATO	ESPESOR	PU (T/m ³)	Su (T/m ²)	C'(T/m ²)	Φ'(°)	E (T/m ²)
1	6	1.90	4.80	4.90	16.3	387

Tabla 1 Parámetros Geotécnicos

3.4. EFECTOS DE SUELO EXPANSIVOS, DISPERSIVOS Y/O COLAPSABLES

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

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

De acuerdo a la Tabla H.9.1-1 de la NSR-10, los valores de plasticidad de los materiales encontrados. Los suelos del sitio evaluado tienen un potencial de expansión Alto.

Un suelo dispersivo o erodable se define como una arena muy fina o limos no cohesivos que exhiben una manifiesta vulnerabilidad ante la presencia de agua². No se presenta dicha condición al tratarse de suelos limo-arcillosos.

² NSR-10. TITULO H.9.2.1. SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES. Pág. H-51.

Los suelos colapsables son aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas, que si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducción en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan³. De acuerdo a lo descrito en el párrafo anterior no se espera la aparición de este fenómeno.

Una amplia evidencia experimental ha mostrado que vibraciones de pequeña amplitud producen una disminución progresiva del volumen en suelos granulares; ello ocurre aún en el caso de arenas densas que podrían dilatar durante carga monotónica o unidireccional bajo un cierto nivel de esfuerzos de confinamiento. Por tanto, cuando un depósito de arena saturada se ve sometido a las ondas de corte que se propagan durante un Sismo, la estructura de la arena tiende a densificarse. Sin embargo, como la duración de aplicación de los esfuerzos de corte cíclicos es, en general, muy pequeña en comparación con el tiempo necesario para que ocurra algún drenaje, la tendencia de la arena a disminuir de volumen durante cada ciclo se refleja en un incremento progresivo de la presión de poros (8,14). Esto produce una reducción continua del esfuerzo efectivo y consecuentemente una disminución en la resistencia al corte de la arena⁴. Al tratarse de suelos limo-arcillosos no se presentara dicho fenómeno.

Ablandamiento cíclico en suelos finos⁵

Este es un fenómeno que afecta a los suelos cohesivos blandos y que puede ser comparado con el fenómeno de licuefacción que experimentan los medios granulares flojos, cuando son solicitados dinámicamente. El ablandamiento cíclico y la licuefacción son fenómenos en los que los suelos experimentan pérdida drástica de resistencia al esfuerzo cortante y por tanto, grandes deformaciones. Durante los últimos años, este tema ha sido motivo de estudio por parte de investigadores que en el pasado habían fijado su atención en el fenómeno de la licuefacción.

Boulanger e Idriss (2004) orientaron sus investigaciones a la evaluación del potencial de licuefacción de limos y arcillas. Proponen la utilización de la Figura N° 4.27 para estimar, en función de la magnitud sísmica (M_w), el número equivalente de ciclos uniformes que generan ablandamiento. Sugieren que, desde el punto de vista práctico, el número equivalente de ciclos uniformes, para una magnitud igual a 7.5, se tome igual a 30.

³ NSR-10. TITULO H.9.3.1. SUELOS COLAPSABLES. Pág. H-51

⁴ Mecanismos de licuación y flujo de suelos granulares durante sismos. Ing. Adolfo Alarcón. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Pág. 1.

⁵ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE TENSIONES TANGENCIALES ESTÁTICAS Y CÍCLICAS EN LA EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DINÁMICOS DE UN SUELO COHESIVO, Ing. Carlos Hernán Patiño, pág. 49.

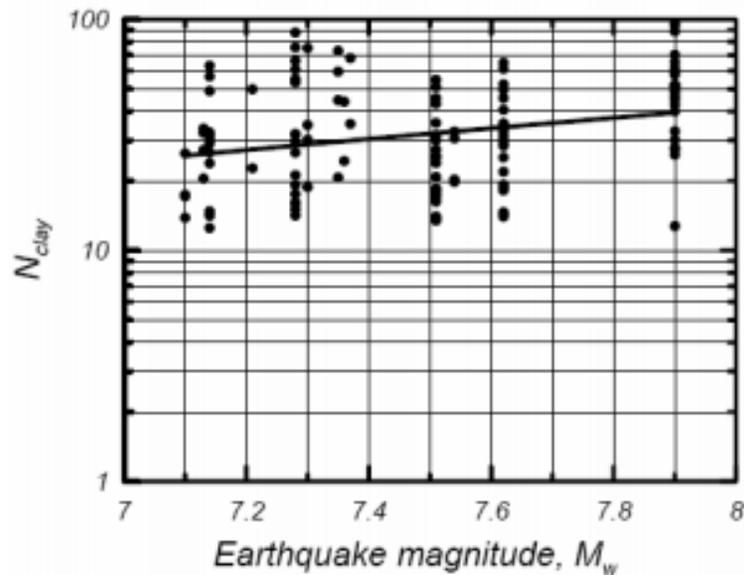


Figura N° 4.27. Variación del número equivalente de ciclos, en función de la magnitud sísmica. (Boulanger e Idriss, 2004)

Boulanger e Idriss (2007) ya han hecho referencia la similitud que existe entre el fenómeno de licuefacción que afecta a las arenas en estado flojo y el ablandamiento cíclico que afecta a los limos y arcillas. A partir de la información obtenida en 142 sitios y 13 diferentes sismos cuya magnitud varió entre 7 y 8, Boulanger e Idriss encontraron que el número equivalente de ciclos uniformes que causa el ablandamiento cíclico en arcillas (N_{clay}), fue en general de una a tres veces el número equivalente de ciclos uniformes que dan origen a la licuefacción en arenas flojas (N_{sand}), Figura N° 4.28.

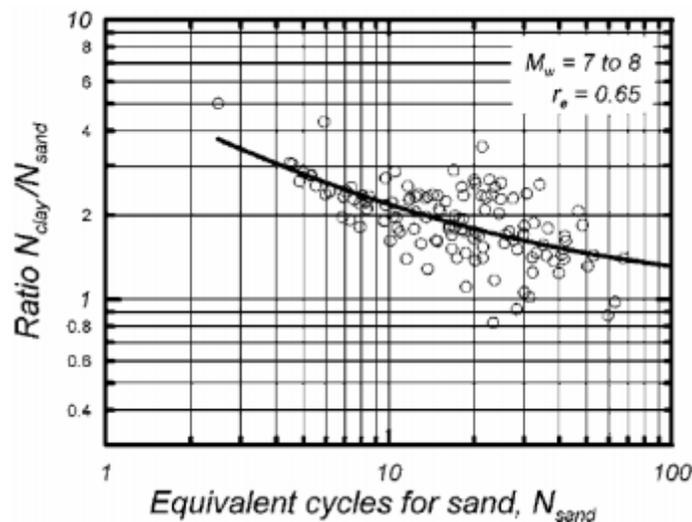


Figura N° 4.28. Relación entre el número equivalente de ciclos para arcilla, en función del número equivalente de ciclos para arena. (Boulanger e Idriss, 2004)

Para estimar si un suelo cohesivo tiende a presentar un comportamiento similar al de las arenas flojas y por tanto, es susceptible a ser afectado por el fenómeno de licuefacción, Boulanger et al. (2006) propusieron un criterio basado en la ubicación del suelo en la carta de plasticidad de Casagrande, Figura N° 4.29.

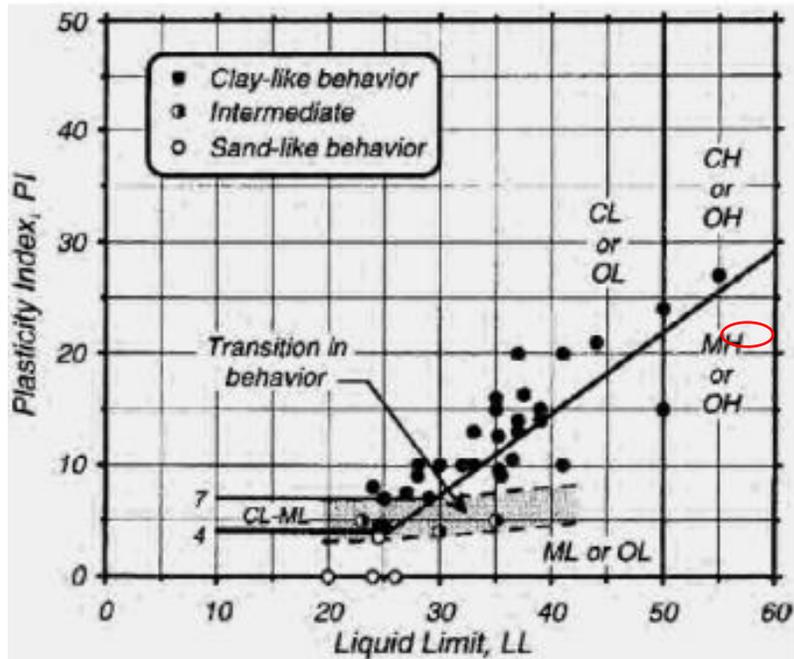


Figura N° 4.29. Determinación mediante la carta de plasticidad de Casagrande de la tendencia de comportamiento de suelos solicitados por sismos (Boulanger e Idriss, 2006)

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta el tipo de material encontrado en las perforaciones se observa que posee un potencial de ablandamiento cíclico bajo.

3.5. PRESENCIA DE VEGETACIÓN

De acuerdo a la visita de campo no se identificaron especies de vegetación agresiva que puedan causar alguna dificultad a la cimentación o a la estructura proyectada.

3.6. PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA

Los cuerpos de agua se encuentran por fuera del área de influencia del proyecto.

4. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

4.1. JUSTIFICACIÓN DE CRITERIOS

La ecuación desarrollada por la AASHTO en el 2004 es la siguiente:

$$q_{ult} = cN_c s_c b_c + qN_q C_{wq} s_q b_q d_q + 0.5\gamma B_f N_\gamma C_{w\gamma} s_\gamma b_\gamma$$

Y los coeficientes se obtienen de las siguientes tablas:

Factor	Friction Angle	Cohesion Term (s_c)	Unit Weight Term (s_γ)	Surcharge Term (s_q)
Shape Factors, s_c, s_γ, s_q	$\phi = 0$	$1 + \left(\frac{B_f}{5L_f}\right)$	1.0	1.0
	$\phi > 0$	$1 + \left(\frac{B_f}{L_f}\right)\left(\frac{N_q}{N_c}\right)$	$1 - 0.4\left(\frac{B_f}{L_f}\right)$	$1 + \left(\frac{B_f}{L_f} \tan \phi\right)$

Tabla 2 Factores de corrección por forma (AASHTO, 2004)

Factor	Friction Angle	Cohesion Term (c)	Unit Weight Term (γ)	Surcharge Term (q)
		b_c	b_γ	b_q
Base Inclination Factors, b_c, b_γ, b_q	$\phi = 0$	$1 - \left(\frac{\alpha}{147.3}\right)$	1.0	1.0
	$\phi > 0$	$b_q - \left(\frac{1 - b_q}{N_c \tan \phi}\right)$	$(1 - 0.017\alpha \tan \phi)^2$	$(1 - 0.017\alpha \tan \phi)^2$

ϕ = friction angle, degrees; α = footing inclination from horizontal, upward +, degrees

Tabla 3 Factores de corrección por inclinación de la cimentación (Hansen and Inan, 1970; AASHTO, 2004)

D_w	$C_{w\gamma}$	C_{wq}
0	0.5	0.5
D_f	0.5	1.0
$> 1.5B_f + D_f$	1.0	1.0

Note: For intermediate positions of the ground water table, interpolate between the values shown above.

Tabla 4 Factor de corrección por localización del nivel freático (AASHTO, 2004)

Friction Angle, ϕ (degrees)	D_f/B_f	d_q
32	1	1.20
	2	1.30
	4	1.35
	8	1.40
37	1	1.20
	2	1.25
	4	1.30
	8	1.35
42	1	1.15
	2	1.20
	4	1.25
	8	1.30

Note: The depth correction factor should be used only when the soils above the footing bearing elevation are as competent as the soils beneath the footing level; otherwise, the depth correction factor should be taken as 1.0.

Tabla 5 Factor de corrección por profundidad de desplante (Hansen and Inan, 1970; AASHTO, 2004)

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.0	0.0	23	18.1	8.7	8.2
1	5.4	1.1	0.1	24	19.3	9.6	9.4
2	5.6	1.2	0.2	25	20.7	10.7	10.9
3	5.9	1.3	0.2	26	22.3	11.9	12.5
4	6.2	1.4	0.3	27	23.9	13.2	14.5
5	6.5	1.6	0.5	28	25.8	14.7	16.7
6	6.8	1.7	0.6	29	27.9	16.4	19.3
7	7.2	1.9	0.7	30	30.1	18.4	22.4
8	7.5	2.1	0.9	31	32.7	20.6	26.0
9	7.9	2.3	1.0	32	35.5	23.2	30.2
10	8.4	2.5	1.2	33	38.6	26.1	35.2
11	8.8	2.7	1.4	34	42.2	29.4	41.1
12	9.3	3.0	1.7	35	46.1	33.3	48.0
13	9.8	3.3	2.0	36	50.6	37.8	56.3
14	10.4	3.6	2.3	37	55.6	42.9	66.2
15	11.0	3.9	2.7	38	61.4	48.9	78.0
16	11.6	4.3	3.1	39	67.9	56.0	92.3
17	12.3	4.8	3.5	40	75.3	64.2	109.4
18	13.1	5.3	4.1	41	83.9	73.9	130.2
19	13.9	5.8	4.7	42	93.7	85.4	155.6
20	14.8	6.4	5.4	43	105.1	99.0	186.5
21	15.8	7.1	6.2	44	118.4	115.3	224.6
22	16.9	7.8	7.1	45	133.9	134.9	271.8

Tabla 6 Factores Capacidad de Carga (AASHTO, 2004)

4.2. RECOMENDACIONES SÍSMICAS

Según el **Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes**, en su nueva norma **2010** el sub-suelo del área de la obra se encuentra en una zona de riesgo sísmico Alto y sus coeficientes aceleración horizontal pico efectivo (**Aa**) y velocidad horizontal pico efectiva (**Av**) **Aa = 0.20 Av = 0.25**. El procedimiento que se emplea para definir el tipo de perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30 metros superiores del perfil. La clasificación se da en la tabla (A.2.4-2 NSR-10).

Tipo de perfil	\bar{v}_s	\bar{N} o \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm ²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)

Tabla 7 Criterios para clasificación de suelos

En la tabla (A.2.4-3 – NSR-10) se dan los valores del coeficiente Fa que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos cortos del orden de T0. Para valores intermedios de Aa se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

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

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla 8 Valores del coeficiente F_a

El valor del coeficiente F_a para el perfil E y la $A_a = 0,20$ es $F_a = 1.7$. En la tabla (A.2.4-4 NSR – 10) se dan los valores del coeficiente F_v que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos intermedios del orden de 1 s. Para valores intermedios de A_a se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil. Su grupo de uso es I, “Estructuras de ocupación Normal” de acuerdo como lo describe el numeral A.2.5.1.2. NSR -10, y su **coeficiente de importancia es de 1.00**.

$$K_{st} = 0.8 * A_a * F_a * \text{Coeficiente de importancia} = 0.8 * 0.20 * 1.7 = 0.27$$

4.3. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

De acuerdo a la visita de campo al observar la morfología del terreno y teniendo en cuenta las perforaciones; no se esperan problemas constructivos.

4.4. ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN

De acuerdo al número de niveles a construir la cimentación se deberá realizar con cimentación superficial con las dimensiones y profundidad de desplante descritas en el ANEXO.

4.5. ESTABILIDAD DE TALUDES

Debido a que en el proyecto a realizar no se contemplan excavaciones y el predio no posee taludes a intervenir; no se ejecuta el análisis de estabilidad.

4.6. ESTABILIDAD DE EXCAVACIONES

No se requiere el análisis de estabilidad de taludes temporales por el tipo de proyecto a realizar.

4.7. SISTEMA DE SOPORTE

No se requieren sistemas de soporte.

5. RECOMENDACIONES DE DISEÑO

5.1. TIPO DE CIMENTACIÓN

La cimentación es a base de zapatas cuadradas y sus dimensiones se encuentran en el ANEXO.

5.2. PROFUNDIDAD DE APOYO

La profundidad de desplante para la cimentación superficial es de 1.00 metro.

5.3. PRESIONES ADMISIBLES

En los ANEXOS del cálculo de la capacidad portante se presentan las diferentes presiones admisibles.

5.4. ASENTAMIENTOS

5.4.1. Calculo Del Asentamiento Elástico Inmediato⁶

Teóricamente, si la cimentación es perfectamente flexible el asentamiento puede expresarse como:

$$S_e = q_o(\infty * B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde:

Se: Asentamiento elástico.

H: Espesor del estrato de suelo.

Es: Módulo de elasticidad promedio del suelo bajo la cimentación.

qo: presión neta aplicada sobre la cimentación.

μ_s : Relación de Poisson del suelo.

B': B/2 para el centro de la cimentación

B para la esquina de la cimentación.

$$I_s = F_1 + \frac{1 - 2\mu_s}{1 - \mu_s} F_2 = \text{factor de forma (Steinbrenner, 1934)}$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi} (A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi} \tan^{-1} A_2$$

$$A_0 = m' \ln \frac{(1 + \sqrt{m'^2 + 1}) \sqrt{m'^2 + n'^2}}{m' (1 + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1})}$$

$$A_1 = \ln \frac{(m' + \sqrt{m'^2 + 1}) \sqrt{1 + n'^2}}{m' + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n' \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$I_f = \text{factor de profundidad (Fox, 1948)} = f\left(\frac{Df}{B} \mu_s, y \frac{L}{B}\right)$$

⁶ BRAJA M. DAS. PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE CIMENTACIONES 5ed. Pág. 206

D_i/B	L/B						
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	5.0
Relación de Poisson = 0.00 = μ_s							
0.05	0.950	0.954	0.957	0.959	0.961	0.963	0.973
0.10	0.904	0.911	0.917	0.922	0.925	0.928	0.948
0.20	0.825	0.838	0.847	0.855	0.862	0.867	0.903
0.40	0.710	0.727	0.740	0.752	0.761	0.769	0.827
0.60	0.635	0.652	0.666	0.678	0.689	0.698	0.769
0.80	0.585	0.600	0.614	0.626	0.637	0.646	0.723
1.00	0.549	0.563	0.576	0.587	0.598	0.607	0.686
2.00	0.468	0.476	0.484	0.492	0.499	0.506	0.577
Relación de Poisson = 0.10 = μ_s							
0.05	0.958	0.962	0.965	0.967	0.968	0.970	0.978
0.10	0.919	0.926	0.930	0.934	0.938	0.940	0.957
0.20	0.848	0.859	0.868	0.875	0.881	0.886	0.917
0.40	0.739	0.755	0.768	0.779	0.788	0.795	0.848
0.60	0.665	0.682	0.696	0.708	0.718	0.727	0.793
0.80	0.615	0.630	0.644	0.656	0.667	0.676	0.749
1.00	0.579	0.593	0.606	0.618	0.628	0.637	0.714
2.00	0.496	0.505	0.513	0.521	0.528	0.535	0.606
Relación de Poisson = 0.30 = μ_s							
0.05	0.979	0.981	0.982	0.983	0.984	0.985	0.990
0.10	0.954	0.958	0.962	0.964	0.966	0.968	0.977
0.20	0.902	0.911	0.917	0.923	0.927	0.930	0.951
0.40	0.808	0.823	0.834	0.843	0.851	0.857	0.899
0.60	0.738	0.754	0.767	0.778	0.788	0.796	0.852
0.80	0.687	0.703	0.716	0.728	0.738	0.747	0.813
1.00	0.650	0.665	0.678	0.689	0.700	0.709	0.780
2.00	0.562	0.571	0.580	0.588	0.596	0.603	0.675
Relación de Poisson = 0.40 = μ_s							
0.05	0.989	0.990	0.991	0.992	0.992	0.993	0.995
0.10	0.973	0.976	0.978	0.980	0.981	0.982	0.988
0.20	0.932	0.940	0.945	0.949	0.952	0.955	0.970
0.40	0.848	0.862	0.872	0.881	0.887	0.893	0.927
0.60	0.779	0.795	0.808	0.819	0.828	0.836	0.886
0.80	0.727	0.743	0.757	0.769	0.779	0.788	0.849
1.00	0.689	0.704	0.718	0.730	0.740	0.749	0.818
2.00	0.596	0.606	0.615	0.624	0.632	0.640	0.714
Relación de Poisson = 0.50 = μ_s							
0.05	0.997	0.997	0.998	0.998	0.998	0.998	0.999
0.10	0.988	0.990	0.991	0.992	0.993	0.993	0.996
0.20	0.960	0.966	0.969	0.972	0.974	0.976	0.985
0.40	0.886	0.899	0.908	0.916	0.922	0.926	0.953
0.60	0.818	0.834	0.847	0.857	0.866	0.873	0.917
0.80	0.764	0.781	0.795	0.807	0.817	0.826	0.883
1.00	0.723	0.740	0.754	0.766	0.777	0.786	0.852
2.00	0.622	0.633	0.643	0.653	0.662	0.670	0.747

Tabla 9 Valores de I_f según Fox, 1948

α : factor que depende de la posición de la cimentación donde el asentamiento está siendo calculado.

Para calcular el asentamiento en el centro de la cimentación se usa:

$$\alpha = 4 \quad m' = \frac{L}{B} \quad n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)}$$

Para calcular el asentamiento en la esquina de la cimentación:

$$\alpha = 1 \quad m' = \frac{L}{B} \quad n' = \frac{H}{B}$$

De acuerdo a las expresiones anteriores se tiene:

5.4.1.1. Cálculo De Asentamiento En El Centro De La Cimentación

$$\alpha = 4$$

$$m' = \frac{L}{B} = \frac{1}{1} = 1.0 \quad n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)} = \frac{5}{\left(\frac{1}{2}\right)} = 10$$

$$A_0 = 1 * \ln \frac{(1 + \sqrt{1^2 + 1}) * \sqrt{1^2 + 10^2}}{1 * (1 + \sqrt{1^2 + 10^2 + 1})} = 0.782$$

$$A_1 = \ln * \frac{(1 + \sqrt{1^2 + 1}) * \sqrt{1 + 10^2}}{(1 + \sqrt{1^2 + 10^2 + 1})} = 0.782$$

$$A_2 = \frac{1}{10 * \sqrt{1 + 10^2 + 1}} = 0.10$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi} * (0.782 + 0.782) = 0.498$$

$$F_2 = \frac{10}{2 * \pi} * \tan^{-1}(0.10) = 0.016$$

$$I_s = 0.498 + \left[\frac{1 - 2 * 0.4}{1 - 0.4} * 0.016 \right] = 0.503$$

$$S_e = 21.0 \frac{T}{m^2} (4 * 0.5 m) \frac{1 - 0.4^2}{258 \frac{T}{m^2}} * 0.503 * 0.689 \frac{cm}{m} = 0.047 m$$

De la misma forma se realizó el cálculo para diferentes dimensiones de cimentaciones superficiales los resultados se encuentran en los ANEXOS.

5.4.1.2. Relaciones para el Asentamiento por Consolidación Primaria⁷

Como se mencionó antes, el asentamiento por consolidación se da a lo largo del tiempo, y ocurre en suelos arcillosos saturados cuando son sometidos a una carga creciente causada por la construcción de una cimentación (figura 15). Con base en las ecuaciones para el asentamiento unidimensional por consolidación dadas en el capítulo 1, podemos escribir:

$$S_{c(p)} = \int \varepsilon_z dz$$

Donde ε_z = deformación unitaria vertical

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

Δe = cambio de la relación de vacíos = $f(\sigma'_0, \sigma'_c \text{ y } \Delta \sigma')$

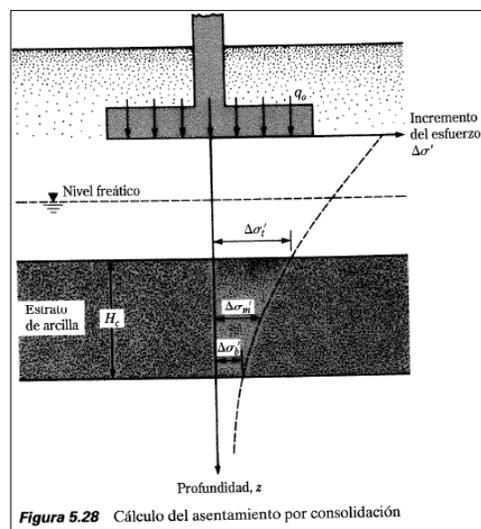


Imagen 3 Cálculo del asentamiento por consolidación

⁷ BRAJA M. DAS. PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE CIMENTACIONES 5ed. Pág. 229

$$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0} \quad (\text{Para arcillas normalmente consolidadas})$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_s H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0} \quad (\text{Para arcillas preconsolidadas con } \sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} < \Delta\sigma'_c)$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_s H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0} \quad (\text{Para arcillas preconsolidadas con } \sigma'_0 < \Delta\sigma'_c < \sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom})$$

Donde σ'_0 = presión efectiva promedio sobre el estrato de arcilla antes de la construcción de la cimentación
 $\Delta\sigma'_{prom}$ = incremento promedio de la presión efectiva sobre el estrato de arcilla causado por la construcción de la cimentación
 σ'_c = presión de preconsolidación
 e_0 = relación de vacíos inicial del estrato de arcilla
 C_c = índice de compresibilidad
 C_s = índice de expansibilidad
 H_c = espesor del estrato de arcilla

Observe que el incremento de presión efectiva, $\Delta\sigma'_{prom}$, sobre el estrato de arcilla no es constante con la profundidad. La magnitud de $\Delta\sigma'_{prom}$ decrecerá con el incremento de la profundidad medida desde la base de la cimentación. Sin embargo, el incremento promedio de presión puede aproximarse por:

$$\Delta\sigma'_{prom} = \frac{1}{6} (\Delta\sigma'_t + 4\Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_b)$$

Donde $\Delta\sigma'_t$, $4\Delta\sigma'_m$, $\Delta\sigma'_b$ son los incrementos de presión arriba, en medio y en el fondo del estrato de arcilla causados por la construcción de la cimentación. De acuerdo a lo descrito anteriormente y teniendo los siguientes datos procedemos al cálculo del asentamiento:

$$B = L = 1 \text{ m} \quad PU = 1.90 \text{ T/m}^3 \quad Df = 1.0 \text{ m} \quad \mu_s = 0.5 \quad H = 6 \text{ m}$$

$$q_0 = 21.0 \text{ T/m}^2 \quad e_0 = 0.86 \% \quad C_c = 0.05$$

$$\Delta\sigma'_{prom} = \frac{1}{6} (\Delta\sigma'_t + 4\Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_b) \quad \Delta\sigma = \frac{q_0 * B * L}{(B + z)(L + z)}$$

$$\Delta\sigma'_t = \frac{21.0 \text{ T/m}^2 * 1 * 1}{(1 + 0)(1 + 0)} = 21.0 \text{ T/m}^2 \quad \Delta\sigma'_m = \frac{21.0 \text{ T/m}^2 * 1 * 1}{(1 + 2.5)(1 + 2.5)} = 1.71 \text{ T/m}^2$$

$$\Delta\sigma'_b = \frac{21.0 \text{ T/m}^2 * 1 * 1}{(1 + 5.0)(1 + 5.0)} = 0.58 \text{ T/m}^2 \quad \Delta\sigma'_{prom} = \frac{1}{6} (21.0 + 4 * (1.71) + 0.58) = 4.74 \text{ T/m}^2$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_s H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0} = \frac{0.05 * 5}{1 + 0.86} \log \frac{1.90 + 4.74}{1.90} = 0.073 \text{ m}$$

$$S_T = S_e + S_{c(p)} = 0.047 + 0.073 = 0.120 \text{ m}$$

De la misma forma se realizó el cálculo para diferentes dimensiones de cimentaciones superficiales los resultados se encuentran en los ANEXOS.

5.4.1.3. Asentamientos diferenciales

De acuerdo a la tabla H.4.9-1 Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, Del Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10 y de acuerdo a las estructuras diseñadas se adopta el tipo de construcción c, a continuación se entrega la evaluación de la cimentación que podría sufrir los asentamientos diferenciales más altos:

Tabla H.4.9-1
Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, ℓ

Tipo de construcción	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

En el ANEXO se encuentra el cálculo.

5.5. INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA

El coeficiente de balasto K_s es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto, p , y el asiento que se produce, y , es decir $K_s = p/y$. Este parámetro tiene dimensión de peso específico y, aunque depende de las propiedades del terreno, no es una constante del mismo ya que también depende de las dimensiones del área que carga contra el terreno. Las correlaciones del coeficiente de balasto con otros parámetros del terreno pueden ser:

5.5.1. En función del módulo de deformación:

5.5.1.1. Fórmula de Vogt

$$k = 1.33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}}$$

5.5.1.2. Fórmula de Vesic

$$k = \frac{E}{B * (1 - \nu^2)}$$

5.5.1.3. Fórmula de Klepikov

$$k = \frac{E}{w * \sqrt{A} * (1 - \nu^2)}$$

Siendo A, el área de la cimentación y w un coeficiente de forma que viene dado por:

$$w = \frac{100}{4.03 * \frac{L}{B} + 109.05}$$

5.5.1.4. Fórmula de la Universidad de Buenos Aires

$$k = \frac{E(L + 0.5 * B)}{L * B}$$

5.5.2. En función de la resistencia a compresión simple q_u (suelos cohesivos)

$$k \left(\frac{t}{m^3} \right) = \frac{100}{3} * q_u \left(\frac{t}{m^2} \right) * \frac{1}{B} \left(1 + \frac{B}{2L} \right)$$

5.5.3. En función del ensayo de SPT

Suelos cohesivos:

$$k \left(\frac{t}{m^3} \right) = 40 * N * \frac{1}{B} \left(1 + \frac{B}{2L} \right)$$

En arenas secas:

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N+2}{34}}$$

Y por tanto para una cimentación de BxL:

$$k_{B,L} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N+2}{34}} * \left(\frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

En arenas sumergidas

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 0.6 * 10^{\frac{N+2}{34}}$$

Y por tanto para una cimentación de BxL:

$$k_{B,L} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 0.6 * 10^{\frac{N+2}{34}} * \left(\frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

De acuerdo a las correlaciones anteriores y reemplazando los valores obtenidos en las exploraciones se obtiene la siguiente tabla resumen:

Modulo de deformación (T/m ²)		258					
N (SPT)		3					
Su (Kg/cm ²)		0,48					
relación de poisson		0,4					
B(m)	L (m)	MODULO DE BALASTO SEGÚN CORRELACIONES (T/m ³)					
		Vogt	Vesic	Klepikov	Buenos Aires	Su	SPT
1,0	1,0	3431	3071	3473	3870	2400	1800
1,2	1,2	2691	2560	2894	3225	2000	1500
1,4	1,4	2191	2194	2481	2764	1714	1286
1,6	1,6	1834	1920	2171	2419	1500	1125
1,8	1,8	1567	1706	1930	2150	1333	1000

Tabla 10 Valores Modulo de Balasto

5.6. ASENTAMIENTOS DESCENSO DE NIVEL FREÁTICO

Debido a la composición, capacidad de carga de los suelos y el tipo de cimentación no se esperan asentamientos por descenso de nivel freático.

5.7. EFECTOS SOBRE EDIFICACIONES VECINAS

Al igual que el numeral anterior no se contemplan efectos adversos en las edificaciones vecinas.

6. RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN

6.1. SISTEMA CONSTRUCTIVO

- Para el proceso constructivo de la cimentación se deberá tener en cuenta la continuidad en el proceso de excavación y vaciado; además tiempo de exposición de la excavación a las aguas lluvias y /o de escorrentía tendrá que ser el mínimo, para evitar la saturación del suelo, lo que conllevaría a que se presenten asentamientos diferenciales.
- La cimentación se debe diseñar en concreto reforzado de al menos 21 MPa (3000 psi) y acero de Fy 420 Mpa (60000 psi). Además antes de realizar la fundida del sistema de cimentación extender un concreto de limpieza de un espesor mínimo de 5 centímetros encima de una capa de afirmado de 15 centímetros compactada al 95% del proctor modificado.
- Se recomienda, antes del vaciado de las zapatas o cualquier sistema de cimentación superficial que se vaya a adoptar compactar el suelo de apoyo que generalmente se altera por el proceso de excavación.
- Para el diseño de estructuras de contención se deberán utilizar los siguientes parámetros:
 - Coeficiente de presión activa: 0.56
 - Coeficiente de presión en reposo: 0.72
 - Peso unitario (T/m³): 1.90
- Es importante anotar que el presente estudio se basa en los datos obtenidos de los sondeos, en la observación directa del sector estudiado, y en las características generales y particulares del proyecto en cuestión. Es posible y así sucede con frecuencia cuando se trata de suelos, que en el momento mismo de la obra aparezcan diferencias con relación a lo previsto en el estudio. Aunque las diferencias no serán en ningún caso substanciales, conviene contar con la asesoría del ingeniero de suelos durante la construcción.

Nathalie López
NATHALIE LOPEZ
IC. Msc. EN GEOTECNIA

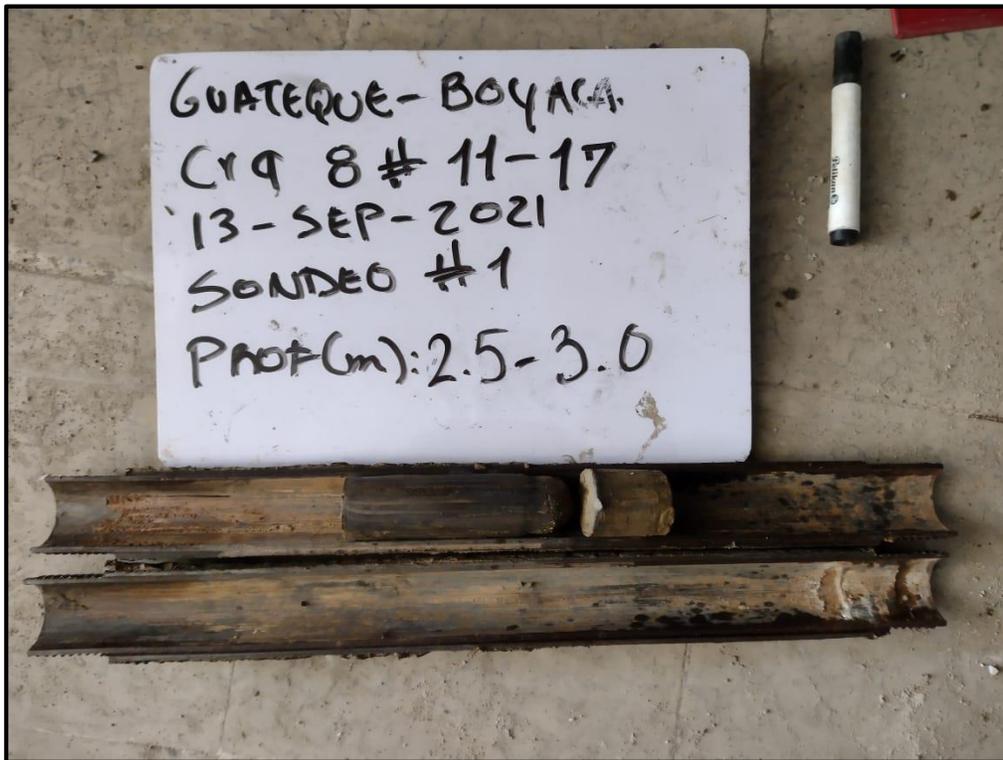
Cristian Camilo Delgado
CRISTIAN CAMILO DELGADO
ITV. Esp. EN GEOTECNIA

7. ANEXOS

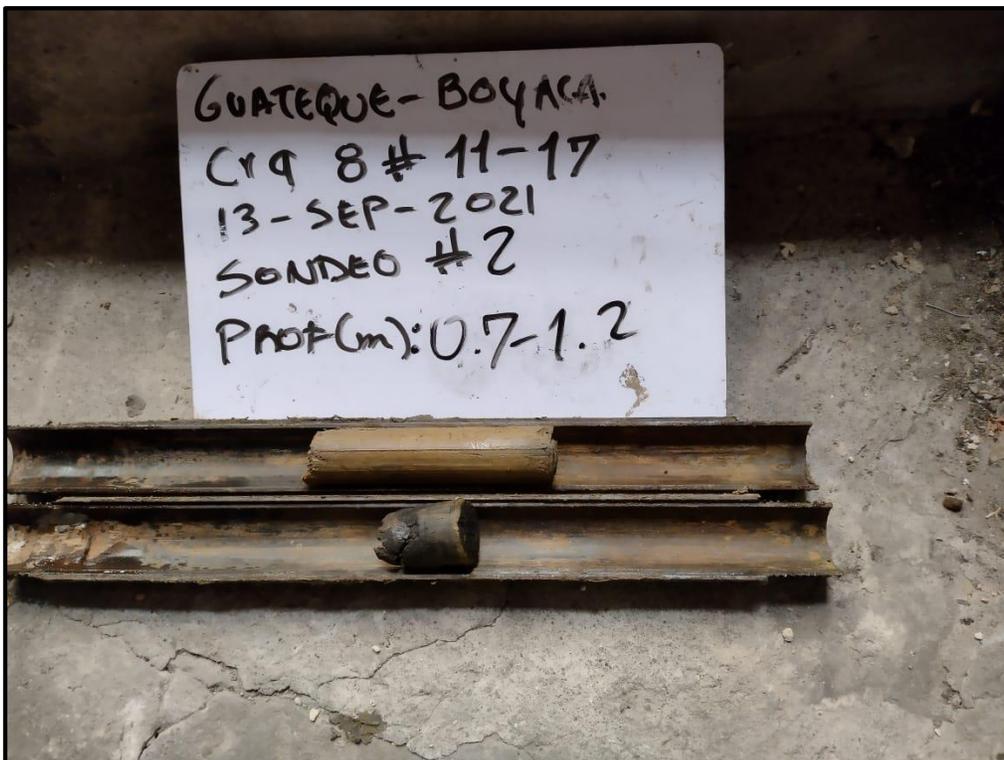
REGISTRO FOTOGRÁFICO

SONDEO No 1



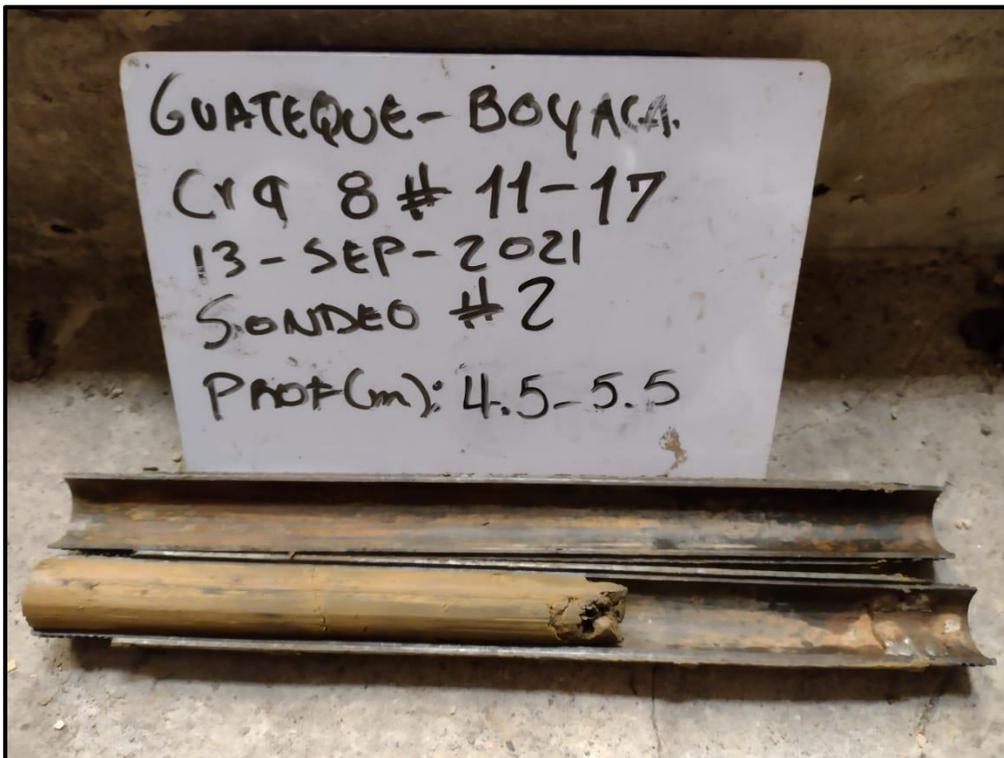


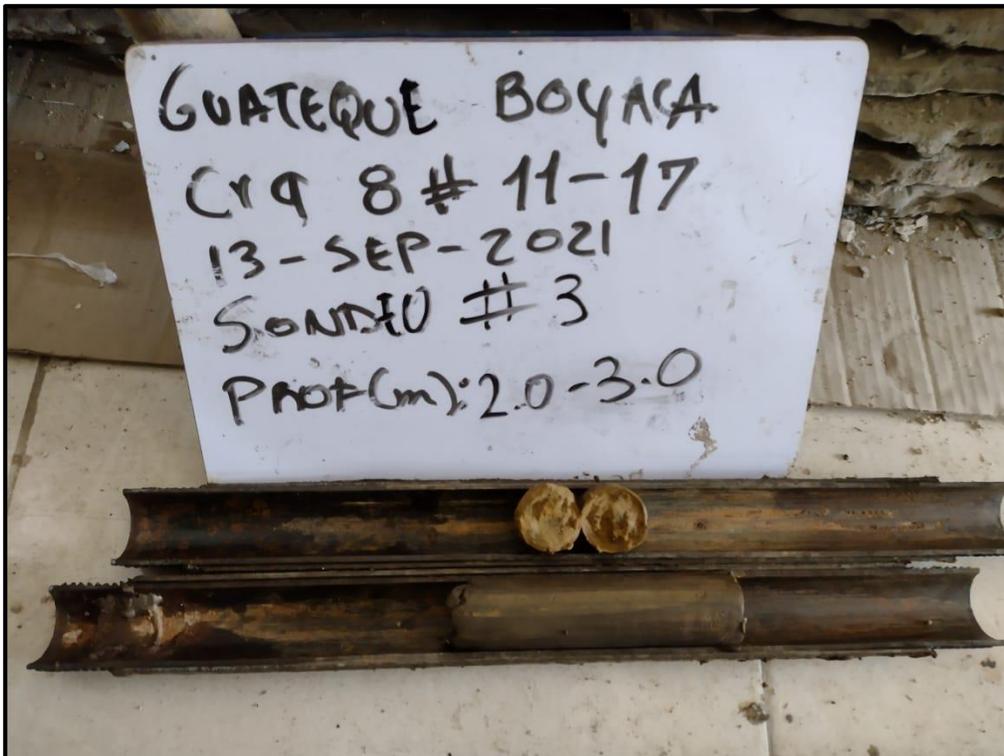
SONDEO No 2





SONDEO No 3





ENSAYO DE HUMEDAD INVE - 122 - 13

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA :	SEPTIEMBRE DE 2021

Sondeo No	Profundidad (m)	W Cáp.	W Cáp. + MH	W Cáp. + MS	HUMEDAD
1	0,65 - 1,15	5,34	65,45	53,26	25,4
	1,15 - 2,00	5,25	90,09	68,42	34,3
	2,00 - 3,00	5,25	67,55	52,11	32,9
	3,00 - 3,50	5,10	82,09	68,59	21,3
	3,50 - 4,50	5,32	55,81	44,45	29,0
	4,50 - 5,50	5,26	89,57	71,94	26,4
	5,50 - 6,00	5,06	102,40	89,11	15,8
2	0,70 - 1,20	4,74	96,04	76,21	27,7
	1,20 - 2,00	4,69	96,87	73,72	33,5
	2,50 - 3,50	4,56	92,64	72,11	30,4
	3,50 - 4,50	5,07	87,18	68,13	30,2
	4,50 - 5,50	5,07	44,15	34,53	32,7
	5,50 - 6,00	5,19	61,39	46,52	36,0
3	0,90 - 1,50	5,20	61,32	46,87	34,7
	1,50 - 2,00	4,72	92,89	71,15	32,7
	2,00 - 3,00	4,75	51,26	40,47	30,2
	3,00 - 4,00	4,64	61,40	47,35	32,9
	4,00 - 5,00	5,17	59,80	47,97	27,6
	5,00 - 6,00	5,11	72,41	56,76	30,3



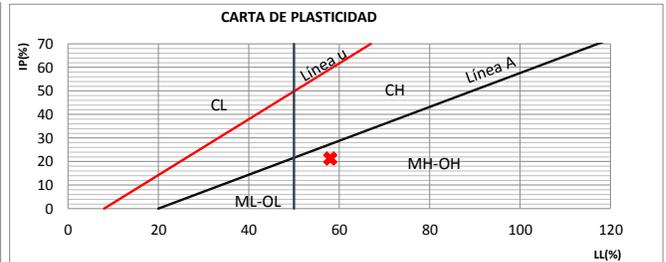
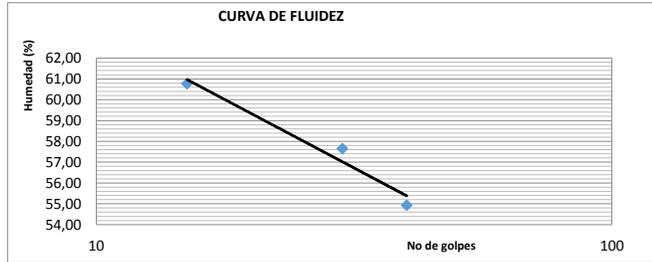
ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO

MP. 01111-10567 CPITV

DETERMINACIÓN LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO INV E 125 - 13, INV E 126 - 13 Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS PORTAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA :	SEPTIEMBRE DE 2021
SONDEO No:	1
PROFUNDIDAD:	0,30 - 3,00 METROS

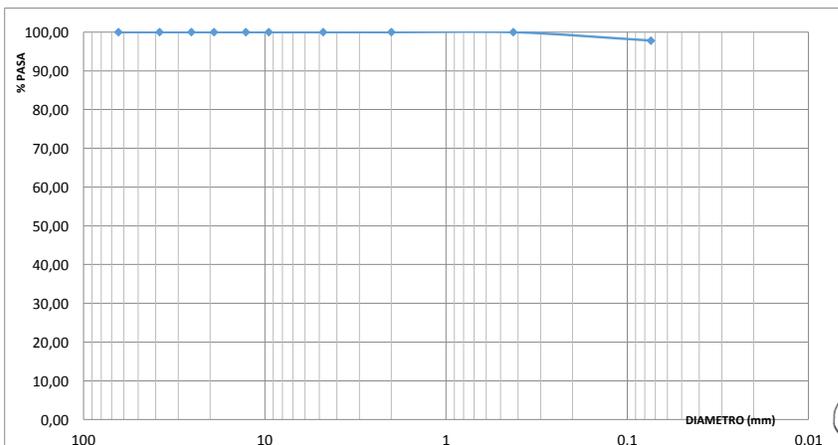
DETERMINACIÓN Nº	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
NÚMERO DE GOLPES	40	30	15	N/A	N/A
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	25,20	27,53	27,38	21,39	20,25
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	18,13	19,55	20,05	17,84	17,05
PESO RECIPIENTE (gr)	5,26	5,71	7,99	8,22	8,34
CONTENIDO DE AGUA (%)	54,93	57,66	60,78	36,90	36,74



LÍMITE LÍQUIDO:	58,1
LÍMITE PLÁSTICO:	36,8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	21,2
ÍNDICE DE FLUJO (Fw)	-13,1
ÍNDICE DE TENACIDAD (Tw)	1,6
ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	0,43

ANTES DE LAVADO		DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	142,90	PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	148,33
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	393,67	PESO MUESTRA SECA (gr)	5,43
PESO MUESTRA (gr)	250,77	PASA TAMIZ Nº 200 (%)	97,83

ANÁLISIS POR TAMIZADO						
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	PESO RETENIDO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)
2 1/2"	64	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1"	25,40	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/8"	9,51	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
4	4,76	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
10	2,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
40	0,425	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
200	0,074	2,17	2,17	97,83	5,43	5,43
FONDO		97,83	100,00	0,00	245,34	245,34
ERROR (gr)		0,00		Σ	250,77	250,77
ERROR (%)		0,00				



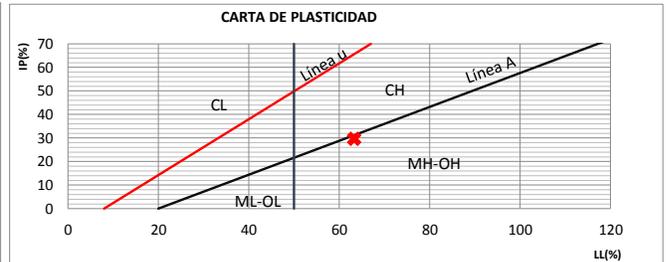
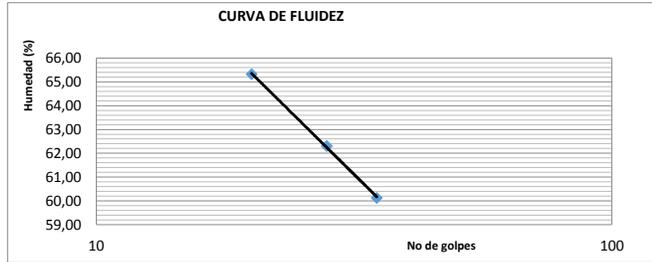
TIPO DE SUELO	MH
CLASIFICACIÓN SUCS	

Cristian Camilo Delgado
ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

DETERMINACIÓN LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO INV E 125 - 13, INV E 126 - 13 Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS PORTAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA :	SEPTIEMBRE DE 2021
SONDEO No:	1
PROFUNDIDAD:	3.00 - 6.00 METROS

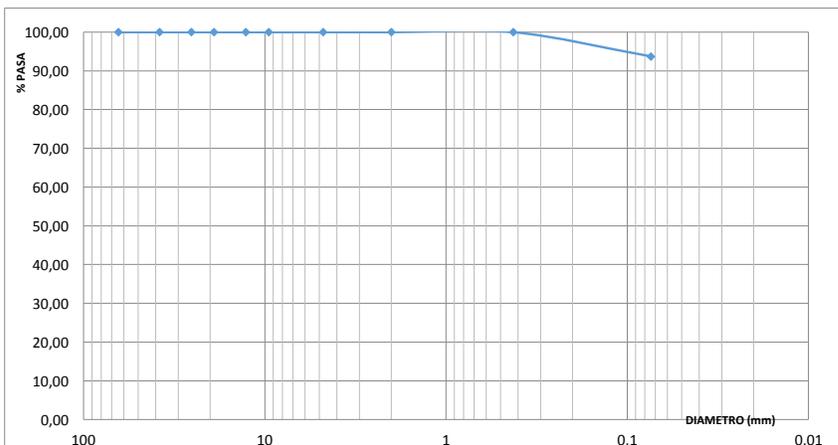
DETERMINACIÓN Nº	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
NÚMERO DE GOLPES	35	28	20	N/A	N/A
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	25,58	22,45	26,65	19,86	19,23
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	19,08	16,93	19,30	16,97	16,50
PESO RECIPIENTE (gr)	8,27	8,07	8,05	8,41	8,36
CONTENIDO DE AGUA (%)	60,13	62,30	65,33	33,76	33,54



LÍMITE LÍQUIDO:	63,3
LÍMITE PLÁSTICO:	33,6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	29,6
ÍNDICE DE FLUJO (Fw)	-21,4
ÍNDICE DE TENACIDAD (Tw)	1,4
ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	0,48

ANTES DE LAVADO		DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	140,04	PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	153,26
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	351,60	PESO MUESTRA SECA (gr)	13,22
PESO MUESTRA (gr)	211,56	PASA TAMIZ Nº 200 (%)	93,75

ANÁLISIS POR TAMIZADO						
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	PESO RETENIDO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)
2 1/2"	64	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1"	25,40	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/8"	9,51	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
4	4,76	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
10	2,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
40	0,425	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
200	0,074	6,25	6,25	93,75	13,22	13,22
FONDO		93,75	100,00	0,00	198,34	198,34
ERROR (gr)		0,00		Σ	211,56	211,56
ERROR (%)		0,00				



TIPO DE SUELO	MH
CLASIFICACIÓN SUCS	

Cristian Camilo Delgado
 ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
 MP. 01111-10567 CPITVC

PERFIL DE SUELOS

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2021
SONDEO No:	1

Profundidad (m)	Humedad (%)	Litología	% pasa tamiz No				LL	LP	IP	IL	A	Su	CLASIFICACIÓN USCS	DESCRIPCIÓN
			4	10	40	200	(%)	(%)	(%)			(Kg/cm ²)		
0,30														Placa de concreto
0,50	30,9		100,0	100,0	100,0	97,8	58,1	36,8	21,3	-0,3	0,2	0,48	MH	Limo arcilloso color café con vetas negras y amarillas
1,00														
1,50														
2,00														
2,40														
3,00	23,1		100,0	100,0	100,0	93,8	63,3	33,6	29,7	-0,4	0,3	1,05	MH	Limo arcilloso amarillo con trazas color café y gris
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00														

A: Actividad
 IL: Índice de Liquidez



ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
 MP. 01111-10567 CPITVC

PERFIL DE SUELOS

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2021
SONDEO No:	2

Profundidad (m)	Humedad (%)	Litología	% pasa tamiz No				LL	LP	IP	IL	A	Su	CLASIFICACIÓN USCS	DESCRIPCIÓN
			4	10	40	200	(%)	(%)	(%)			(Kg/cm ²)		
0,10														Placa de concreto
0,50	30,6		100,0	100,0	100,0	97,8	58,1	36,8	21,3	-0,3	0,2	0,48	MH	Limo arcilloso color café con vetas negras y amarillas
1,00														
1,50														
2,00														
2,50	32,3		100,0	100,0	100,0	93,8	63,3	33,6	29,7	0,0	0,3	1,63	MH	Limo arcilloso amarillo con trazas color café y gris
3,00														
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00														

A: Actividad
 IL: Índice de Liquidez



ING. CRISTIAN CÁMILO DELGADO
 MP. 01111-10567 CPITVC

PERFIL DE SUELOS

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2021
SONDEO No:	3

Profundidad (m)	Humedad (%)	Litología	% pasa tamiz No				LL	LP	IP	IL	A	Su	CLASIFICACIÓN USCS	DESCRIPCIÓN
			4	10	40	200	(%)	(%)	(%)			(Kg/cm ²)		
0,25														Placa de concreto
0,50	33,7		100,0	100,0	100,0	97,8	58,1	36,8	21,3	-0,1	0,2	0,48	MH	Limo arcilloso color café con vetas negras y amarillas
1,00														
1,50														
2,00														
2,50	30,3		100,0	100,0	100,0	93,8	63,3	33,6	29,7	-0,1	0,3	1,18	MH	Limo arcilloso amarillo con trazas color café y gris
3,00														
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00														

A: Actividad
 IL: Índice de Liquidez



ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
 MP. 01111-10567 CPITVC

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT (INV E III - 13)	
OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2021

Sondeo No	Profundidad (m)	Tipo de Suelo	N1	N2	NH	NB	NS	NR	ϑ (t/m ³)	Ncampo	N60	(N1)60	δ (t/m ²)	CN				Su (Kg/cm ²)	Φ granulares			Es (T/m ²)
														1	2	3	4		5	6	7	
1	0,65	cohesivo	2	1	45	1	1	0,75	1,90	3	2	3	1,2	2,89	1,79	2,15	1,71	0,48	0	0	0	258
	2,50	cohesivo	5	5	45	1	1	0,75	1,90	10	6	7	4,8	1,44	1,35	1,40	1,25	1,05	0	0	0	387
	3,50	cohesivo	8	10	45	1	1	0,85	1,90	18	11	12	6,7	1,22	1,20	1,22	1,14	1,63	0	0	0	548
	4,50	cohesivo	12	12	45	1	1	0,85	1,90	24	15	16	8,6	1,08	1,08	1,08	1,05	2,04	0	0	0	677
	5,50	cohesivo	13	15	45	1	1	0,85	1,90	28	18	18	10,5	0,98	0,98	0,97	0,99	2,32	0	0	0	741
2	0,70	cohesivo	1	2	45	1	1	0,75	1,90	3	2	3	1,3	2,77	1,77	2,11	1,68	0,48	0	0	0	258
	2,50	cohesivo	9	11	45	1	1	0,75	1,90	20	11	14	4,8	1,44	1,35	1,40	1,25	1,63	0	0	0	612
	3,50	cohesivo	9	15	45	1	1	0,85	1,90	24	15	17	6,7	1,22	1,20	1,22	1,14	2,04	0	0	0	709
	4,50	cohesivo	11	13	45	1	1	0,85	1,90	24	15	16	8,6	1,08	1,08	1,08	1,05	2,04	0	0	0	677
3	0,90	cohesivo	2	2	45	1	1	0,75	1,90	4	2	3	1,7	2,43	1,71	1,96	1,59	0,48	0	0	0	258
	2,00	cohesivo	6	7	45	1	1	0,75	1,90	13	7	9	3,8	1,62	1,45	1,53	1,33	1,18	0	0	0	451
	3,00	cohesivo	8	9	45	1	1	0,75	1,90	17	10	12	5,7	1,32	1,27	1,31	1,19	1,52	0	0	0	548
	4,00	cohesivo	7	7	45	1	1	0,85	1,90	14	9	10	7,6	1,15	1,14	1,15	1,09	1,41	0	0	0	483
	5,00	cohesivo	14	12	45	1	1	0,85	1,90	26	17	17	9,5	1,03	1,03	1,03	1,02	2,23	0	0	0	709

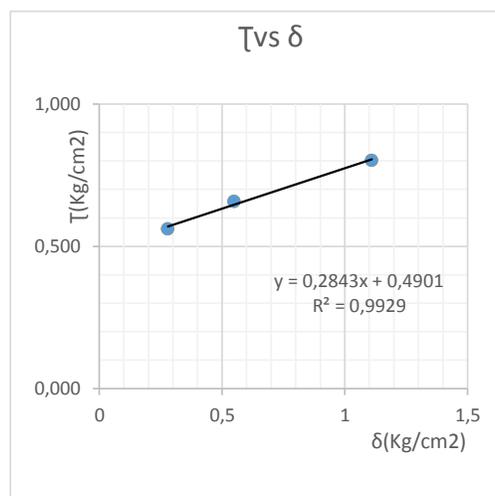
NH	eficiencia del martillo	CN		Ángulo de fricción granulares	
NB	corrección por diametro de la perforación	1	Liao y Whitman	5	Peck, Hanson(1974)
NS	corrección del muestreador	2	Skempton	6	Hatanaka y Uchida (1996)
NR	corrección por longitud de la barra perforadora	3	Seed y Otros	7	Schmertmann (1975)
(N1)60	N60 corregido por la presión efectiva de sobrecarga en suelos granulares	4	Peck y otros		


 ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
 MP. 01111-10567 CPITVC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO	
OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA :	SEPTIEMBRE DE 2021
SONDEO No :	1
PROFUNDIDAD :	2,50 METROS
CONDICIÓN:	NO CONSOLIDADO NO DRENADO

CARACTERISTICAS							
Probeta	1	2	3	Volumen solidos (cm3)	21,70	16,12	21,97
Diametro (cm)	5,04	5,04	5,04	Altura solidos (cm)	1,087	0,807	1,100
Altura inicial (cm)	1,803	1,808	1,802	Relación de vacios inicial	0,66	1,24	0,64
Altura final (cm)	1,803	1,808	1,802	Relación de vacios final	0,66	1,24	0,64
Peso muestra antes (gr)	73,57	72,75	74,50	Grado de saturación inicial (%)	117,9	153,3	121,8
Peso muestra despues (gr)	73,57	72,75	74,50	Grado de saturación final (%)	117,9	153,3	121,8
Area (cm2)	19,97	19,97	19,97	Coefficiente de consolidación cm2/s	0,0005	0,0005	0,0005
Volumen (cm3)	36,01	36,11	35,99	HUMEDAD NATURAL			
Humedad natural (%)	29,74	29,74	29,74	W capsula	5,15		
Peso unitario (gr/cm3)	2,04	2,01	2,07	W capsula + MH	78,71		
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,57	1,55	1,60	W capsula + MS	61,85		
Gravedad especifica	2,613	2,613	2,613	HUMEDAD (%)	29,74		

DATOS PROBETAS						
PROBETA No 1			PROBETA No 2		PROBETA No 3	
Carga Normal (Kg)			11		22	
Esfuerzo normal (kg/cm2)			0,55		1,11	
DEFH *10-3 in	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)
10	2,96	0,148	5,30	0,265	8,46	0,424
20	4,79	0,240	5,81	0,291	9,38	0,470
30	6,22	0,311	7,24	0,363	10,50	0,526
40	7,04	0,353	8,16	0,409	10,10	0,506
50	7,75	0,388	9,08	0,455	10,71	0,536
60	8,36	0,419	10,20	0,511	11,32	0,567
70	8,97	0,449	10,91	0,546	12,24	0,613
80	9,48	0,475	11,62	0,582	12,54	0,628
90	9,89	0,495	12,03	0,602	13,97	0,700
100	10,20	0,511	12,34	0,618	14,79	0,741
120	10,71	0,536	12,95	0,648	15,19	0,761
140	11,01	0,551	13,15	0,658	16,01	0,802
160	11,22	0,562	13,15	0,658	15,81	0,792
180	11,11	0,556	12,95	0,648	15,60	0,781
200	10,91	0,546	12,75	0,638	15,19	0,761
250	10,30	0,516	12,24	0,613	14,07	0,705
300	9,59	0,480	11,52	0,577	12,85	0,643



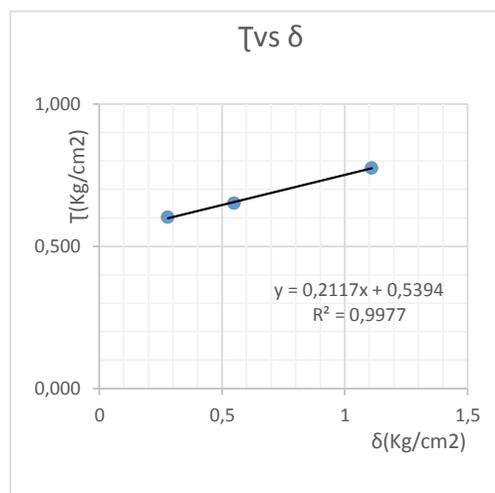
Cohesión (kg/cm2)	0,49
Angulo de fricción	16,3
Ka	0,56
Ko	0,72

Cristian Camilo Delgado
 ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
 MP. 01111-10567 CPITVC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO	
OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA :	SEPTIEMBRE DE 2021
SONDEO No :	2
PROFUNDIDAD :	2,00 METROS
CONDICIÓN:	NO CONSOLIDADO NO DRENADO

CARACTERISTICAS							
Probeta	1	2	3	Volumen solidos (cm3)	21,03	16,25	19,93
Diametro (cm)	5,04	5,04	5,04	Altura solidos (cm)	1,053	0,814	0,998
Altura inicial (cm)	1,900	1,903	1,867	Relación de vacios inicial	0,80	1,34	0,87
Altura final (cm)	1,900	1,903	1,867	Relación de vacios final	0,8	1,34	0,87
Peso muestra antes (gr)	72,87	73,83	69,05	Grado de saturación inicial (%)	105,9	144,2	97,8
Peso muestra despues (gr)	72,87	73,83	69,05	Grado de saturación final (%)	105,9	144,2	97,8
Area (cm2)	19,97	19,97	19,97	Coefficiente de consolidación cm2/s	0,0005	0,0005	0,0005
Volumen (cm3)	37,94	38	37,28	HUMEDAD NATURAL			
Humedad natural (%)	32,6	32,6	32,6	W capsula	5,60		
Peso unitario (gr/cm3)	1,92	1,94	1,85	W capsula + MH	78,57		
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,45	1,46	1,40	W capsula + MS	60,63		
Gravedad especifica	2,613	2,613	2,613	HUMEDAD (%)	32,60		

DATOS PROBETAS						
PROBETA No 1			PROBETA No 2		PROBETA No 3	
Carga Normal (Kg)			11		22	
Esfuerzo normal (kg/cm2)			0,55		1,11	
DEFH *10-3 in	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)
10	4,38	0,219	4,67	0,234	7,95	0,398
20	6,73	0,337	7,31	0,366	10,40	0,521
30	8,26	0,414	8,58	0,430	11,73	0,587
40	9,38	0,470	9,77	0,489	13,15	0,658
50	10,20	0,511	10,28	0,515	14,07	0,705
60	10,71	0,536	10,96	0,549	14,68	0,735
70	11,32	0,567	11,39	0,570	14,99	0,751
80	11,73	0,587	11,81	0,591	15,30	0,766
90	11,93	0,597	12,24	0,613	15,40	0,771
100	12,03	0,602	12,49	0,625	15,50	0,776
120	12,03	0,602	12,75	0,638	15,30	0,766
140	11,93	0,597	12,92	0,647	15,30	0,766
160	11,83	0,592	13,00	0,651	15,09	0,756
180	11,62	0,582	12,92	0,647	14,99	0,751
200	11,42	0,572	12,75	0,638	14,79	0,741
250	10,71	0,536	12,15	0,608	14,17	0,710
300	10,81	0,541	10,45	0,523	13,05	0,653



Cohesión (kg/cm2)	0,54
Angulo de fricción	12,1
Ka	0,65
Ko	0,79

Cristian Camilo Delgado
ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

CALCULO CAPACIDAD PORTANTE CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL + SISMO DE DISEÑO SEUDO ESTÁTICO

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO A :	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2021

Punto No	Dimensiones					C (T/m2)	Φ	Nf (m)	FS	γq (T/m3)	γf (T/m3)	α	Sc	Sy	Sq	bc	by	bq	Nc	Nq	Ny	Cwy	Cwq	qult (T/m2)	qadm (T/m2)	Padm (T)	Preal (T)	Qreal (T/m2)	Observaciones
	Df(m)	B(m)	L(m)	Bf(m)	Lf(m)																								
1	1,00	1,00	1,00	0,66	0,66	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	21,0	0,0	0	N/A
2	1,00	1,20	1,20	0,79	0,79	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	30,2	0,0	0	N/A
3	1,00	1,40	1,40	0,92	0,92	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	41,2	0,0	0	N/A
4	1,00	1,60	1,60	1,06	1,06	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	53,8	0,0	0	N/A
5	1,00	1,80	1,80	1,19	1,19	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	68,0	0,0	0	N/A
6	1,00	2,00	2,00	1,32	1,32	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	84,0	0,0	0	N/A
7	1,00	2,20	2,20	1,45	1,45	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	101,6	0,0	0	N/A
8	1,00	2,40	2,40	1,58	1,58	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	121,0	0,0	0	N/A
9	1,00	2,60	2,60	1,72	1,72	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	142,0	0,0	0	N/A
10	1,00	2,80	2,80	1,85	1,85	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	164,6	0,0	0	N/A
11	1,00	3,00	3,00	1,98	1,98	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	189,0	0,0	0	N/A
12	1,00	3,20	3,20	2,11	2,11	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	215,0	0,0	0	N/A
13	1,00	3,40	3,40	2,24	2,24	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	242,8	0,0	0	N/A
14	1,00	3,60	3,60	2,38	2,38	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	272,2	0,0	0	N/A
15	1,00	3,80	3,80	2,51	2,51	4,80	0,0	6	1,5	1,90	1,90	0,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	1,0	0,0	1,00	1,00	31,5	21,00	303,2	0,0	0	N/A


ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

CALCULO DE ASENTAMIENTO

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO:	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2021

MODULO DE ELASTICIDAD (T/m ²)	258
Espesor del estrato hasta la roca (m)	6

CALCULO DE ASENTAMIENTOS ELASTICOS INMEDIATOS EN EL CENTRO DE LA CIMENTACION

Punto No	Df	B(m)	L (m)	m'	n'	Ao	A1	A2	F1	F2	Is	If	S (m)	qo (T/m ²)
1	1,0	1,0	1,0	1,0	10	0,782	0,782	0,010	0,498	0,016	0,503	0,689	0,047	21,00
2	1,0	1,2	1,2	1,0	8	0,763	0,763	0,014	0,485	0,019	0,492	0,727	0,059	21,00
3	1,0	1,4	1,4	1,0	7	0,743	0,743	0,019	0,473	0,022	0,480	0,779	0,072	21,00
4	1,0	1,6	1,6	1,0	6	0,724	0,724	0,025	0,461	0,025	0,469	0,779	0,080	21,00
5	1,0	1,8	1,8	1,0	6	0,705	0,705	0,031	0,449	0,028	0,458	0,848	0,096	21,00
6	1,0	2,0	2,0	1,0	5	0,686	0,686	0,038	0,437	0,031	0,447	0,848	0,104	21,00
7	1,0	2,2	2,2	1,0	5	0,668	0,668	0,046	0,425	0,033	0,436	0,848	0,111	21,00
8	1,0	2,4	2,4	1,0	4	0,650	0,650	0,055	0,414	0,036	0,426	0,848	0,119	21,00
9	1,0	2,6	2,6	1,0	4	0,632	0,632	0,063	0,403	0,039	0,415	0,932	0,138	21,00
10	1,0	2,8	2,8	1,0	4	0,615	0,615	0,073	0,391	0,041	0,405	0,932	0,145	21,00
11	1,0	3,0	3,0	1,0	3	0,598	0,598	0,083	0,381	0,044	0,395	0,932	0,151	21,00
12	1,0	3,2	3,2	1,0	3	0,581	0,581	0,093	0,370	0,046	0,385	0,932	0,157	21,00
13	1,0	3,4	3,4	1,0	3	0,565	0,565	0,104	0,360	0,049	0,376	0,932	0,163	21,00
14	1,0	3,6	3,6	1,0	3	0,549	0,549	0,115	0,349	0,051	0,366	0,932	0,168	21,00
15	1,0	3,8	3,8	1,0	3	0,533	0,533	0,127	0,339	0,053	0,357	0,932	0,173	21,00


ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

CALCULO DE ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN

OBRA:	PERITAJE ESTRUCTURA
LOCALIZACIÓN:	CARRERA 8 #11-17, GUATEQUE (BOYACÁ)
DIRIGIDO:	MUNICIPIO DE GUATEQUE
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2021

PU (T/m3)	eo (%)	Cc	H (m)
1,90	0,860	0,05	6

Punto No	Df (m)	B (m)	L (m)	σ'_o (T/m2)	q_o (T/m2)	Δt (T/m2)	Δm (T/m2)	Δb (T/m2)	$\Delta \sigma'_{prom}$ (T/m2)	Sc (m)	Se (m)	ST (m)	Observaciones
1	1,00	1,00	1,00	1,90	21,00	21,00	1,71	0,58	4,74	0,073	0,047	0,120	N/A
2	1,00	1,20	1,20	1,90	21,00	21,00	2,21	0,79	5,11	0,076	0,059	0,135	N/A
3	1,00	1,40	1,40	1,90	21,00	21,00	2,71	1,00	5,47	0,079	0,072	0,151	N/A
4	1,00	1,60	1,60	1,90	21,00	21,00	3,20	1,23	5,84	0,082	0,080	0,162	N/A
5	1,00	1,80	1,80	1,90	21,00	21,00	3,68	1,47	6,20	0,085	0,096	0,181	N/A
6	1,00	2,00	2,00	1,90	21,00	21,00	4,15	1,71	6,55	0,087	0,104	0,191	N/A
7	1,00	2,20	2,20	1,90	21,00	21,00	4,60	1,96	6,89	0,089	0,111	0,200	N/A
8	1,00	2,40	2,40	1,90	21,00	21,00	5,04	2,21	7,23	0,092	0,119	0,211	N/A
9	1,00	2,60	2,60	1,90	21,00	21,00	5,46	2,46	7,55	0,094	0,138	0,232	N/A
10	1,00	2,80	2,80	1,90	21,00	21,00	5,86	2,71	7,86	0,096	0,145	0,241	N/A
11	1,00	3,00	3,00	1,90	21,00	21,00	6,25	2,95	8,16	0,097	0,151	0,248	N/A
12	1,00	3,20	3,20	1,90	21,00	21,00	6,62	3,20	8,45	0,099	0,157	0,256	N/A
13	1,00	3,40	3,40	1,90	21,00	21,00	6,97	3,44	8,72	0,1	0,163	0,263	N/A
14	1,00	3,60	3,60	1,90	21,00	21,00	7,31	3,68	8,99	0,102	0,168	0,270	N/A
15	1,00	3,80	3,80	1,90	21,00	21,00	7,64	3,92	9,25	0,103	0,173	0,276	N/A


 ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
 MP. 01111-10567 CPITVC