

Tabla 4.4.3.4. Resultados de ensayo de consolidación #4: (P-19_ 9,96 m a 11,45 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Valor de Nspt ^(a)	e	Pc (kg/cm ²)	Cc	Cr
4	P-19	9,96 a 11,45	23	0,988	2,00	0,25	0,015

Nomenclaturas:

Nspt = Sistema de penetración estándar, valor más cercano a la toma del shelby.

e₀ = Relación de vacíos inicial de la muestra

Pc= Preconsolidación, kg/cm²

Cc = Índice de compresión

Cr = Índice de recompresión

^(a) Valor más cercano a la toma del shelby.

Gráfico de ensayo de consolidación #4

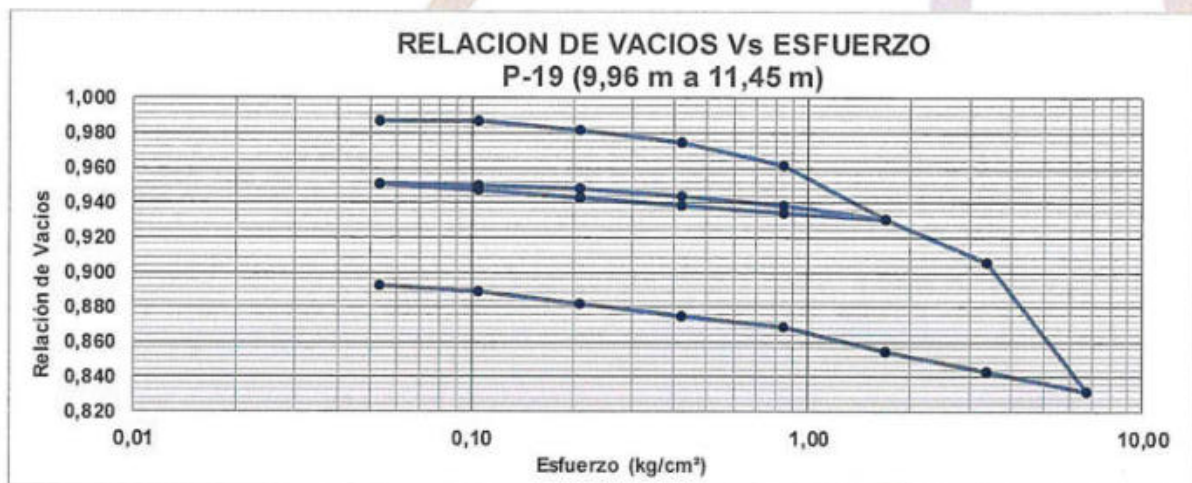


Tabla 4.4.3.5. Resultados de ensayo de consolidación #5: (P-28_ 1,35 m a 1,80 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Valor de Nspt ^(a)	e	Pc (kg/cm ²)	Cc	Cr
5	P-28	1,35 a 1,80	3-11	1,712	0,80	0,27	0,048

Nomenclaturas:

Nspt = Sistema de penetración estándar, valor más cercano a la toma del shelby.

e₀ = Relación de vacíos inicial de la muestra

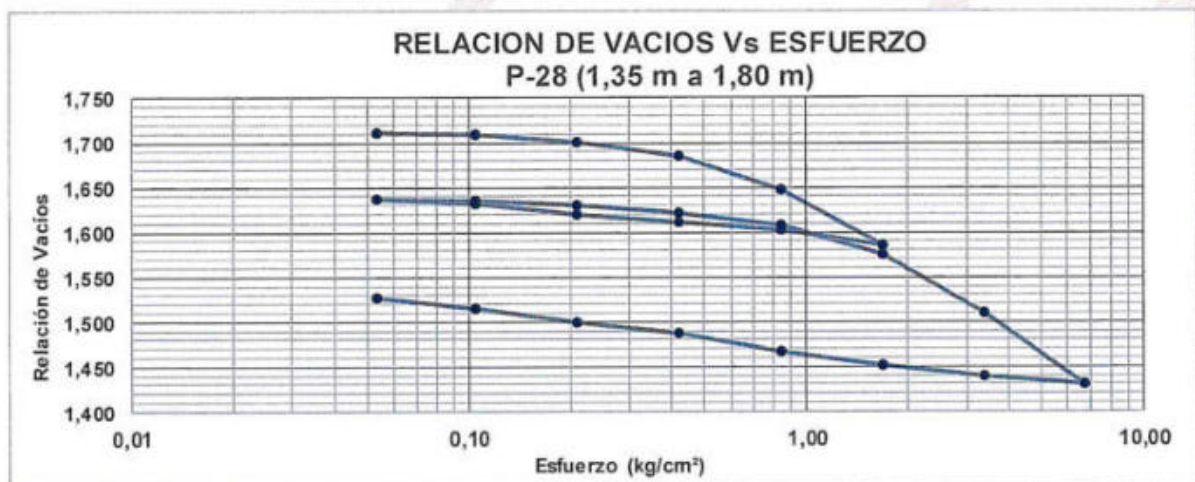
Pc = Preconsolidación, kg/cm²

Cc = Índice de compresión

Cr = Índice de recompresión

^(a) Valor más cercano a la toma del shelby.

Gráfico de ensayo de consolidación #5



4.4.4.- Resumen de ensayos especiales de laboratorio:

Ensayos Triaxial UU					
Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Tipo de obra	Ø	C (Kg/cm ²)
1	P-4	0,50 a 0,95	Edificio de 4 pisos	20,0	0,67
2	P-11	8,40 a 8,90	Edificio de 8 pisos	18,4	1,00
3	P-18	11,50 a 11,70	Edificio de 8 pisos	15,0	0,53
4	P-18	11,70 a 11,90	Edificio de 8 pisos	4,3	0,65
5	P-23	2,00 a 2,50	Edificio de 7 pisos	25,6	0,48
Máximo				25,6	1,00
Mínimo				4,3	0,48
Promedio				16,6	0,67

Ensayos de Corte directo					
Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Tipo de obra	Ø	C (Kg/cm ²)
1	P-6	1,00 a 1,45	Edificio de 9 pisos	21,2	0,24
2	P-8	3,45 a 3,90	Edificio de 9 pisos	22,9	0,51
3	P-10	2,50 a 3,00	Edificio de 8 pisos	16,5	0,33
4	P-18	3,00 a 3,50	Edificio de 8 pisos	38,1	0,09
5	P-28	1,80 a 2,30	Edificio de 3 pisos	43,7	0,02
Máximo				43,7	0,51
Mínimo				16,5	0,02
Promedio				28,5	0,24

Ensayos de Consolidación							
Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Tipo de obra	e	Pc (kg/cm ²)	Cc	Cr
1	P-4	0,50 a 0,95	Edificio de 4 pisos	1,623	1,00	0,20	0,035
2	P-5	4,80 a 5,25	Edificio de 9 pisos	1,242	1,62	0,26	0,024
3	P-11	8,40 a 9,90	Edificio de 8 pisos	1,611	1,50	0,26	0,037
4	P-19	9,96 a 11,45	Edificio de 8 pisos	0,988	2,00	0,25	0,015
5	P-28	1,35 a 1,80	Edificio de 3 pisos	1,712	0,80	0,27	0,048
Máximo				1,712	2,00	0,27	0,048
Mínimo				0,988	0,80	0,20	0,015
Promedio				1,435	1,38	0,25	0,032

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



4.5.- Ensayos presiométricos (ASTM D-4719**):

Se efectuaron cinco ensayos presiométricos (ASTM D-4719**) a diferentes profundidades, cuyas hojas de cálculo de dichas pruebas se muestran en el anexo C, y de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4.5.1. Resultados de los ensayos presiométricos efectuados:

Ensayo	Perforación	Prof. de prueba Z (m)	Tipo de obra	Presión Fluencia PF (KPa)	Presión Límite PL (KPa)	Módulo Presiométrico EM (KPa)
1	P-11	16,47	Edificio de 8 pisos	878	2 612	18 887
2	P-19	13,37	Edificio de 8 pisos	344	583	5 081
3	P-22	8,68	Edificio de 7 pisos	188	733	1 579
4	P-26	27,50	Edificio de 1-2 pisos	1 492	8 587	77 624
5	P-27	23,14	Edificio de 1-2 pisos	1 034	2 783	24 217
Máximo				1 492	8 587	77 624
Mínimo				188	583	1 579
Promedio				787	3 059	25 477

Los resultados obtenidos de los ensayos presiométricos, fueron utilizados para realizar correlaciones con los parámetros obtenidos de las perforaciones y ensayos de laboratorio, para así definir la capacidad de soporte admisible del suelo y asentamientos.

De requerirse, los resultados de este tipo de prueba podrían ser utilizados para realizar análisis mas detallados en el punto específico donde se realizó la prueba o para construir modelos más detallados cuando se realizan una buena cantidad de los mismos.

4.6.- Resistencia a la compresión simple de testigos de roca (ASTM D-2938**):

Se tomaron testigos de los mantos rocosos detectados en las perforaciones efectuadas (incluyendo de los bloques del lahar) para determinar el esfuerzo de compresión simple de los mismos (ASTM D-2938**), cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.6.1. Resultados de los ensayos de compresión simple a testigos de roca:

Perforación	Profundidad Metros (m)	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Relación L/D	Factor	Área (mm ²)	Carga Axial (N)	Resistencia a la compresión sin corregir		Resistencia a la compresión corregida		Peso (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)
								Mpa	kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²			
P-4	16,45 a 16,62	126,0	63,6	1,98	1,00	3174,9	183830	57,9	590,4	57,9	590,4	1004	400,0	2,51
P-5	23,47 a 23,75	131,8	63,6	2,07	1,00	3179,9	394113	123,9	1263,8	123,9	1263,8	1134	419,1	2,71
P-7	26,95 a 27,20	123,3	62,7	1,97	1,00	3086,6	80412	26,1	265,7	26,1	265,7	883	380,7	2,32
P-7	20,60 a 20,90	129,2	63,0	2,05	1,00	3121,2	101015	32,4	330,0	32,4	330,0	945	403,1	2,34
P-8	16,8 a 16,58	121,9	62,9	1,94	1,00	3107,4	83393	26,8	273,7	26,8	273,7	881	378,8	2,33
P-9	18,90 a 19,20	117,4	63,5	1,85	0,99	3164,9	147740	46,7	476,0	46,2	471,2	943	371,5	2,54
P-10	16,35 a 16,55	123,6	62,6	1,97	1,00	3080,7	59274	19,2	196,2	19,2	196,2	858	380,7	2,25
P-11	22,70 a 22,95	126,3	63,2	2,00	1,00	3139,1	126101	40,2	409,6	40,2	409,6	941	396,4	2,37
P-12	18,65 a 18,85	116,3	62,9	1,85	0,99	3109,3	72980	23,5	239,3	23,2	236,9	854	361,6	2,36
P-18	21,00 a 21,25	123,6	62,9	1,96	1,00	3110,3	264419	85,0	866,9	85,0	866,9	983	384,5	2,56
P-19	6,52 a 6,80	126,7	63,0	2,01	1,00	3119,2	124776	40,0	407,9	40,0	407,9	949	395,2	2,40
P-19	18,56 a 18,76	117,7	63,0	1,87	0,99	3121,2	122509	39,3	400,2	38,9	396,2	862	367,5	2,35
P-21	19,61 a 19,81	123,8	62,7	1,97	1,00	3090,6	177333	57,4	585,1	57,4	585,1	961	382,5	2,51
P-22	17,07 a 17,27	120,3	63,2	1,90	0,99	3135,1	118504	37,8	385,4	37,4	381,6	1003	377,0	2,66
P-23	19,12 a 19,37	121,7	63,2	1,92	0,99	3137,1	136891	43,6	445,0	43,2	440,5	949	381,6	2,49
P-24	18,66 a 18,86	107,1	62,9	1,70	0,98	3107,4	123102	39,6	404,0	38,8	395,9	803	332,8	2,41
P-26	18,63 a 18,83	112,7	62,8	1,80	0,98	3096,5	64304	20,8	211,8	20,4	207,5	807	349,0	2,31
P-27	25,07 a 25,22	123,2	63,0	1,96	1,00	3117,2	322382	103,4	1054,6	103,4	1054,6	1039	384,1	2,70
P-27	20,62 a 20,91	86,0	45,4	1,89	0,99	1618,1	158465	97,9	998,6	97,0	986,6	388	139,2	2,79
P-28	15,92 a 16,32	119,0	62,8	1,89	0,99	3098,5	136615	44,1	449,6	43,7	445,1	936	366,7	2,54
P-28	20,60 a 21,00	119,7	62,8	1,90	0,99	3101,4	71156	22,9	234,0	22,7	231,6	905	371,2	2,44

4.7.- Resumen de parámetros generales para los estratos detectados:

Tabla 4.7.1. Resumen de parámetros generales para los diferentes estratos:

Parámetro	Estrato					
	7-8 ton/m ²	10-12 ton/m ²	15 ton/m ²	20 ton/m ²	35 ton/m ²	50 ton/m ²
Peso unitario húmedo, γ_{suelo} (ton/m ³):	1,80	1,76	1,78	1,74	2,00	2,23
Valor promedio de Cohesión, C (kg/cm ²):	0,40	0,54	0,75	1,02	1,75	---
Angulo de fricción, θ (°):	20	20	20	20	35	40
Coefficiente de Poisson estimado, ν :	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,25
Módulo de deformación, E_0 (kg/cm ²):	41,92	53,05	69,74	91,80	157,50	30 000
Módulo de cortante, G (kg/cm ²):	15,18	19,50	26,02	34,77	60,57	12 000
Coefficiente de balasto, Ksl (kg/cm ³):	1,84	2,34	3,10	4,08	10,00	50,00

5.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS:

En este apartado se describen los diferentes análisis realizados tales como: sistema de cimentación, nivel de desplante, capacidad de soporte admisible, asentamientos y otros asuntos asociados con el diseño y construcción de las obras de cimentación.

5.1.- Capacidad de soporte admisible neta del subsuelo:

Se realizó un análisis de capacidad de soporte admisible neta de los estratos del subsuelo de las veintiocho (28) perforaciones realizadas, para lo cual usamos una fórmula para suelos cohesivos por el método de Meyerhof, utilizando el valor promedio de cohesión del tramo analizado y correlacionándolo con el valor de N_{spt} , un factor de carga $N_c = 6,0$, y para el manto rocoso de lava andesítica fracturada hemos estimado, un ángulo de fricción interna de 40° grados, y se ha utilizado la ecuación general de capacidad de soporte (ecuación 4.2) que establece el Código de Cimentaciones de Costa Rica 2da Edición 2009, utilizando en ambos casos un factor de seguridad de tres. Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

- Suelos cohesivos:

$$qa = \frac{C * N_c}{F_s} * 10$$

Dónde:

- qa = capacidad de soporte admisible (ton/m^2)
- C = cohesión promedio del tramo analizado (kg/cm^2)
- F_s = factor de seguridad
- $D/B \geq 0,25$ para placas aisladas
- N_c = factor de carga (6,0)

- Manto rocoso de lava andesítica:

$$qa = \frac{\frac{\gamma B}{2} * N_\gamma}{FS}$$

Dónde:

- qa = capacidad de soporte admisible (ton/m^2)
- γ = Peso volumétrico del suelo por debajo del nivel de desplante (ton/m^3)
- B = Ancho de placa. (m – Estimado en 1,50 m mínimo)
- N_γ = factor de carga (90,0 – Para ángulo de fricción interna de 40°)
- FS = factor de seguridad

Los valores de capacidad presentados en la tabla 5.1.1 indican la conveniencia de transmitir los esfuerzos de las obras por construir a los estratos naturales de sitio, pudiendo usar cimentaciones convencionales.

Tabla 5.1.1. Capacidad soportante contra nivel de desplante:

Edificación	Perforación #	Profundidad del estrato Metros (m)	Capacidad Soporte Admisible Neta ⁽¹⁾ ton/m ²
Edificio de 1 piso	P-1	0,50 a 0,90	7
		0,90 a 3,15	15
		3,15 a 6,30	20 ^(b)
Edificio de 2 pisos	P-2	0,50 a 0,90	7
		0,90 a 3,60	15
		3,60 a 10,35	20 ^(b)
Edificio de 3 pisos	P-3	0,50 a 2,70	10
		2,70 a 12,15	15
		12,15 a 13,05	20 ^(b)
Edificio de 4 pisos	P-4	0,50 a 1,80	10
		1,80 a 4,05	15
		4,05 a 7,80	20 ^(a)
		7,80 a 13,95	10
		13,95 a 20,50	35
Edificio de 9 pisos	P-5 (Sótano)	0,50 a 2,25	7
		2,25 a 3,60	10
		3,60 a 16,35	15
		16,35 a 20,85	35
		20,85 a 27,90	50
	P-6 (Sótano)	0,50 a 2,25	7
		2,25 a 14,40	15
		14,40 a 16,50	20
		16,50 a 25,08	35
		25,08 a 28,10	50
	P-7	0,50 a 1,35	10
		1,35 a 2,70	15
		2,70 a 8,55	20 ^(a)
		8,55 a 14,85	15
14,85 a 15,90		20	
15,90 a 26,55		35	
P-8	26,55 a 27,90	50	
	0,50 a 6,75	10	
	6,75 a 14,85	15	
		14,85 a 28,35	35

Continuación - **Tabla 5.1.1.** Capacidad soportante contra nivel de desplante:

Edificación	Perforación #	Profundidad del estrato Metros (m)	Capacidad Soporte Admisible Neta ⁽¹⁾ ton/m ²
Edificio de 8 pisos	P-9	0,50 a 3,15	15
		3,15 a 6,85	20 ^(a)
		6,85 a 13,80	10
		13,80 a 26,60	35
	P-10	0,50 a 2,70	12
		2,70 a 7,65	20 ^(a)
		7,65 a 14,40	10
		14,40 a 26,60	35
	P-11	0,50 a 3,60	15
		3,60 a 6,90	20 ^(a)
		6,90 a 14,05	10
		14,05 a 26,45	35
P-12	0,50 a 2,70	8	
	2,70 a 9,90	20 ^(a)	
	9,90 a 13,95	10	
	13,95 a 25,50	35	
Edificio de 1 piso	P-13	0,50 a 3,60	12
		3,60 a 6,00	20 ^(b)
	P-14	0,50 a 0,90	10
		0,90 a 12,91	15
		12,91 a 13,96	20
P-15	13,96 a 15,50	35	
P-16	0,50 a 6,30	15	
	0,50 a 3,15	10	
P-17	3,15 a 6,30 ^(c)	20 ^(b)	
	0,50 a 3,60	10	
Edificio de 8 pisos	P-18	3,60 a 6,30	15
		0,50 a 1,35	8
		1,35 a 2,70	15
		2,70 a 8,10	20 ^(a)
		8,10 a 9,90	10
		9,90 a 15,86	15
	15,86 a 26,00	35	
	P-19	0,50 a 3,60	15
		3,60 a 11,45	20 ^(a)
		11,45 a 15,71	10
		15,71 a 26,00	35
	P-20 (Sótano)	0,50 a 1,80	15
1,80 a 8,46		20 ^(a)	
8,46 a 15,30		10	
15,30 a 26,00		35	

Continuación - **Tabla 5.1.1.** Capacidad soportante contra nivel de desplante:

Edificación	Perforación #	Profundidad del estrato Metros (m)	Capacidad Soporte Admisible Neta ⁽¹⁾ ton/m ²
Edificio de 7 pisos	P-21	0,50 a 0,90	3
		0,90 a 4,05	15
		4,05 a 14,46	20
		14,46 a 23,00	35
	P-22	0,50 a 1,35	3
		1,35 a 2,25	10
		2,25 a 3,60	15
		3,60 a 7,35	20 ^(a)
		7,35 a 13,56	15
		13,56 a 15,20	20
	P-23	15,20 a 23,00	35
		0,50 a 1,35	3
1,35 a 14,39		15	
14,39 a 15,69		20	
Edificio de 3 pisos	P-24	15,69 a 23,85	35
		0,50 a 1,35	7
		1,35 a 2,70	10
		2,70 a 5,85	15
		5,85 a 7,72	20 ^(a)
		7,72 a 17,02	15
	P-25	17,02 a 20,00	35
		0,50 a 1,35	7
		1,35 a 4,50	15
		4,50 a 10,26	20 ^(a)
Edificio de 1-2 pisos	P-26	10,26 a 17,35	15
		17,35 a 20,00	35
		0,90 a 14,40	10
Edificio de 1 piso	P-27	14,40 a 15,30	20
		15,30 a 28,40	35
		0,50 a 1,35	10
		1,35 a 4,95	15
		4,95 a 7,20	20 ^(a)
		7,20 a 13,50	12
Edificio de 3 pisos	P-28	13,50 a 24,17	35
		24,17 a 28,20	50
		0,50 a 1,80	7
		1,80 a 2,25	10
		2,25 a 10,30	20 ^(a)
		10,30 a 15,75	15
		15,75 a 21,00	35

(1) Estos valores de capacidad soportante admisible presentan un factor de seguridad (FS) de 3,0 contra la falla por cortante del suelo y garantiza que bajo la presión de fundación recomendada los asentamientos no serán mayores que los máximos permisibles.

(a) Debido que debajo de este estrato aparecen suelos más suaves, se deberá efectuar un análisis de distribución de bulbos de presión de la posición y área de las placas al estrato inferior más débil. De dicho análisis se obtendrá la capacidad de soporte admisible a utilizar en el diseño estructural.

(b) Debido a que estos sectores fueron realizados con el sistema de perforación estándar, no fue posible avanzar a mayor profundidad debido a la dureza de dicho estrato o la presencia de bloques, sin embargo, de acuerdo con las perforaciones realizadas con el sistema de perforación a rotación con broca de diamante, debajo de estos aparecen estratos de menor resistencia, por lo que, si requieren altas capacidades para el diseño de las obras en estos sectores, se deberá analizar con mayor detalle este aspecto, extrapolar la información en base a los puntos más cercanos en los cuales si se realizó la determinación de la resistencia de la matriz por medio de SPT.

(c) Esta perforación (P-16) se llegó hasta 6,30 m de profundidad con el sistema de perforación estándar SPT, luego se continuó hasta los 20,00 m de profundidad con el sistema a rotación con broca de diamante para la instalación de un piezómetro en este sector, por lo tanto, no se recopiló información del valor de N_{spt} o ensayos de confinada desde 6,30 m hasta los 20,00 m de profundidad, y debido a ello no se presentan valores de capacidad en dicho tramo.

Se debe tomar en consideración que existen bolsas de estratos de alta plasticidad (capa G) en algunos sectores, por lo que, si aparecieran en el fondo de las excavaciones para las placas, se deberá realizar sustituciones con adecuados espesores de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT, compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para con ello ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de expansión y contracción que podrían sufrir dichos suelos.

Para una mejor interpretación, presentamos una tabla con las profundidades a las cuales aparecen los estratos de 10 ton/m² (30 ton/m² a la falla); 15 ton/m² (45 ton/m² a la falla); 20 ton/m² (60 ton/m² a la falla); 35 ton/m² (105 ton/m² a la falla) y 50 ton/m² (150 ton/m² a la falla), profundidades que son tomadas a partir del nivel de terreno al momento de perforar:

Tabla 5.1.2.- Profundidades de cimentación usando 10 ton/m²; 15 ton/m²; 20 ton/m²; 35 ton/m² y 50 ton/m²:

Perforación #	Profundidad del estrato de 10 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 15 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 20 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 35 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 50 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)
P-1	0,90	0,90	3,15 ^(b)	N/A	N/A
P-2	0,90	0,90	3,60 ^(b)	N/A	N/A
P-3	0,50	2,70	12,15 ^(b)	N/A	N/A
P-4	0,50	1,80	4,05 ^(a)	13,95	N/A
P-5	2,25	3,60	16,35	16,35	20,85
P-6	2,25	2,25	14,40	16,50	25,08
P-7	0,50	1,35	2,70 ^(a)	15,90	26,55
P-8	0,50	6,75	14,85	14,85	N/A
P-9	0,50	0,50	3,15 ^(a)	13,80	N/A
P-10	0,50	2,70	2,70 ^(a)	14,40	N/A
P-11	0,50	0,50	3,60 ^(a)	14,05	N/A
P-12	2,70	2,70	2,70 ^(a)	13,95	N/A
P-13	0,50	3,60	3,60 ^(b)	N/A	N/A
P-14	0,50	0,90	12,91	13,96	N/A
P-15	0,50	0,50	N/A	N/A	N/A
P-16	0,50	3,15	3,15 ^(b)	N/A	N/A
P-17	0,50	3,60	N/A	N/A	N/A
P-18	1,35	1,35	2,70 ^(a)	15,86	N/A
P-19	0,50	0,50	3,60 ^(a)	15,71	N/A
P-20	0,50	0,50	1,80 ^(a)	15,30	N/A
P-21	0,90	0,90	4,05	14,46	N/A
P-22	1,35	2,25	3,60 ^(a)	15,20	N/A
P-23	1,35	1,35	14,39	15,69	N/A
P-24	1,35	2,70	5,85 ^(a)	17,02	N/A
P-25	1,35	1,35	4,50 ^(a)	17,35	N/A
P-26	0,90	14,40	14,40	15,30	N/A
P-27	0,50	1,35	4,95 ^(a)	13,50	24,17
P-28	1,80	2,25	2,25	15,75	N/A

^(a) Debido que debajo de estos estratos aparecen suelos más suaves, para el análisis estructural definitivo, se deberán efectuar análisis de distribución de bulbos de presión de la posición y área de las placas resultantes al estrato inferior más débil. De dichos análisis se obtendrá la capacidad de soporte admisible a utilizar en el diseño estructural, lo que significa que el uso de la capacidad de soporte indicada dependerá del nivel de desplante a utilizar y del tamaño de la fundación.

^(b) Debido a que estos sectores fueron realizados únicamente con el sistema de perforación estándar, no fue posible avanzar a mayor profundidad debido a la dureza de dichos estratos, sin embargo, de acuerdo con las perforaciones realizadas con el sistema de perforación a rotación con broca de diamante, es posible que debajo de estos en algunos sectores aparezcan estratos de menor resistencia, por lo que, si requieren altas capacidades para el diseño de las obras en estos sectores, se deberá analizar con mayor detalle este aspecto estableciendo la influencia de los bulbos de presión.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

5.2.- Asentamientos:

Basados en los resultados de las pruebas de consolidación realizadas, hemos efectuado diversos análisis para determinar los asentamientos totales probables para el tipo de cimentación propuesta en los estratos superiores, consistente en cimientos corridos y/o aislados. Para la estimación de asentamientos hemos empleado un programa de cálculo que utiliza la fórmula que para tal efecto menciona el libro de texto "Foundation Design" del autor Donald P. Coduto, la cual presentamos a continuación:

$$\delta_c = r \sum_{i=1}^n \Psi C H_i \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma'_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

Dónde:

δ_c = asentamiento por consolidación

r = factor de rigidez

Ψ = coeficiente de ajuste dimensional

C = índice de compresibilidad

σ'_{v0} = esfuerzo efectivo vertical inicial

σ'_v = incremento del esfuerzo vertical efectivo debido a la carga aplicada

H_i = espesor de la capa

Se presentan un par de hojas de salida del programa en el Anexo D.

A continuación, presentamos los resultados del análisis de asentamientos efectuado, con el fin de conocer los asentamientos probables que se presentarían en las estructuras para los tamaños de placa y profundidades de cimentación analizadas de los edificios por construir:

5.2.1.- Análisis de asentamientos para placas aisladas:

Para determinar los asentamientos probables por consolidación en estos sectores y de acuerdo con los ensayos de consolidación efectuados, hemos realizado un análisis de asentamientos al apoyar las fundaciones sobre el suelo cohesivo natural de sitio muestreado, usando placas aisladas de diferentes tamaños, apoyándolos a la profundidad recomendada en la sección 5.4, de los niveles actuales del terreno, y usando el índice de compresión de la pruebas de consolidación (Ver sección 4.4), representativo de cada estrato. Para ello se ha analizado la condición más crítica, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5.2.1.1. Tabla de estimación de asentamientos con placas aisladas:

Sector	Carga a aplicar (ton/m ²)	Dimensiones de placa (m)	Asentamiento por consolidación (cm)	Asentamiento por distorsión (cm)
Edificios de 1 a 2 pisos				
P-1, P-2, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27	10,00	1,0 x 1,0	1,254	1,391
		1,2 x 1,2	1,428	1,670
		1,5 x 1,5	1,663	2,109
Edificios de 3 a 4 pisos				
P-3, P-4, P-24, P-25, P-28	10,00	1,0 x 1,0	1,025	1,377
		1,5 x 1,5	1,326	2,087
		2,0 x 2,0	1,571	2,812
		3,0 x 3,0	1,965	4,261
	15,00	1,0 x 1,0	0,727	1,390
		1,5 x 1,5	0,968	2,200
		2,0 x 2,0	1,170	2,934
		3,0 x 3,0	1,505	4,447
Edificios de 7 pisos				
P-21, P-22 y P-23	15,00	1,0 x 1,0	0,967	1,467
		2,0 x 2,0	1,593	2,996
		3,0 x 3,0	2,076	4,540
		4,0 x 4,0	2,467	6,053
Edificios de 8 pisos				
P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20	20,00	1,5 x 1,5	1,034	2,100
		2,0 x 2,0	1,336	2,956
		3,0 x 3,0	1,895	4,433
		4,0 x 4,0	2,389	5,973
Edificios de 8 pisos con sótano				
P-20	20,00	1,5 x 1,5	1,534	2,263
		2,0 x 2,0	1,953	3,018
		3,0 x 3,0	2,693	4,573
		4,0 x 4,0	3,310	6,098
Edificios de 9 pisos				
P-5, P-6, P-7 y P-8	15,00	1,5 x 1,5	0,958	2,085
		2,0 x 2,0	1,193	2,934
		3,0 x 3,0	1,595	4,401
		4,0 x 4,0	2,286	7,824
Edificios de 9 pisos con sótano				
P-5 y P-6	15,00	1,5 x 1,5	1,380	2,250
		2,0 x 2,0	1,677	2,996
		3,0 x 3,0	2,170	4,540
		4,0 x 4,0	2,565	6,053

Valores en rojo indican que los asentamientos, para la carga y tamaño de placa analizado, superan el máximo de 2,5 cm establecido por los diferentes códigos.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

* Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

5.2.2.- Análisis de asentamientos para placas corridas:

Para determinar los asentamientos probables por consolidación en estos sectores y de acuerdo con los ensayos de consolidación efectuados, hemos realizado un análisis de asentamientos al apoyar las fundaciones sobre el suelo cohesivo natural de sitio muestreado, usando placas corridas con diferentes anchos, apoyándolos a la profundidad recomendada en la sección 5.4 de los niveles actuales del terreno, y usando el índice de compresión de la pruebas de consolidación (Ver sección 4.4), representativo de cada estrato. Para ello se ha analizado la condición más crítica, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5.2.1.2. Tabla de estimación de asentamientos con placas corridas:

Sector	Carga a aplicar (ton/m ²)	Ancho de placa, (m)	Asentamiento por consolidación (cm)	Asentamiento por distorsión (cm)
Edificios de uno a dos pisos				
P-1, P-2, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27	10	0,5	1,458	2,459
		0,8	1,870	3,934
		1,0	2,090	4,969
Edificios de tres a cuatro pisos				
P-3, P-4, P-24, P-25 y P-28	10	1,00	1,499	4,917
		1,50	1,786	7,453
		2,00	2,001	10,041
	15	1,00	1,286	4,963
		1,50	1,575	7,858
		2,00	1,801	10,478
Edificios de siete pisos sin sótano				
P-21, P-22 y P-23	15	1,00	1,761	5,239
		1,50	2,153	7,941
		2,00	2,459	10,699
Edificios de 8 pisos				
P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20	20	1,00	1,629	4,944
		1,50	2,077	7,5
		2,00	2,443	10,556
Edificios de 8 pisos con sótano				
P-20	20	0,80	2,027	4,222
		1,00	2,303	5,278
		1,50	2,869	8,083
		2,00	3,317	10,778
Edificios de 9 pisos				
P-5, P-6, P-7 y P-8	15	1,00	1,331	4,908
		1,50	1,661	7,445
		2,00	1,923	10,478
Edificios de 9 pisos con sótano				
P-5 y P-6	15	1,00	1,840	5,239
		1,50	2,238	8,024
		2,00	2,545	10,699

Valores en rojo indican que los asentamientos, para la carga y tamaño de placa analizado, superan el máximo de 2,5 cm establecido por los diferentes códigos.

- Conclusiones de análisis de asentamientos:

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 5.2.1.1, los asentamientos por consolidación para las cargas de los diferentes edificios por construir, los tamaños de placas aisladas analizados y apoyados a las profundidades recomendadas en la sección 5.4 de los niveles actuales del terreno, se encuentran dentro de lo permisible por los diferentes códigos; con excepción de la zona de los edificios de 8 y 9 pisos, donde se construirá un nivel de sótano, ya que de acuerdo con los cálculos existe una limitante de tamaños de placa (ver valores en rojo en la tabla citada), ya que para el caso del edificio de 8 pisos con sótano (sector de P-20), para placas de 3,0 m x 3,0 m de lado o superiores los asentamientos superaría el máximo permisible, de igual forma para el caso del edificio de 9 pisos con sótano (sectores de P-5 y P-6), donde los asentamientos para placas de 4,0 m x 4,0 m o superiores de lado supera el máximo permisible por los diferentes códigos (2,5 cm). Por lo tanto, para estos casos si las cargas de los edificios no permiten tamaños de placa inferiores a dichas dimensiones, se deberá optar por una cimentación piloteada.

Para el caso de las placas corridas, basados en los resultados mostrados en la tabla 5.2.1.2, los asentamientos por consolidación para las cargas de los diferentes edificios por construir, los tamaños de placas aisladas analizados y apoyados a las profundidades recomendadas en la sección 5.4 de los niveles actuales del terreno, se encuentran dentro de lo permisible por los diferentes códigos; con excepción de la zona de los edificios de 8 y 9 pisos, donde se construirá un nivel de sótano, ya que de acuerdo con los cálculos existe una limitante de ancho de placa (ver valores en rojo en la tabla citada), ya que para el caso del edificio de 8 pisos con sótano (sector de P-20), para placas de 1,50 m o superiores de ancho los asentamientos superarían el máximo permisible, de igual forma para el caso del edificio de 9 pisos con sótano (sectores de P-5 y P-6), donde los asentamientos para placas de 2,0 m o superiores de ancho superarían el máximo permisible por los diferentes códigos (2,5 cm). Por lo tanto, para estos casos si las cargas de los edificios no permiten anchos de placa inferiores a dichas dimensiones, se deberá optar por una cimentación piloteada.

En lo que respecta al asentamiento por distorsión (primario), desde el punto de vista teórico, éstos se producirían durante el proceso constructivo de la obra, pero lo que concierne al asentamiento por consolidación y de acuerdo con los ensayos realizados, se estima que estos se producirán en un período de aproximadamente seis meses, después de la construcción de esta.

Para determinar los asentamientos por pilote, se recomienda que se verifique en campo por medio de pruebas carga a los mismos, las cuales proveen información sobre la relación carga-asentamiento.

5.3.- Coeficiente sísmico:

Para determinar el coeficiente sísmico a utilizar en el diseño de la estructura por construir y de acuerdo con el capítulo 2 (secciones 2.1 y 2.2) y al capítulo 5, del Código Sísmico de Costa Rica 2010, el proyecto se ubica en la **zona sísmica III** y los suelos de sitio clasifican como **Tipo S₂**, por lo que se deberá de utilizar para el **factor espectral dinámico (FED)** la **Figura 5.6 del C.S.C.R.** (Fig. 5.3.1).

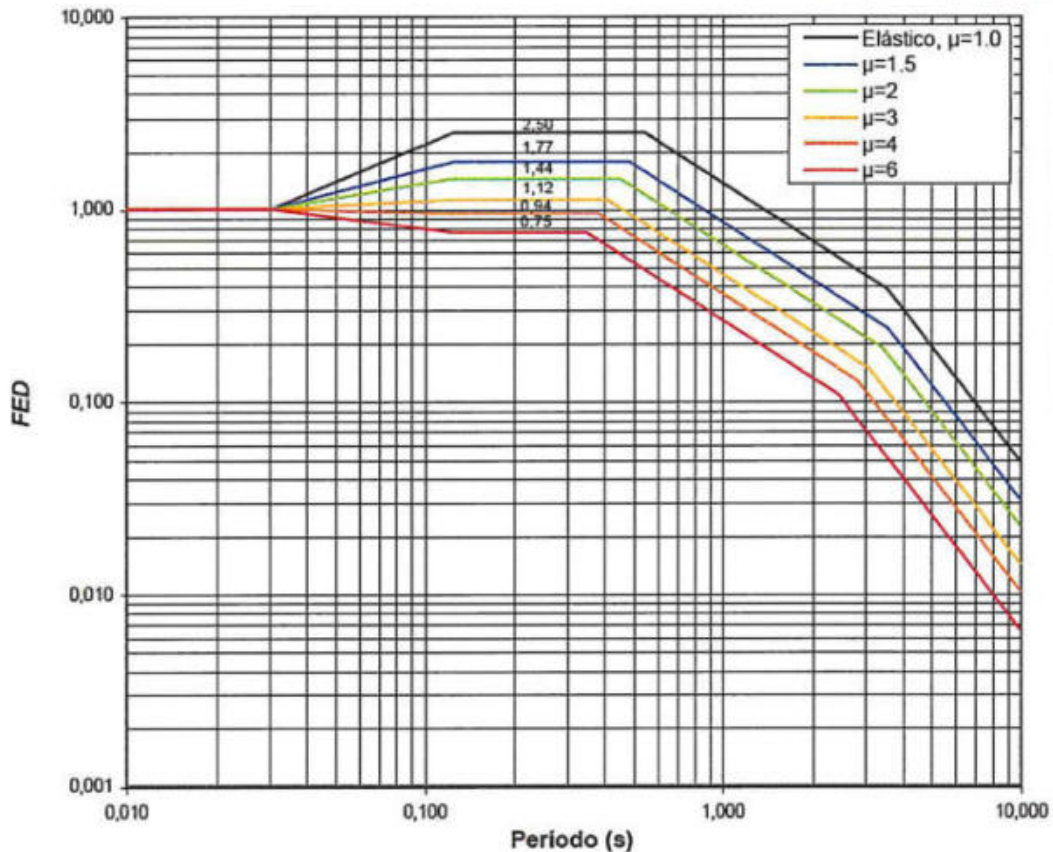


Figura 5.3.1. Factor espectral dinámico, FED para sitios Tipo S_2 en Zona III¹.

El valor de aceleración pico efectiva de diseño para un periodo de retorno de 475 años para la zona en estudio es $a_{ef} = 0,33$.

5.4.- Conclusiones sobre cimentaciones para las obras:

- **Edificaciones de uno y dos pisos:** (Sectores de P-1, P-2, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27)

Para cargas unitarias moderadas de las obras de uno y dos pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 10 ton/m^2 de capacidad de soporte admisible (30 ton/m^2 a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 0,50 m a 1,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 1,5 m x 1,5 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos. Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

¹ Tomado del Código Sísmico de Costa Rica 2010. Figura 5.6.

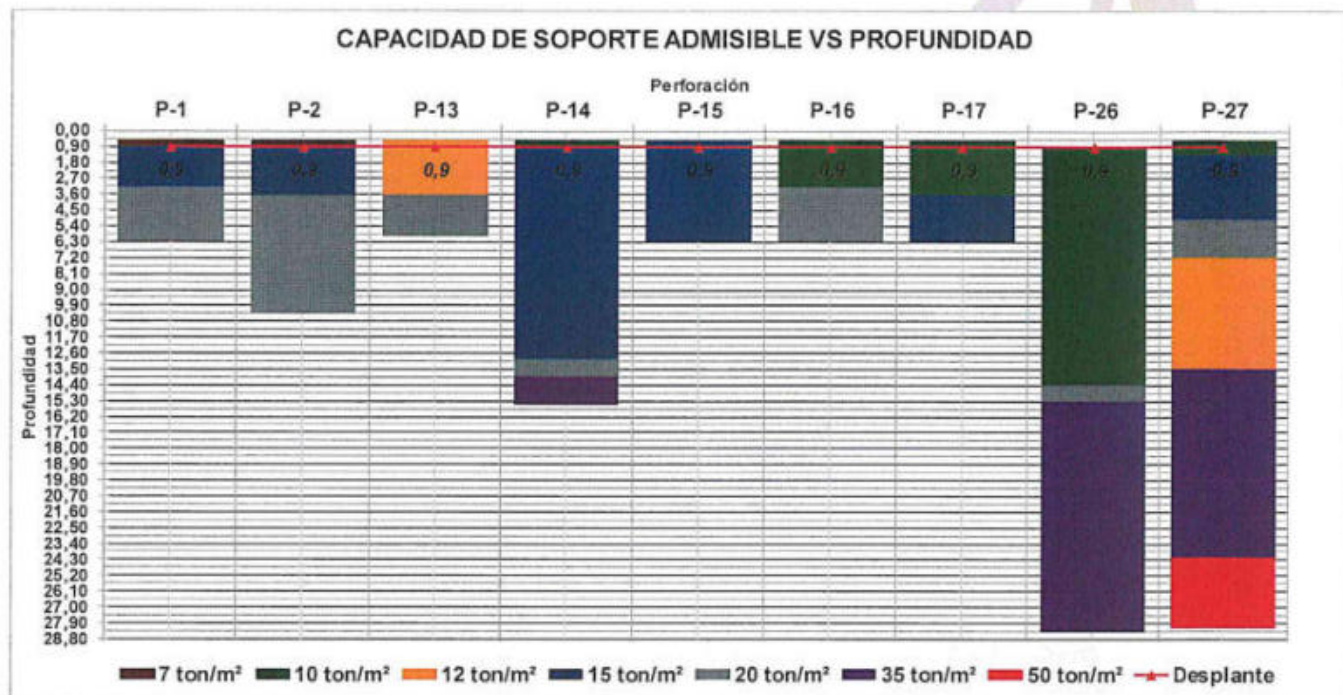


Gráfico 5.4.1.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificios 1 a 2 pisos

- **Edificaciones de tres y cuatro pisos:** (Sectores de P-3, P-4, P-24, P-25 y P-28)

Opción #1

Para cargas unitarias moderadas de las obras de tres y cuatro pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 10 ton/m² de capacidad de soporte admisible (30 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 3,0 m x 3,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

Opción #2

Para cargas unitarias moderadas a pesadas de las obras de tres y cuatro pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 3,0 m x 3,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:



FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

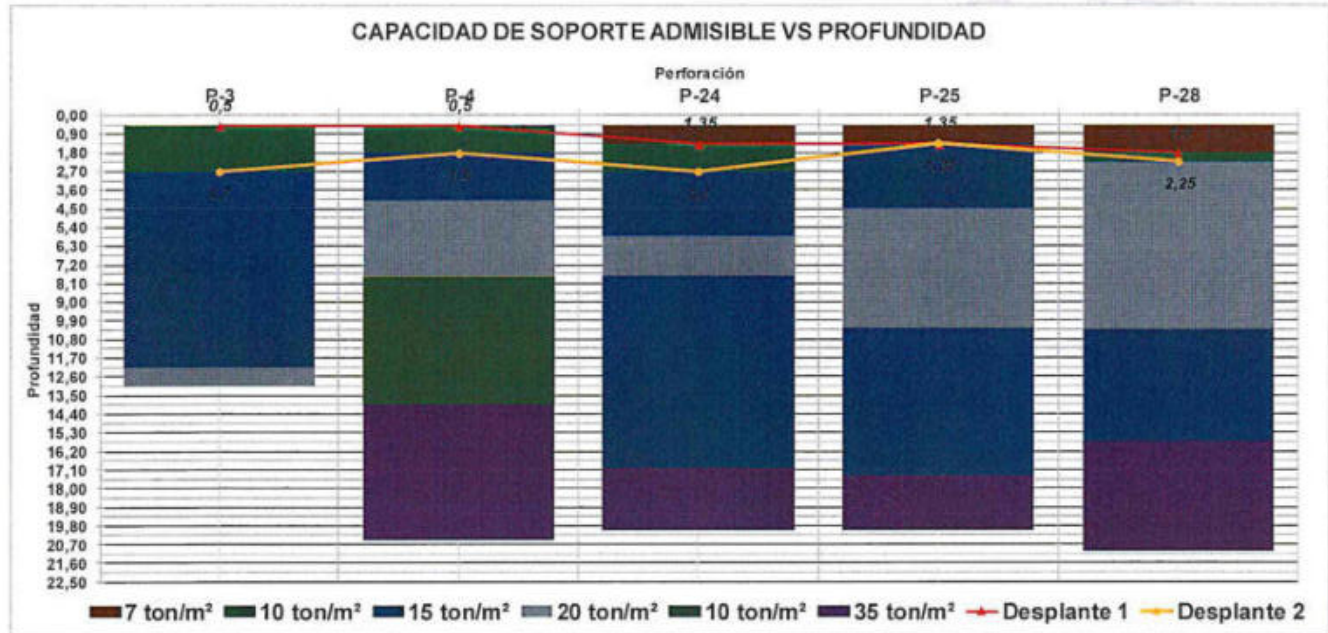


Gráfico 5.4.2.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificios 3 a 4 pisos

Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas.

- **Edificaciones de siete pisos:** (Sectores de P-21, P-22 y P-23)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Para cargas unitarias moderadas de las obras de siete pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos. Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas. Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

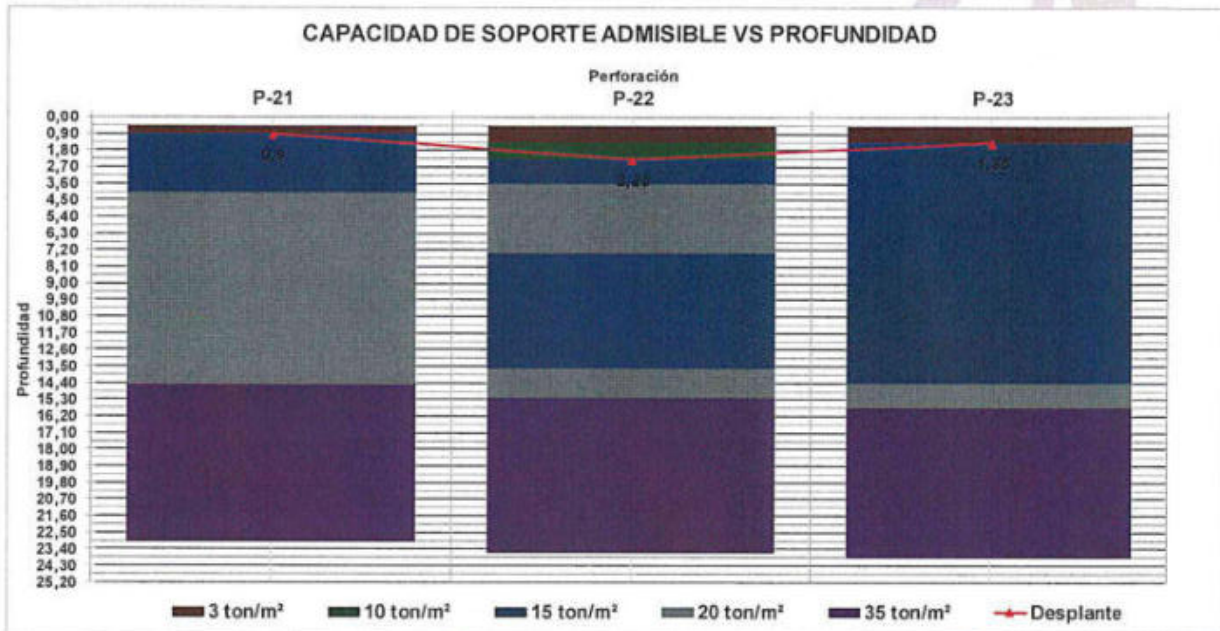


Gráfico 5.4.3.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificio 7 pisos

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de siete pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.3), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 18 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.1. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 7 pisos:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-21, P-22 y P-23	18,0	60	41,0	14,5
		80	54,7	25,9
		100	68,4	40,9

(1) Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=1,0 m del nivel de terreno al momento de perforar).

(2) Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



- **Edificaciones de ocho pisos:** (Sectores de P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Para cargas unitarias pesadas de las obras por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio de 20 ton/m² de capacidad de soporte admisible (60 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores. Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas.

Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

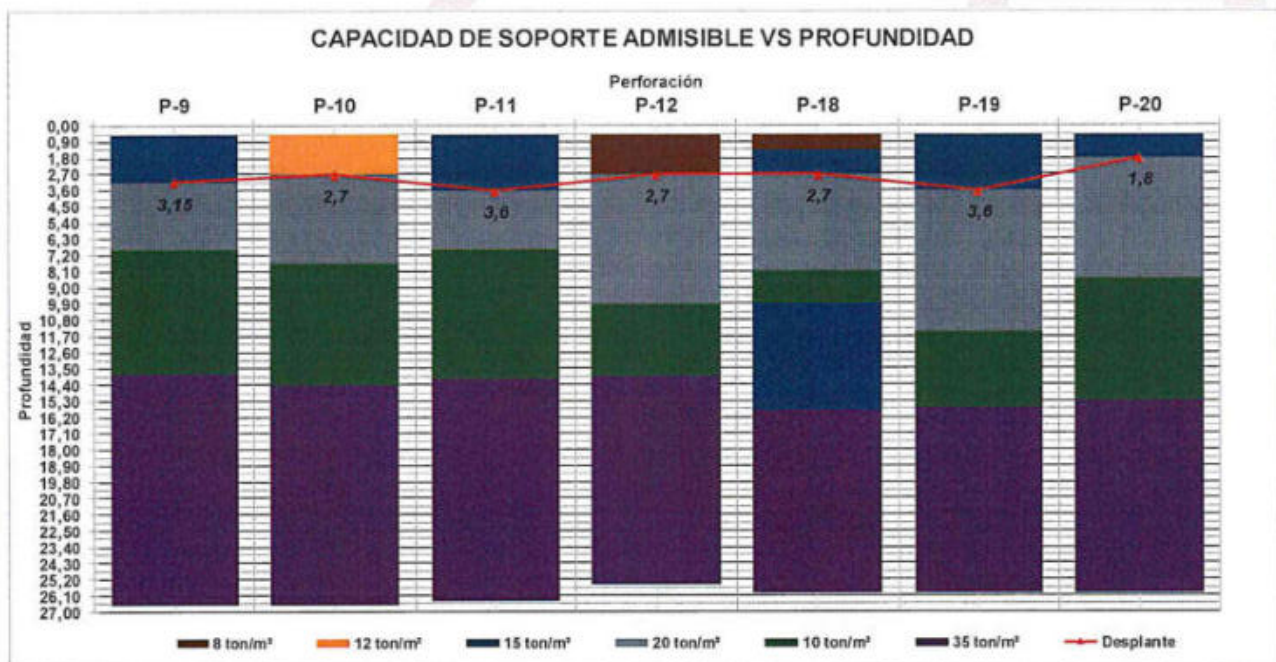


Gráfico 5.4.4.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificio 8 pisos

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de ocho pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.4), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados in situ, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 18 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma, se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.2. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 8 pisos sin sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-9, P-10, P-11, P-112, P-18, P-19 y P-20	18,0	60	37,6	14,5
		80	50,2	25,9
		100	62,7	40,9

⁽¹⁾ Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=1,0 m del nivel de terreno al momento de perforar).

⁽²⁾ Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

- **Edificaciones de ocho pisos con sótano:** (Sector de P-20)

Opción #1: (cimentaciones convencionales)

Debido a que el edificio llevará un nivel de sótano en el sector de P-20, para lo cual deberán realizar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, a dichos niveles basados en los resultados de las perforaciones realizadas, para cargas unitarias moderadas de las fundaciones de la obra por construir, se puede usar 20 ton/m² de capacidad de soporte admisible (60 ton/m² a la falla), para cimientos corridos de hasta 1,0 m máximo de ancho o aislados de hasta 2,0 m x 2,0 m de lado máximo, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de ocho pisos con un nivel de sótano por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.4), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 14 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma, se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.3. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 8 pisos con sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-20	14,0	60	28,8	14,5
		80	38,4	25,9
		100	47,9	40,9

⁽¹⁾ Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=5,0 m del nivel de terreno al momento de perforar [-1,0 m del nivel de corte de 4,0 m para el sótano]).

⁽²⁾ Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

- Edificaciones de nueve pisos: (Sectores de P-5, P-6, P-7 y P-8)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Para cargas unitarias moderadas a pesadas de las obras por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio de 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos. Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos principalmente en el sector de P-8, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas. Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:



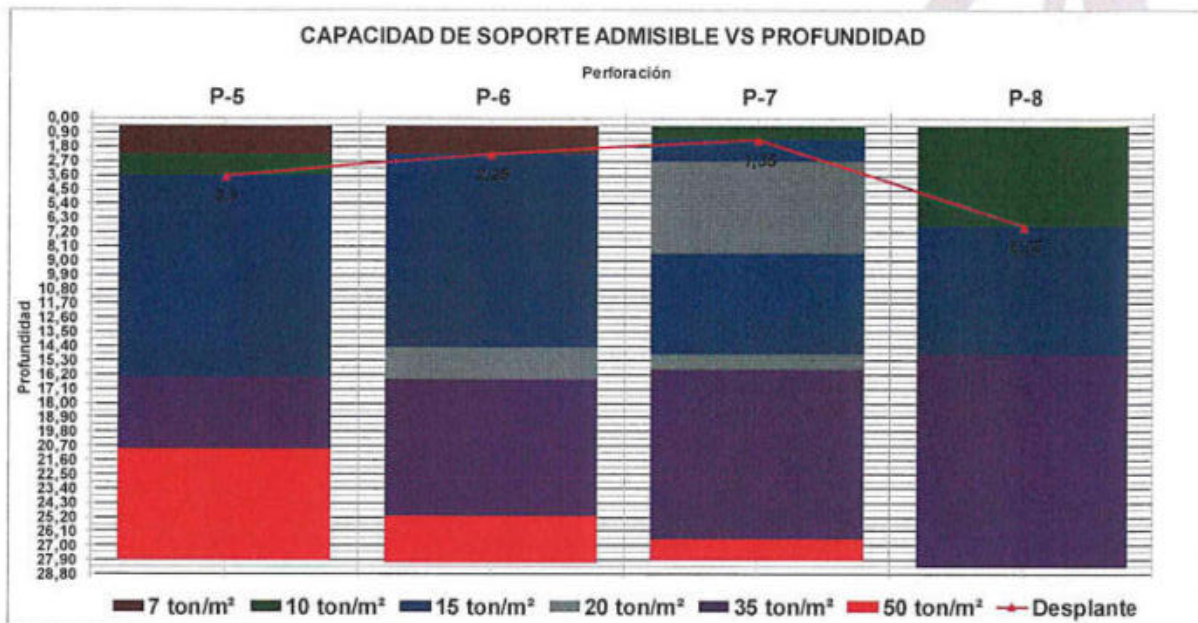


Gráfico 5.4.5.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificio 9 pisos

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de nueve pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.5), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 17 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.4. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 9 pisos sin sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-5, P-6, P-7 y P-8	17,0	60	33,2	14,7
		80	44,3	26,2
		100	55,4	41,5

(1) Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=1,0 m del nivel de terreno al momento de perforar).

(2) Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

* Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



- **Edificaciones de nueve pisos con sótano:** (Sectores de P-5 y P-6)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Debido a que el edificio llevará un nivel de sótano en los sectores de P-5 y P-6, para lo cual deberán realizar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, a dichos niveles basados en los resultados de las perforaciones realizadas, para cargas unitarias moderadas de las fundaciones de la obra por construir, se puede usar 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla), para cimientos corridos de hasta 1,0 m máximo de ancho o aislados de hasta 2,0 m x 2,0 m de lado máximo, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores.

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de nueve pisos con un nivel de sótano por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.5), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados in situ, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 14,5 m; quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.5. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 9 pisos con sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-5 y P-6	14,5	60	34,8	14,5
		80	46,4	26,0
		100	58,0	41,0

⁽¹⁾ Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=5,0 m del nivel de terreno al momento de perforar [-1,0 m del nivel de corte de 4,0 m para el sótano]).

⁽²⁾ Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

Notas generales:

Debido a que se detecto la presencia de un nivel freático bastante superficial en la mayoría de los puntos investigados, y como se está proponiendo apoyarse debajo de dicha tabla de aguas, se deberán tomar las provisiones del caso para mantenerla abatida durante el proceso de sustitución y/o colado de los pilotes por medio de un sistema de bombeo automático permanente. Además, será de suma importancia colar un grueso sello de concreto apenas terminen de efectuar cada excavación de placa, para así evitar que la subpresión de la tabla de aguas pueda aflojar el fondo arenoso. De no seguir este lineamiento, puede aflojarse el fondo de las excavaciones, debiendo posteriormente sustituir el tramo de suelo que se aflojó con un concreto pobre.

Además, si en algún sector en el fondo de las excavaciones para las placas aparecieran los estratos de alta plasticidad de la capa G, se recomienda que exista debajo de las fundaciones como mínimo 0,75 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para de esta forma ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de contracción y expansión que pueden sufrir dichos suelos con los cambios bruscos de humedad. Aun así, se recomienda evitar filtraciones de agua hacia los suelos que quedaran debajo de las fundaciones.

Se deberá evitar que los suelos superficiales y de los fondos de las excavaciones para las placas de los edificios, sufran saturación, resecamiento, descompresión, o remoldeo, ya que produciría pérdida de la condición natural del mismo. En el caso de las excavaciones para las placas, sugerimos que una vez que se haya efectuado cada excavación de placa, se coloque de inmediato un sello de concreto.

En los pilotes colados en sitio deberá realizarse una cuidadosa limpieza del fondo del agujero, de manera que se eliminen totalmente los sedimentos del fondo. Se advierte que una limpieza inadecuada puede producir asentamientos importantes causados por la compresión de estos sedimentos.

Para las excavaciones profundas en dicho terreno, se recomienda proteger las paredes, ello principalmente para evitar derrumbes y deslizamientos de suelo que producen lamentables riesgos laborales e inestabilizan las áreas circundantes.

Será de suma importancia evitar que, al efectuar excavaciones para las placas u otras, se desestabilicen los suelos de las edificaciones existentes en las colindancias de la propiedad. Para ayudar a evitar dicho riesgo se recomienda proteger con ademes las paredes de éstas durante el proceso constructivo, y rellenarlas de nuevo lo más rápidamente posible.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



5.5.- Licuefacción bajo sismos:

Este fenómeno tiene un efecto en el suelo que hace que éste pierda la resistencia al corte y se comporte como un fluido viscoso. Esto se da debido a alguna carga sísmica que se transmite al suelo y éste debido a ciertas características presenta un aumento en la presión de los poros, que implica una disminución en el esfuerzo efectivo.

Basados en la teoría de SEED E IDRIS, para que se produzca el estado de licuefacción bajo fuertes sismos (aceleración máxima mayor a 0,15 g); es necesario que en los suelos se presenten las siguientes condiciones simultáneamente:

- Arenas finas con granulometría específica (menos de un 20% de finos).
- Que las arenas estén sumergidas bajo el nivel freático.
- Que el N_{spt} sea inferior a 25 golpes/pie.
- Que el espesor de la capa sea superior a 1,0 m.

Para este caso en particular, aunque se detectó la presencia de una tabla de aguas en la mayoría de los puntos investigados, se descarta que se presente dicho fenómeno debido a la presencia de suelos cohesivos y el manto rocoso natural y firme de sitio.

5.6.- Estabilidad local de las obras:

De conformidad con lo establecido por la Ley de Planificación Urbana y su reglamento, en el caso de que el AP se localice sobre un terreno cuya pendiente promedio es igual o mayor al 15 %, o en su defecto, y a criterio de experto del profesional responsable, se encuentre en la zona inmediatamente adyacente a la base o parte superior de un talud natural o artificial cuya pendiente sea igual o superior al 15 %, deberá integrar como parte del estudio de suelos una evaluación de estabilidad de taludes y como consecuencia del mismo definirá las recomendaciones sobre el tipo de obras de prevención y mitigación que deberán aplicarse.

Por lo tanto, debido a que la topografía del terreno se muestra bastante plana y libre de taludes con fuertes pendientes, no se hace necesario efectuar análisis de estabilidad de taludes, pero se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

Se recomienda acomodar lo más posible las obras por construir a la topografía existente y aquellos cortes que generen taludes más fuertes que lo indicado en la sección 5.6.1, o la conformación de rellenos altos, confinarlos con muros de retención o similar, para de esa forma ayudar a disminuir el inicio de movimientos por desplazamientos.

Será de suma importancia darle un adecuado encauzamiento por medio de canales revestidos con concreto y drenajes a las aguas pluviales y servidas del proyecto, para de esa forma evitar que escurran libremente por el terreno, y mantener una adecuada vegetación, para de esa forma ayudar a disminuir los riesgos de erosión e inestabilidad.

Se deberá estar vigilante a que, en los terrenos aledaños, no se altere la condición natural del terreno, ya que ello podría iniciar un proceso de movimientos. En todo caso, de efectuarse cortes fuertes en dicho terreno o en las colindancias, se recomienda confinarlos por medio de muros de retención.

5.6.1.- Conformación de taludes en corte

Para conformar taludes de poca altura, lo más estables posibles en cortes, se recomienda acostar los estratos de las capas B, C, D, E, F, G, como máximo a una inclinación de 2,0 : 1,0 (Horizontal: Vertical), a los estratos de la capa H, darle una gradiente máxima 1,5 : 1,0 (H : V), y al manto rocoso natural y firme de sitio de lava andesítica de la capa I darle una gradiente máxima de 45°, debiendo evitar por completo el escurrimiento e infiltración de aguas pluviales y servidas, ya que ello ocasionaría erosionamiento, y por ende desestabilizaría los taludes.

Aquellos tramos del talud que queden conformados con los suelos de alta plasticidad (capa G), además de evitar la saturación, se debe también evitar lo contrario, o sea el resecamiento, ya que, si éste se da, se agrietan dichos mantos arcillosos, y se desprende de los taludes en forma de bloques. O sea, que, para ayudar a evitar ambas condiciones, es necesario proteger dichos taludes por medio de vegetación idónea, o similar.

Si por motivo de espacio no pudieran conformar los taludes con las gradientes recomendadas, estos se podrían proteger total o parcialmente su altura, por medio de muros de retención, o una combinación muro-talud.

5.6.2.-Taludes temporales para las excavaciones del sótano:

Como requieren construir un nivel de sótano, necesitarán efectuar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, por lo tanto, para ayudar a disminuir los riesgos por estabilidad de los taludes temporales, se propone acostarlos lo más posible (1:1), y luego por tramos cortos irlos cortando verticalmente, para construir de inmediato los muros de retención, o paredes muros. Para tal efecto se deberá tener un excelente control de las aguas pluviales y servidas del proyecto, de forma que se pueda evitar el escurrimiento y filtraciones hacia los taludes, como también evitar instalar maquinaria pesada y vibratoria en la parte superior de éstos. De no existir espacio para inclinar los taludes, se deberán proteger por medio de una tablestaca o similar.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



Si requirieran desde un inicio que los cortes de los taludes queden verticales, en tal caso se requeriría irlos protegiendo gradualmente a cómo avanza la excavación por medio de muros o pantallas con anclajes provisionales.

Si estas excavaciones quedaran muy cercanas a las edificaciones colindantes, podría descomprimir el subsuelo en esos sectores, y provocar serios daños a las construcciones vecinas. Para evitar lo anterior se recomienda proteger desde el inicio los taludes por medio de una tablestaca o similar.

5.7.- Pisos de las obras:

Edificaciones de uno a cuatro pisos: (Sectores de P-1, P-2, P-3, P-4, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27)

Para los pisos de los edificios de uno a cuatro pisos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A) de baja calidad, el cual tiene entre 0,15 m a 0,90 m de espesor en los sectores de P-1, P-2, P-3, P-4, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27; para luego colocar como mínimo 0,35 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

Edificaciones de tres pisos y siete pisos para parqueos: (Sectores de P-21, P-22, P-23, P-24, P-25 y P-28)

Para los pisos de los edificios de tres y siete pisos para parqueos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A), el cual tiene entre 0,20 m y 0,55 m de espesor en los sectores de P-21, P-22, P-23, P-24, P-25 y P-28, para luego colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y así proceder al colado de las losas de pavimento de 15 cm de espesor, con concreto para 245 kg/cm² de resistencia a la compresión a los 28 días de edad (37 kg/cm² de resistencia a la flexión), con revenimiento patrón máximo de 8 cm, usando un agregado de tamaño máximo de 38,1 mm (1½"), debiendo dejar juntas de contracción a cada 2,5 m de separación máxima, y entre ellas colocar dovelas de acero.

En caso de implementar la cimentación piloteada para el edificio de siete pisos por construir, lo cual tendrá que contemplar amarrar superficialmente el grupo de pilotes por medio de una losa armada, se propone analizar la posibilidad de que dicha losa trabaje como un entrepiso suspendido del nivel del terreno. Con lo que, al no estar en contacto con los suelos de sitio, no requeriría de efectuar sustituciones para los pisos, y además no tendrían problemas por asentamientos.

Edificaciones de ocho y nueve pisos: (Sectores de P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20)

Para los pisos de los edificios de ocho y nueve pisos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A) de baja calidad, el cual tiene entre 0,15 m a 0,50 m de espesor en los sectores de P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20; para luego colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

En caso de implementar la cimentación piloteada para los edificios de ocho y nueve pisos por construir, lo cual tendrá que contemplar amarrar superficialmente el grupo de pilotes por medio de una losa armada, se propone analizar la posibilidad de que dicha losa trabaje como un entrepiso suspendido del nivel del terreno. Con lo que, al no estar en contacto con los suelos de sitio, no requeriría de efectuar sustituciones para los pisos, y además no tendrían problemas por asentamientos.

Edificaciones de ocho y nueve pisos con sótano: (Sector de P-5, P-6 y P-20)

Para los pisos de las obras por construir, debido a que los edificios llevarán un nivel de sótano, para lo cual requerirán efectuar un corte de 4,0 m aproximadamente, a dichos niveles quedarían expuestos los estratos naturales de sitio de la capa B, sobre los cuales se recomienda colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

Optativamente, como se está recomendando una cimentación piloteada para dichos edificios por construir, lo cual tendrá que contemplar amarrar superficialmente el grupo de pilotes por medio de una losa armada, se propone analizar la posibilidad de que dicha losa trabaje como un entrepiso suspendido del nivel del terreno. Con lo que, al no estar en contacto con los suelos de sitio, no requeriría de efectuar sustituciones para los pisos, y además no tendrían problemas por asentamientos.

Notas:

Si en algún sector a nivel de subrasante para los pisos de los edificios afloraran estratos de alta plasticidad de la capa G, se recomienda incrementar el espesor de material granular (lastres o gravas) a 0,75 m de espesor mínimo, el cual deberá cumplir con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para de esta forma ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de expansión y contracción que podrán sufrir dichos suelos con los cambios bruscos de humedad.

Para el caso de los pisos superficiales se recomienda que el nivel de piso terminado quede a una altura mayor a las áreas externas de los jardines o similar, para con ello evitar problemas de humedad y filtración de aguas hacia los pisos y paredes, principalmente tomando en cuenta la presencia de un nivel freático bastante somero.

Con respecto a los pisos de las edificaciones con sótano, debido a que se detectó la presencia de un nivel freático bastante superficial en la mayoría de los puntos investigados, se deberá diseñar un sistema de bombeo automático permanente para de esta forma mantener abatido dicho nivel freático y evitar problemas por humedad en pisos y paredes o inundaciones en el sótano.

Tabla 5.7.1. Especificaciones CR-2010 MOPT, para material granular de sub-base²:

Ítem	Especificación CR-2010 MOPT	
Límite líquido	≤25	
Índice plástico	≤4	
Índice de soporte (CBR)	≥30 al 95% de compactación	
	Graduación (A)	Graduación (B)
Malla	% pasando	% pasando
63 mm (2½")	100	----
50 mm (2")	97 – 100	100
37,5 mm (1½")	----	97 – 100
25 mm (1")	65 – 79	----
12,5 mm (½")	45 – 59	----
4,75 mm (# 4)	28 – 42	40 – 60
0,425 mm (#40)	9 – 17	
0,075 mm (# 200)	4 – 8	4 – 12

² Tomado de: "Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, CR-1010".

5.8.- Fuerzas Laterales: (Muros de retención)

Para mejorar el contacto vertical suelo muro se propone colocar en el paramento interno del muro 30 cm de espesor de una piedra triturada, dejando una adecuada salida al agua, para aliviar eventuales presiones hidrostáticas. Así, para el cálculo del empuje lateral de los suelos contra muros de retención, usando la teoría de Rankine, se pueden usar los siguientes parámetros:

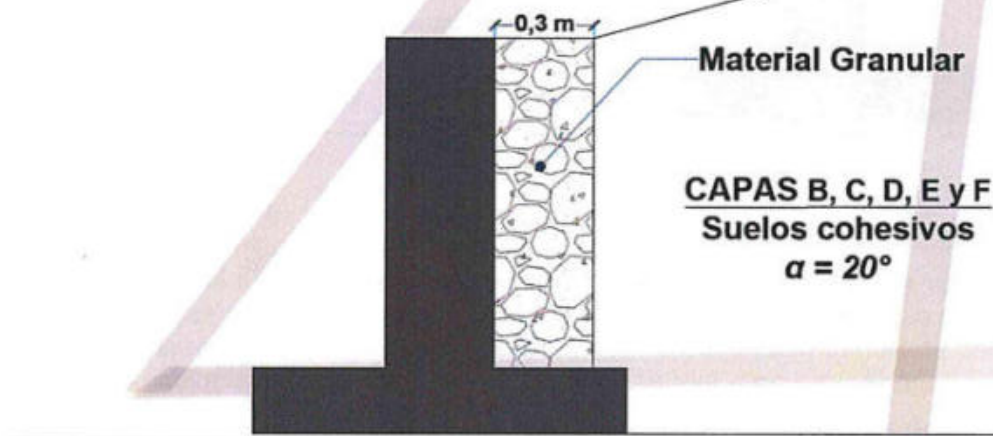
Capas B, C, D, E y F:

Peso unitario húmedo promedio:	1,78 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	20°
Coefficiente de presión activa, K _A :	0,49
Coefficiente de presión pasiva, K _P :	2,04
Coefficiente de fricción suelo-placa:	0,35

Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral

Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.

Los cimientos de los muros colocados en un plano horizontal del terreno deberán estar apoyados en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m² (Ver tabla 5.1.2).



Capa G:

Como la capa G está compuesta por suelos altamente compresibles y para evitar problemas de empuje lateral contra el muro por hinchamiento de los limos de alta plasticidad, se recomienda sustituir la cuña de arcillas adyacentes al muro, con un material granular compactado al 91% del próctor estándar. Esta cuña sube de la placa hacia adentro con una gradiente de 45 grados, más el ángulo de fricción interna del suelo expansivo (ver esquema al pie del párrafo). Se debe además construir un drenaje vertical en todo el paramento interno del muro, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas. Así para el cálculo del empuje lateral del material granular (lastre o piedra triturada de chorro con CBR mínimo de 30, no plástico, y bien graduado) que conformarán en dicha cuña del muro y usando la teoría de Rankine, se pueden usar los siguientes parámetros:

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

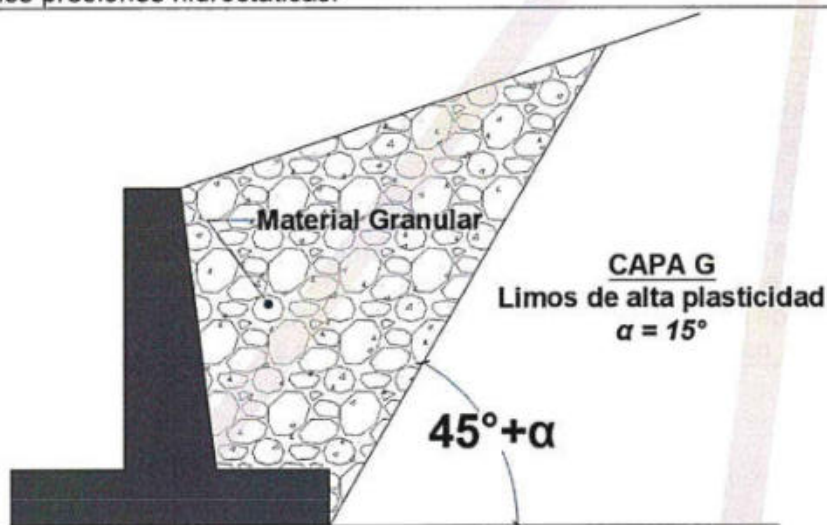
correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

CT
Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

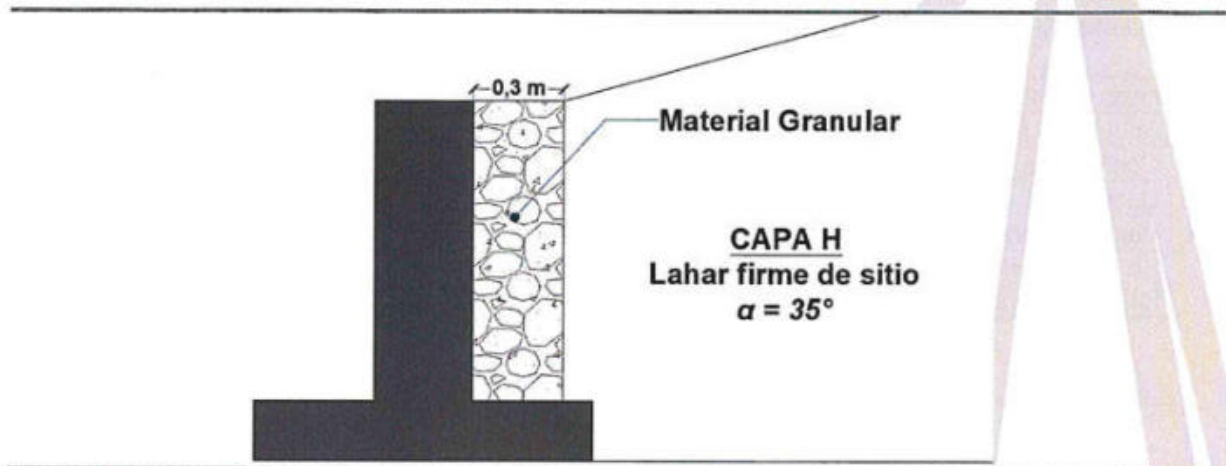
Peso unitario húmedo estimado:	2,00 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	30°
Coefficiente de presión activa, K _A :	0,33
Coefficiente de presión pasiva, K _P :	3,00
Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral	
Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.	



Capa H:

Para mejorar el contacto vertical suelo muro se propone colocar en el paramento interno del muro 30 cm de espesor de una piedra triturada, dejando una adecuada salida al agua, para aliviar eventuales presiones hidrostáticas. Así, para el cálculo del empuje lateral de los suelos contra muros de retención, usando la teoría de Rankine, se pueden usar los siguientes parámetros:

Peso unitario húmedo promedio:	2,00 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	35°
Coefficiente de presión activa, K _A :	0,27
Coefficiente de presión pasiva, K _P :	3,69
Coefficiente de fricción suelo-placa:	0,45
Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral	
Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.	
Los cimientos de los muros colocados en un plano horizontal del terreno deberán estar apoyados en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 35 ton/m ² (Ver tabla 5.1.2).	



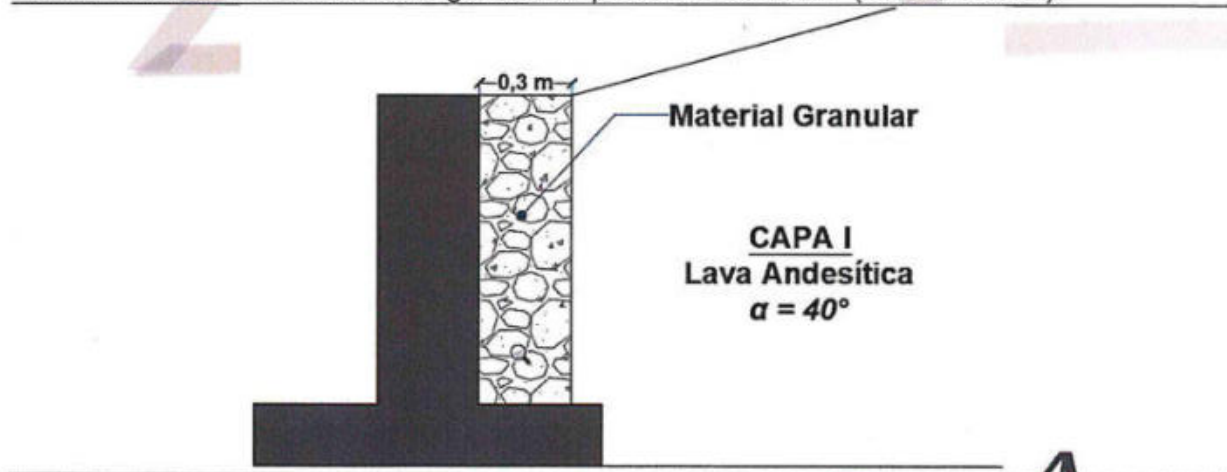
Capa I:

Peso unitario húmedo promedio:	2,23 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	40°
Coefficiente de presión activa, K _A :	0,22
Coefficiente de presión pasiva, K _P :	4,60
Coefficiente de fricción roca-placa:	0,60

Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral

Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.

Los cimientos de los muros colocados en un plano horizontal del terreno deberán estar apoyados en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 50 ton/m² (Ver tabla 5.1.2).



Relleno de material granular compactado al 95% del próctor estándar:

Peso unitario húmedo estimado:	2,00 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	30°
Coefficiente de presión activa, K _A :	0,33
Coefficiente de presión pasiva, K _P :	3,00
Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral.	
Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.	

5.9.- Rellenos:

Para conformar rellenos de buena calidad, se recomienda eliminar por completo el espesor de rellenos artificiales heterogéneos de suelos cohesivos contaminados con orgánico (capa A) de baja calidad, los cuales tienen entre 0,15 m y 0,90 m de espesor en los puntos investigados, y luego banquear el suelo natural de sitio, para evitar conformar rellenos sobre planos inclinados de falla.

Luego, debido a la alta saturación de los suelos de sitio y presencia de suelos de alta plasticidad, se recomienda conformar cualquier relleno usando materiales granulares (lastres o gravas) ya que con éstos se logran humedades adecuadas de compactación, y además se ayudaría a disminuir el riesgo por movimientos de expansión y contracción en las zonas donde el relleno se conforme sobre los suelos de alta plasticidad de la capa G, así como también poder establecer estimaciones más certeras de posibles asentamientos de obras apoyadas sobre dichos rellenos.

Si requieren apoyar cimentaciones sobre rellenos artificiales de espesor importante (mayor a 1,0 m), se recomienda efectuar un estudio de suelos con perforaciones complementarias, una vez conformado dicho relleno, para de esa forma cuantificar la capacidad de soporte admisible del mismo y el grado de asentamientos, considerando su estado saturado.

6.- DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE:

Se efectuaron nueve sondeos manuales en el campo para determinar la estratigrafía existente en el área de las calles internas del proyecto, tomando muestras alteradas para efectuar límites de Atterberg (ASTM D-4318, Instrucción de ensayo IE-15*), graduación (Documento Interno: IE-13 e IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117), clasificación unificada** (Norma Internacional ASTM D-2487), Próctor estándar* (Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99) y CBR (Valor de CBR* a 0,254 cm de penetración, Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883); y con dicha información se procedió a efectuar los diseños de espesores de pavimento rígido y flexible, usando la Guía de la AASHTO del año 1993.

Como primera medida para la construcción de dicho pavimento, se deberá remover por completo los espesores de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico, y arcilla expansiva, detectados en los sondeos realizados (Ver sección 6.4), para luego colocar la estructura de pavimento rígido o flexible que se indican a continuación:

6.1.- Diseño de espesores de pavimento flexible:

Tabla 6.1.1. Espesores mínimos de pavimento flexible para tránsito liviano con ocasional pesado:

Tipo de capa	Espesor cm	Sección típica (Dibujo sin escala)
Carpeta asfáltica	7,5	
Base granular (CBR= 80 al 95% Mod.)	15	
Sub-base (CBR= 30 al 95% Mod.)	35	
Subrasante (suelo) (Compactada al 91% del proctor estándar)		

Los materiales y el sistema constructivo a utilizar en dicho pavimento deberán satisfacer las normas del CR-2010 MOPT.

Cuando ya tengan la gaveta al nivel de rasante, favor avisarnos para revisar el fondo de ésta; para así verificar que en la totalidad del área se encuentren los estratos de suelos detectados en los sondeos realizados.

Debido a que la zona en épocas de invierno generalmente presenta alta saturación de los suelos superficiales, a la hora de realizar los cortes para la subrasante de las calles internas del hospital, se recomienda colocar 0,30 m de espesor de un lastrón grueso o piedra bola de 4" a 6", colocando una primera capa de 0,15 m y que la maquinaria pesada lo embeba en los suelos de sitio, para luego colocar la siguiente capa de 0,15 m hasta que la maquinaria "camine" sobre este adecuado relleno (de 0,30 m de espesor total) sin deformaciones importantes. Finalmente sobre este piso, colocar la estructura de pavimento recomendada.

Tabla 6.1.2. Parámetros usados para el diseño de pavimento flexible:

Metodología de la Guía AASHTO del año 1993 y experiencia profesional	
ESAL: (equivalente 18 kips)	1,83 x 10 ⁶ ejes
Vida útil	20 años
Nivel de confianza, R	80%
Desviación estándar, S ₀	0,45
Índice de servicio terminal PSI (p _t)	2,0
Índice de servicio inicial PSI (p ₀)	4,5
Cambio total en índice de servicio, ΔPSI (p ₀ - p _t)	2,5
Coefficientes de drenabilidad, m ₂ =m ₃	0,9
Factor de distribución direccional, D _D	1,0
Factor de distribución de línea, D _L	1,0
M _R asfalto, psi	450 000
M _R base granular, psi	30 000
M _R sub-base granular, psi	15 000
M _R subrasante (CBR = 5,2), psi	7 800
Valor estructural de la carpeta asfáltica, SN ₁	1,181
Valor estructural de la base granular, SN ₂	0,744
Valor estructural de la sub-base, SN ₃	1,364
Valor estructural del paquete, SN*	3,29
Valor estructural requerido, SN _{nec}	3,28
Coefficiente estructural Carpeta asfáltica	0,40
Coefficiente estructural Base granular (CBR 80 al 95% Mod)	0,14
Coefficiente estructural Sub-base (CBR 30 al 95% Mod)	0,11

6.2.- Diseño de espesores de pavimento rígido:

Tabla 6.2.1. Espesores mínimos de pavimento rígido para tránsito liviano con ocasional pesado:

Tipo de capa	Espesor cm.	Sección típica (Dibujo sin escala)
Losa de concreto ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$) [flexión = 42 kg/cm^2]	20	
Sub-base (CBR=30 al 95% Mod.)	40	
Subrasante (suelo) (compactada al 91% del Proctor estándar)		

El concreto para el pavimento deberá ser como mínimo de 280 kg/cm^2 a los 28 días de resistencia a la compresión, con una resistencia a la flexión mínima de 42 kg/cm^2 . Además, el concreto no deberá tener un revenimiento patrón mayor a 8 cm, pero se permite el uso de aditivos para subir el revenimiento para una mejor trabajabilidad. El agregado que se utilice deberá ser de tamaño máximo 2,54 cm (1") y todos (finos y gruesos) deberán cumplir con las normas de calidad de la ASTM C-33. Dicho concreto deberá mantenerse en cura constante por medio del riego adecuado de agua durante 14 días. De usarse algún tipo de membrana para la cura del concreto, ésta deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero Inspector. También se deberán dejar juntas de contracción a cada 3 m de separación máxima y entre ellas colocar dovelas de acero # 6 de 45 cm de longitud y a 30 cm de separación. Luego se sellarán las juntas con algún epóxico especial para dicho uso.

Los materiales y el sistema constructivo a utilizar en dicho pavimento deberán satisfacer las normas del CR-2010 MOPT.

Cuando ya tengan la gaveta al nivel de rasante, favor avisarnos para revisar el fondo de ésta; para así verificar que en la totalidad del área se encuentren los estratos de suelos detectados en el sondeo realizado.

Debido a que la zona en épocas de invierno generalmente presenta alta saturación de los suelos superficiales, a la hora de realizar los cortes para la subrasante de las calles internas del hospital, se recomienda colocar 0,30 m de espesor de un lastrón grueso o piedra bola de 4" a 6", colocando una primera capa de 0,15 m y que la maquinaria pesada lo embeba en los suelos de sitio, para luego colocar la siguiente capa de 0,15 m hasta que la maquinaria "camine" sobre este adecuado relleno (de 0,30 m de espesor total) sin deformaciones importantes. Finalmente, sobre este piso, colocar la estructura de pavimento recomendada.

Tabla 6.2.2. Parámetros usados para el diseño de pavimento rígido:

Metodología de la Guía AASHTO del año 1993 y experiencia profesional	
ESAL (equivalente 18 kips)	1,83 x10 ⁶ ejes
Vida útil	20 años
Nivel de confianza, R	80%
Desviación estándar, S ₀	0,35
Índice de servicio terminal PSI (p _t)	2,5
Índice de servicio inicial (p ₀)	4,5
Cambio total en índice de servicio, ΔPSI (p ₀ - p _t)	2,0
Coefficiente de drenabilidad, C _d	1,0
Módulo de elasticidad del concreto, E _c	3,6 x 10 ⁶ psi (2,5 x 10 ⁵ kg/cm ²)
Módulo de ruptura del concreto, S' _c	600 psi (42 kg/cm ²)
Coefficiente de transferencia de carga, J	2,8
Factor de pérdida de soporte, L _s	1,0
Módulo de elasticidad de la sub-base granular, E _{SB}	20 000 psi
M _R Subrasante: (CBR = 5,2)	7 800 psi
K (corregida)	160 pci

6.3.- Tráfico promedio diario (T.P.D):

La información del Tráfico Promedio Diario para el área de pavimentos fue estimada en un total de 250 ejes/día, con una vida útil de 20 años, con lo cual obtenemos un Esal de 1,83 x10⁶ ejes (tránsito de diseño), por lo que éste fue el valor utilizado para realizar los diseños de espesores de pavimento flexible y rígido.

6.4.- Sondeos de campo para pavimentos:

Tabla 6.4.1.- Estratigrafía detectada en los sondeos:

Sondeo #	Profundidad del estrato, m	Descripción del estrato ----
S-1	0,00 a 0,45	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,45 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #1).
S-2	0,00 a 0,35	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,35 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #2).
S-3	0,00 a 0,60	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,60 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #3).
S-4	0,00 a 0,45	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,45 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #4).
S-5	0,00 a 0,40	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,40 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #5).
S-6	0,00 a 0,60	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,60 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #6).
S-7	0,00 a 0,60	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,60 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #7).
S-8	0,00 a 0,70	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,70 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #8).
S-9	0,00 a 0,50	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,50 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #9).

Tabla 6.4.2.- Pruebas de calidad a la subrasante de sitio:

Muestra	CBR #1	CBR #2	CBR #3			
Sondeo	S-1	S-2	S-3			
Profundidad, m	0,45 a 1,20	0,35 a 1,20	0,60 a 1,20			
<i>Límites de Atterberg, método de preparación seco*</i> Documento Interno: IE-15, Norma Internacional: ASTM D 4318						
Límite líquido	65	64	64			
Índice plástico	24	20	22			
Límite contracción, %	12	7	9			
<i>Granulometría*</i> Documento Interno: IE-13, IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117						
Malla	% pasando	% pasando	% pasando			
# 4	100	100	100			
# 10	91	94	92			
# 40	79	76	73			
# 200	60	56	52			
Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	MH-SM	MH-SM			
Clasificación unificada: ASTM D-3282**	A-7-5	A-7-5	A-7-5			
<i>Proctor Estándar*</i> Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99						
Densidad máxima, kg/m ³	1150	1140	1150			
Humedad óptima, %	43	42	44			
<i>Ensayo de CBR, (Valor de CBR a 0,254 cm y 0,508 cm de penetración) *</i> Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883						
Valor a:	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm
Al 95% compactación	10,1	8,6	10,3	8,9	9,8	8,2
Al 91% compactación	7,7	6,6	7,9	6,7	7,2	6,4
Al 87% compactación	5,4	4,6	5,8	4,8	5,0	4,1
Expansión del CBR, %	0,6		0,5		0,6	

Continuación - Tabla 6.4.2.- Pruebas de calidad a la subrasante de sitio:

Muestra	CBR #4	CBR #5	CBR #6
Sondeo	S-4	S-5	S-6
Profundidad, m	0,45 a 1,20	0,40 a 1,20	0,60 a 1,20

Límites de Atterberg, método de preparación seco*

Documento Interno: IE-15, Norma Internacional: ASTM D 4318

Límite líquido	70	59	63
Índice plástico	28	26	30
Límite contracción, %	14	7	12

Granulometría*

Documento Interno: IE-13, IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117

Malla	% pasando	% pasando	% pasando
# 4	100	100	100
# 10	90	92	88
# 40	77	71	73
# 200	64	49	57

Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	MH-SM	MH-SM
Clasificación unificada: ASTM D-3282**	A-7-5	A-7-5	A-7-5

Proctor Estándar*

Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99

Densidad máxima, kg/m ³	1150	1140	1140
Humedad óptima, %	42	42	45

Ensayo de CBR, (Valor de CBR a 0,254 cm y 0,508 cm de penetración) *

Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883

Valor a:	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm
Al 95% compactación	11,2	9,5	9,1	7,8	9,3	7,9
Al 91% compactación	8,5	7,2	6,3	5,2	6,5	5,6
Al 87% compactación	5,5	4,7	4,4	3,9	4,2	4,0

Expansión del CBR, %	0,8	0,4	0,9
----------------------	-----	-----	-----

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

* Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



Continuación - Tabla 6.4.2.- Pruebas de calidad a la subrasante de sitio:

Muestra	CBR #7	CBR #8	CBR #9
Sondeo	S-7	S-8	S-9
Profundidad, m	0,60 a 1,20	0,70 a 1,20	0,50 a 1,20

Límites de Atterberg, método de preparación seco*
Documento Interno: IE-15, Norma Internacional: ASTM D 4318

Límite líquido	68	64	61
Índice plástico	27	29	19
Límite contracción, %	12	9	4

Granulometría*
Documento Interno: IE-13, IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117

Malla	% pasando	% pasando	% pasando
# 4	100	100	100
# 10	88	84	94
# 40	75	69	76
# 200	60	37	58

Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	MH-SM	MH-SM
Clasificación unificada: ASTM D-3282**	A-7-5	A-7-5	A-7-5

Proctor Estándar*
Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99

Densidad máxima, kg/m ³	1150	1140	1120
Humedad óptima, %	42	45	47

Ensayo de CBR, (Valor de CBR a 0,254 cm y 0,508 cm de penetración) *
Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883

Valor a:	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm
Al 95% compactación	9,7	8,3	9,5	8,1	9,3	7,9
Al 91% compactación	7,3	6,2	7,3	6,2	7,1	6,1
Al 87% compactación	5,3	4,5	4,8	4,1	4,6	3,9

Expansión del CBR, %	0,7	0,7	0,8
----------------------	-----	-----	-----

7.- DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO:

7.1.- Aplicabilidad de los resultados:

Los sondeos exploratorios realizados por medio del sistema de perforación estándar SPT y a rotación con broca de diamante, así como los diferentes ensayos de campo y de laboratorio realizados, permitieron determinar el perfil del subsuelo en el área donde se proyecta construir el proyecto, y en base a los resultados obtenidos se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones que se presentan en este informe geotécnico.

7.2.- Tareas pendientes para fases posteriores del proyecto:

En cuanto a tareas pendientes, desde el punto de vista geotécnico se estima que con la cantidad y naturaleza de los ensayos realizados es suficiente para permitir que los diseñadores tengan parámetros base para realizar los diseños y propuestas técnicas; sin embargo, si durante la ejecución de la etapa constructiva se encuentra alguna variación de las condiciones esquematizadas en el reporte, o si se implementan cambios en el diseño del proyecto, se deberá dar información para que pueda revisarse y de ser necesario modificarlo, por lo que esta eventualidad será si aplica, una tarea pendiente del desarrollador. Tampoco se esperan fases posteriores de desarrollo, la naturaleza del proyecto no prevé fases posteriores.

7.3.- Incertidumbres no resueltas:

Cualquier situación no contemplada en este informe y que se presente en la etapa constructiva se nos deberá consultar al respecto, esto por cuanto por la naturaleza de los ensayos (puntuales) no se puede predecir con absoluta certeza las condiciones generales del suelo, sin embargo, se debe decir, que no existen incertidumbres conocidas que permanezcan como no resueltas, que hayan permanecido sin atención técnica o que hubiesen requerido ensayos adicionales.

Dado que existe la posibilidad que las condiciones encontradas varíen en otros puntos, se recomienda solicitar los servicios de un técnico en mecánica de suelos, para que pueda revisar los fondos de las excavaciones para las placas, para de esa forma verificar que se están apoyando en los estratos propuestos en este informe. De encontrarse suelos distintos en algún sector, se deberán efectuar investigaciones adicionales de confirmación y la revisión profesional correspondiente.

7.4.- Viabilidad geotécnica del terreno:

Como conclusión general y de acuerdo con los resultados obtenidos de las veintiocho perforaciones realizadas, se puede considerar que este terreno es apto para la construcción del proyecto en mención, pero se deberán seguir las recomendaciones brindadas en este informe, el cual se complementa como un proyecto geotécnicamente viable.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

* Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. **Código Sísmico de Costa Rica.** Primera Edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2011.
- George B. Sowers, George F. Sowers. **Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones.** Primera Edición. Editorial Limusa-Wiley S.A., México D.F., 1972.
- Donald P. Coduto. **Foundation Design: Principles and Practices.** Editorial Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, United States of America, 1994.
- Asociación Costarricense de Geotecnia. **Código de Cimentaciones de Costa Rica.** Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2009.
- Wayne C. Teng. **Foundation Design.** Editorial Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, United States of America, 1962.
- Joseph E. Bowles. **Foundation Analysis and Design.** Fourth Edition. Editorial McGraw-Hill, Inc. New York, United States of America, 1988.
- Denyer, P. & Arias, O. (1991). **Estratigrafía de la región central de Costa Rica.** Revista Geológica de América Central, 1-56.

Referencias:

* Ensayo Acreditado.

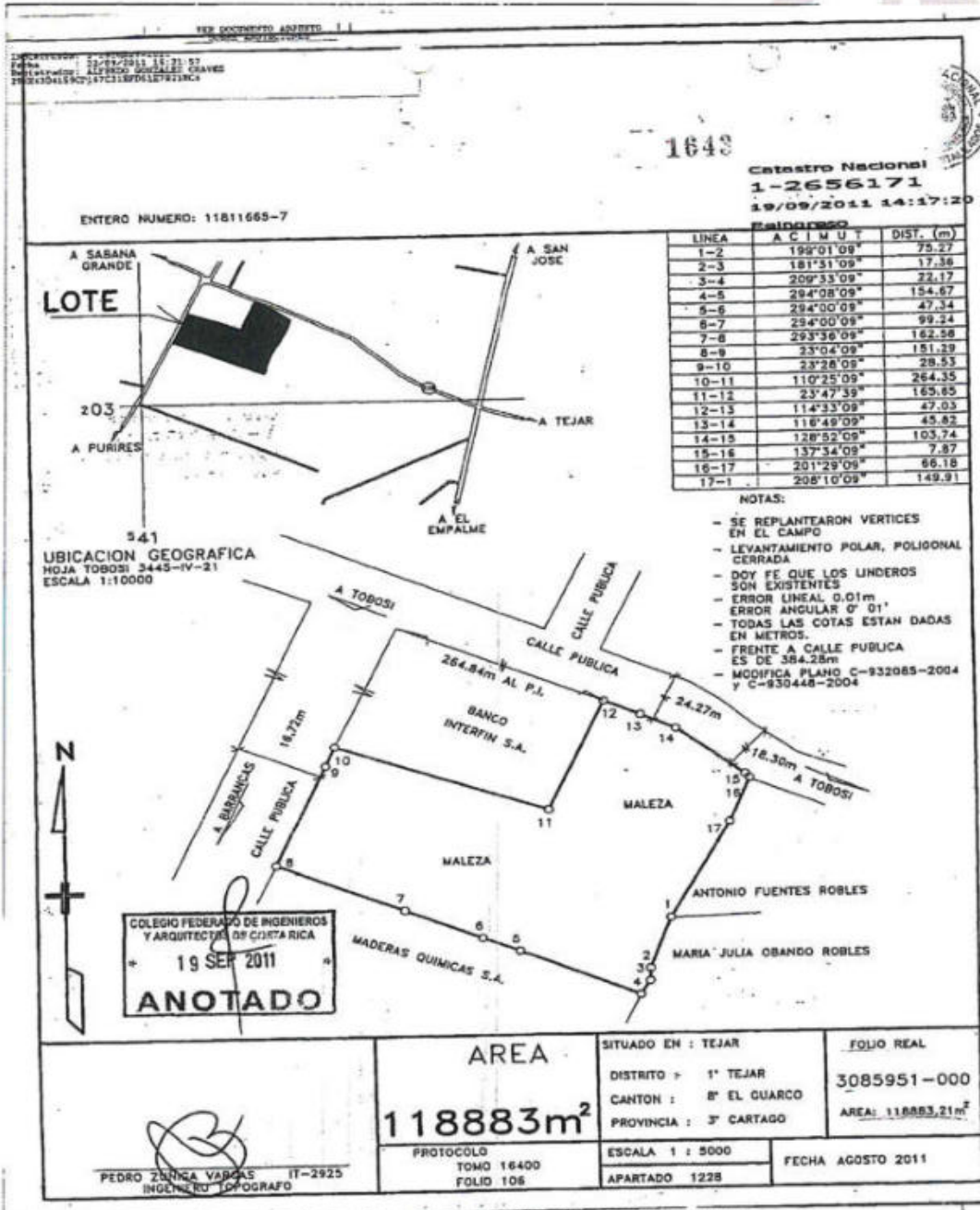
** Ensayo No Acreditado.

9.- ANEXOS:



ANEXO A: Plano Catastrado





REGISTRO NACIONAL CERTIFICADO:
Que lo presente es copia fiel de su original,
Agente: 126579 Tomo: 2019 Plano: 001-2011
a las 12:35 horas del día 08 de AGO
de 2011. Nulo si no consta sello de pago
de derechos y timbres adjuntos.
Firma: _____



ANEXO B: Hojas Resumen de Ensayos Especiales de Laboratorio



TRIAxIAL UU
(ASTM D-2850**)

* Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

FUNDADA EN 1963
Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr





TRIAXIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-4
Muestra: 11
Profundidad: 0,50-0,90

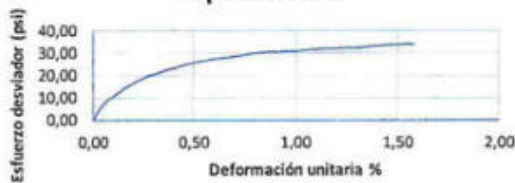
Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,54
Largo inicial	Lo (cm)	7,04
Área inicial	Ao (cm ²)	9,84
Volumen inicial	Vo (cm ³)	69,29
Grav. Especif.	Gs	2,44
Presión	σ_n (kPa)	50

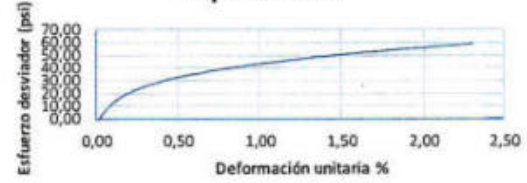
Especimen 1



ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,53
Largo inicial	Lo (cm)	7,06
Área inicial	Ao (cm ²)	9,78
Volumen inicial	Vo (cm ³)	69,00
Grav. Especif.	Gs	2,44
Presión	σ_n (kPa)	200

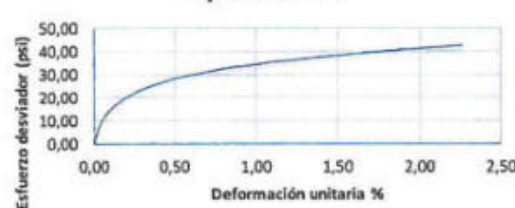
Especimen 3



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,55
Largo inicial	Lo (cm)	7,04
Área inicial	Ao (cm ²)	9,87
Volumen inicial	Vo (cm ³)	69,53
Grav. Especif.	Gs	2,44
Presión	σ_n (kPa)	100

Especimen 2



DESCRIPCION:

Limo plastico arenoso de color café claro a amarillito con vetas grises, lentes arenosos y piedras.

OBSERVACIONES:

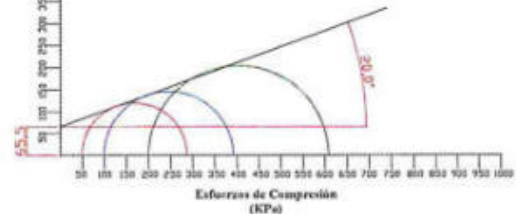
Valor Nsp = 7 golpes/pie

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)

Esfuerzos de Cortante (KPa)

Muestra 3
(Presión de Cámara 200 KPa)
Muestra 2
(Presión de Cámara 100 KPa)
Muestra 1
(Presión de Cámara 50 KPa)

Cohesión
 $c = 65,5$ KPa
Ángulo de Fricción
 $\phi = 20,0^\circ$



RESULTADOS

Esfuerzos totales	
ϕ	20 °
C	65,5 Kpa
C	0,67 Kg/cm ²

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-11
Muestra: 12
Profundidad: 8,85-9,90

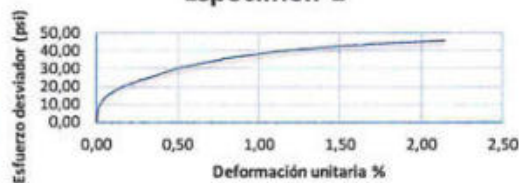
Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 15/11/2018

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,42
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,17
Volumen inicial	Vo (cm ³)	63,99
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	50

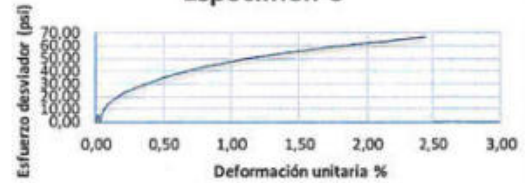
Especimen 1



ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,42
Largo inicial	Lo (cm)	7,01
Área inicial	Ao (cm ²)	9,18
Volumen inicial	Vo (cm ³)	64,34
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	200

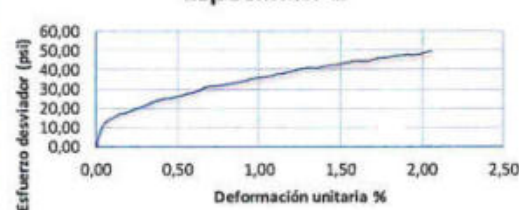
Especimen 3



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,47
Largo inicial	Lo (cm)	6,97
Área inicial	Ao (cm ²)	9,44
Volumen inicial	Vo (cm ³)	65,77
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	100

Especimen 2



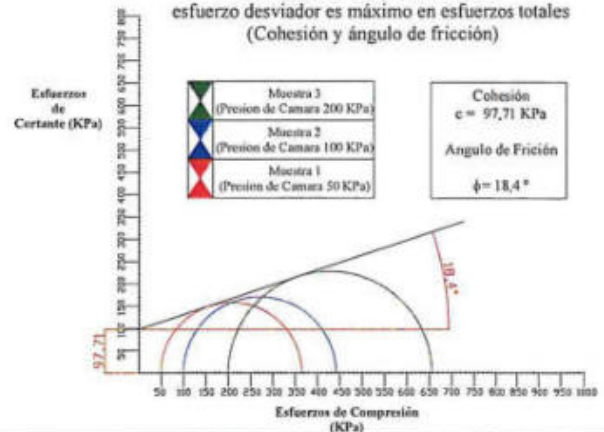
DESCRIPCION:

Limo plástico de color gris verduzco, con piedras y lentes arenosas

OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 8 golpes/pie

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



RESULTADOS

Esfuerzos totales	
ϕ	18,4 *
c	97,71 Kpa
C	1,00 Kg/cm ²

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

* Alcances LE-045 y OI-205
Ver alcances en www.eca.or.cr





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

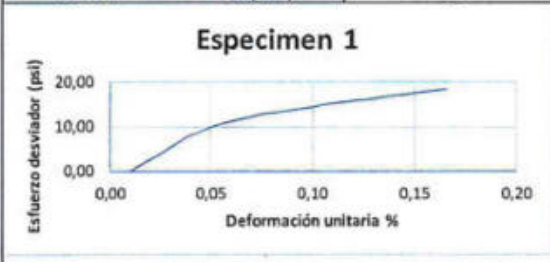
Perforación: P-18
Muestra: 13
Profundidad: 11,50-11,70

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

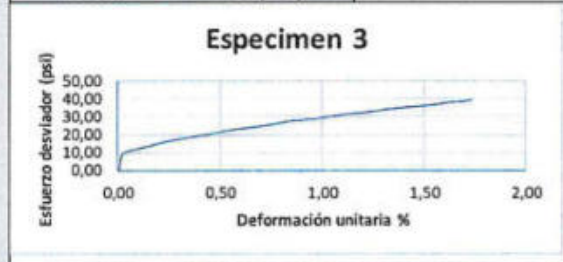
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,50
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,60
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,98
Grav. Especif.	Gs	2,68
Presión	σ_n (kPa)	100



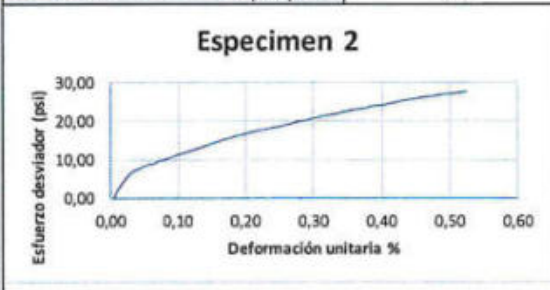
ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,50
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,60
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,98
Grav. Especif.	Gs	2,68
Presión	σ_n (kPa)	300



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,50
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,60
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,98
Grav. Especif.	Gs	2,68
Presión	σ_n (kPa)	200



DESCRIPCION:

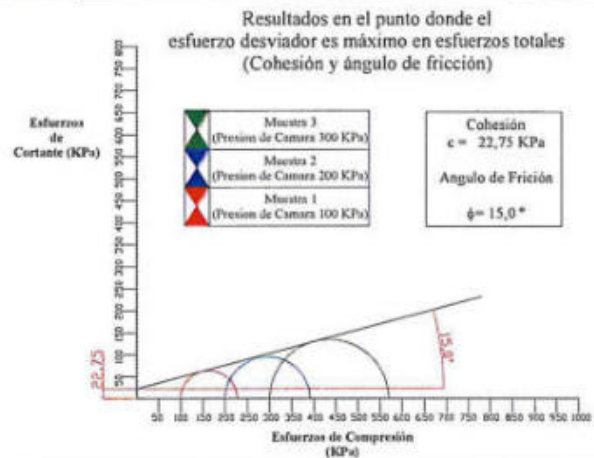
Limo de alta plasticidad de color gris verdusco, con piedras y lentes arenosas

OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 8 golpes/pie

RESULTADOS

Esfuerzos totales	
Ø	15 *
C	22,75 Kpa
C	0,23 Kg/cm ²





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

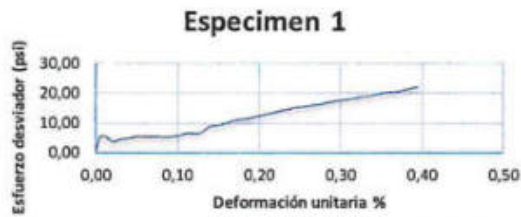
Perforación: P-18
Muestra: 14
Profundidad: 11,70-11,90

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 15/11/2018

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

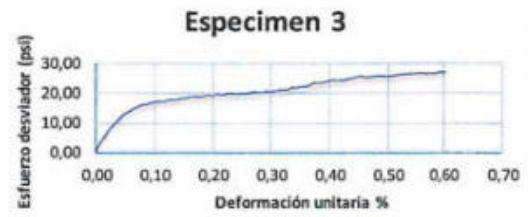
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,48
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,49
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,20
Grav. Especif.	Gs	2,42
Presión	σ_n (kPa)	100



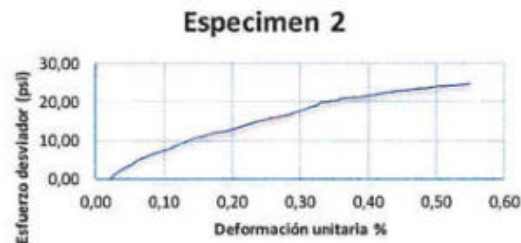
ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,48
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,49
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,20
Grav. Especif.	Gs	2,42
Presión	σ_n (kPa)	300



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,48
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,49
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,20
Grav. Especif.	Gs	2,42
Presión	σ_n (kPa)	200



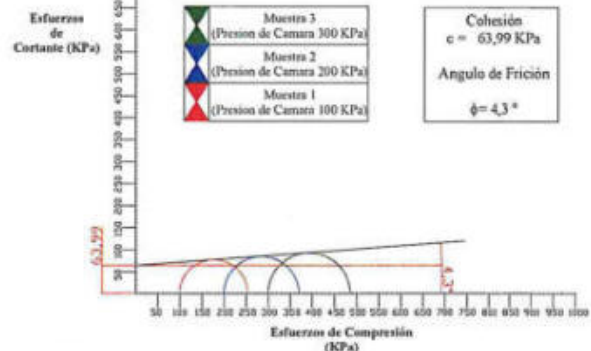
DESCRIPCION:

Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba)

OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 8 golpes/pie

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



RESULTADOS

Esfuerzos totales		
Ø	4,3	*
C	63,99	Kpa
C	0,65	Kg/cm ²

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

* Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

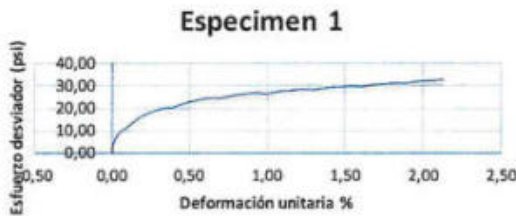
Perforación: P-23
Muestra: 15
Profundidad: 2,00-2,50

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

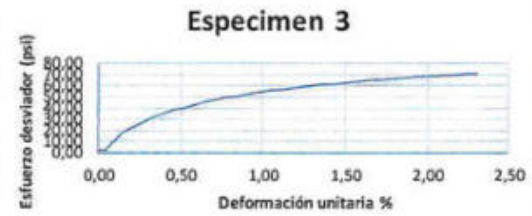
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,46
Largo inicial	Lo (cm)	7,01
Área inicial	Ao (cm ²)	9,41
Volumen inicial	Vo (cm ³)	65,96
Grav. Especif.	Gs	2,43
Presión	σ_n (kPa)	50



ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,44
Largo inicial	Lo (cm)	7,03
Área inicial	Ao (cm ²)	9,27
Volumen inicial	Vo (cm ³)	65,13
Grav. Especif.	Gs	2,43
Presión	σ_n (kPa)	200



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,44
Largo inicial	Lo (cm)	7,04
Área inicial	Ao (cm ²)	9,28
Volumen inicial	Vo (cm ³)	65,36
Grav. Especif.	Gs	2,43
Presión	σ_n (kPa)	100



DESCRIPCION:

Limo plastico arenoso de color café claro a amarillito con vetas grises, lentes arenosos y piedras.

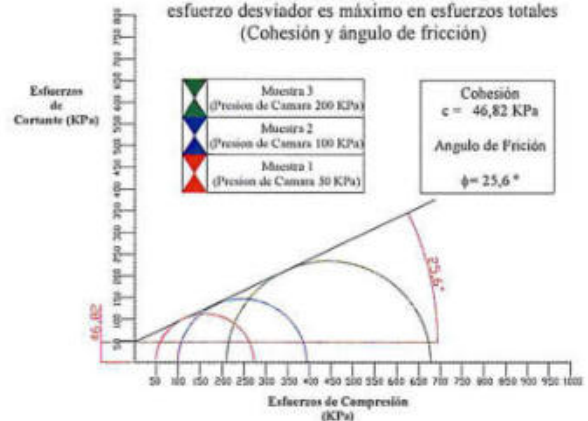
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 17 golpes/pie

RESULTADOS

Esfuerzos totales	
ϕ	25,6 °
C	46,82 Kpa
C	0,48 Kg/cm ²

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



CORTE DIRECTO
(ASTM D-3080**)

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

FUNDADA EN 1963
Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-6
Muestra: 6
Profundidad: 1,00-1,45

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,49
Área inicial	Ao (cm ²)	18,31
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,59
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,82
Largo inicial	Lo (cm)	2,49
Área inicial	Ao (cm ²)	18,22
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,40
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,82
Largo inicial	Lo (cm)	2,48
Área inicial	Ao (cm ²)	18,28
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,32
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

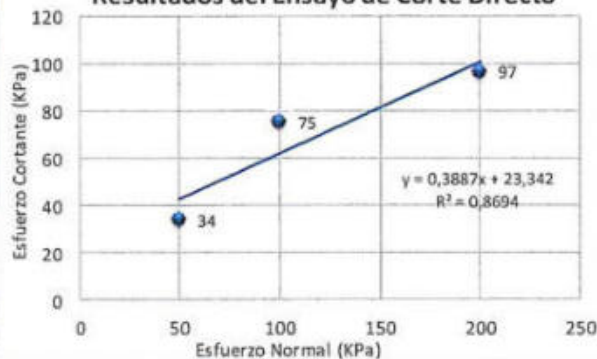
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 4-8 golpes/pie

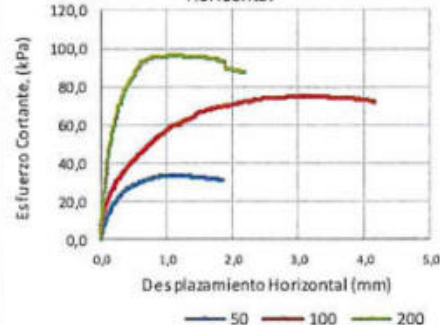
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	34	75	97
	τ (kg/cm ²)	0,35	0,77	0,99
Cohesión	C (kPa)	23,342		
	C (kg/cm ²)	0,24		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	21,24		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-8
Muestra: 7
Profundidad: 3,45-3,90

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,48
Área inicial	Ao (cm ²)	18,30
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,44
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,84
Largo inicial	Lo (cm)	2,50
Área inicial	Ao (cm ²)	18,42
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,99
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,47
Área inicial	Ao (cm ²)	18,33
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,20
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

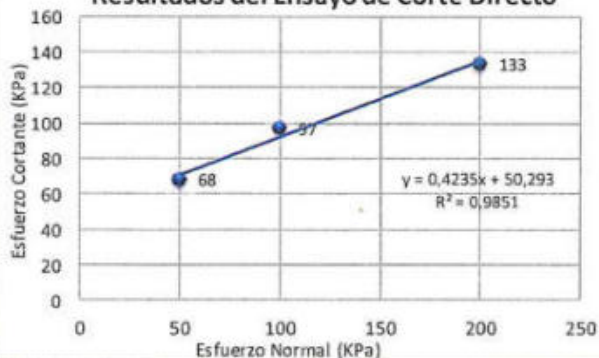
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 14-8 golpes/pie

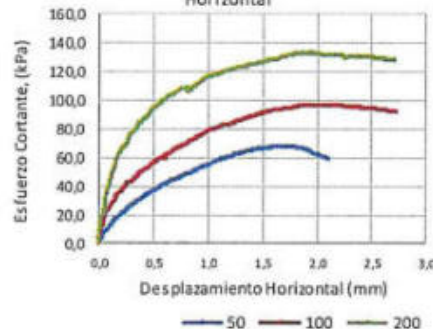
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	68	97	133
	τ (kg/cm ²)	0,70	0,99	1,36
Cohesión	C (kPa)	50,293		
	C (kg/cm ²)	0,51		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	22,95		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vs Desplazamiento Horizontal



FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-10
Muestra: 8
Profundidad: 2,50-3,00

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,87
Largo inicial	Lo (cm)	2,54
Área inicial	Ao (cm ²)	18,62
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,24
Grav. Especif.	Gs	2,45
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,87
Largo inicial	Lo (cm)	2,55
Área inicial	Ao (cm ²)	18,63
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,56
Grav. Especif.	Gs	2,45
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,52
Área inicial	Ao (cm ²)	18,33
Volumen inicial	Vo (cm ³)	46,22
Grav. Especif.	Gs	2,45
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

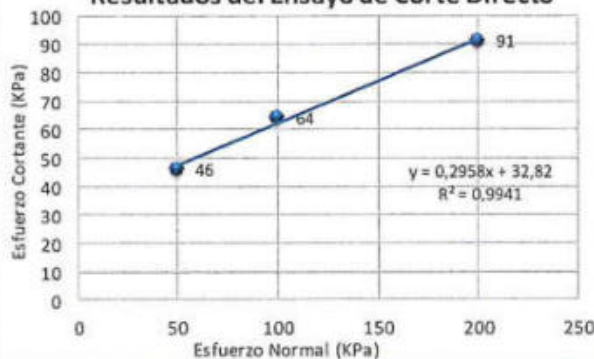
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 12 golpes/pie

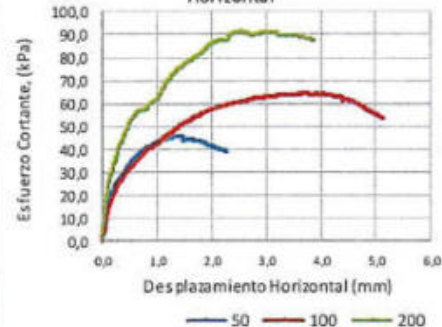
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	46	64	91
	τ (kg/cm ²)	0,47	0,66	0,93
Cohesión	C (kPa)	32,82		
	C (kg/cm ²)	0,33		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	16,48		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-18
Muestra: 9
Profundidad: 3,00-3,50

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,85
Largo inicial	Lo (cm)	2,57
Área inicial	Ao (cm ²)	18,48
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,55
Grav. Especif.	Gs	2,46
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,85
Largo inicial	Lo (cm)	2,57
Área inicial	Ao (cm ²)	18,45
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,32
Grav. Especif.	Gs	2,46
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,84
Largo inicial	Lo (cm)	2,59
Área inicial	Ao (cm ²)	18,40
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,63
Grav. Especif.	Gs	2,46
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

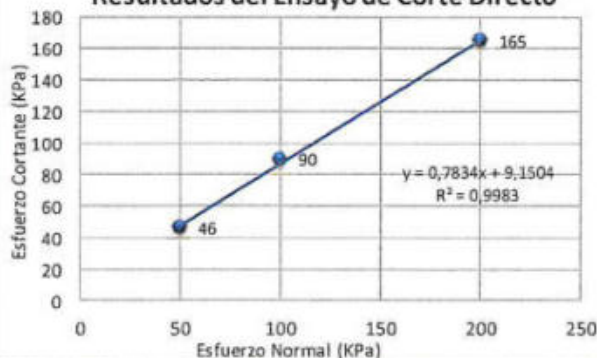
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 29-54 golpes/pie

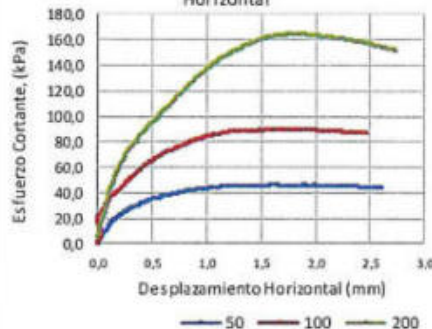
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	46	90	165
	τ (kg/cm ²)	0,47	0,92	1,68
Cohesión	C (kPa)	9,15		
	C (kg/cm ²)	0,09		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	38,08		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-28
Muestra: 10
Profundidad: 1,80-2,30

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,80
Largo inicial	Lo (cm)	2,45
Área inicial	Ao (cm ²)	18,07
Volumen inicial	Vo (cm ³)	44,21
Grav. Especif.	Gs	2,47
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,80
Largo inicial	Lo (cm)	2,56
Área inicial	Ao (cm ²)	18,07
Volumen inicial	Vo (cm ³)	46,19
Grav. Especif.	Gs	2,47
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,76
Largo inicial	Lo (cm)	2,46
Área inicial	Ao (cm ²)	17,77
Volumen inicial	Vo (cm ³)	43,69
Grav. Especif.	Gs	2,47
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

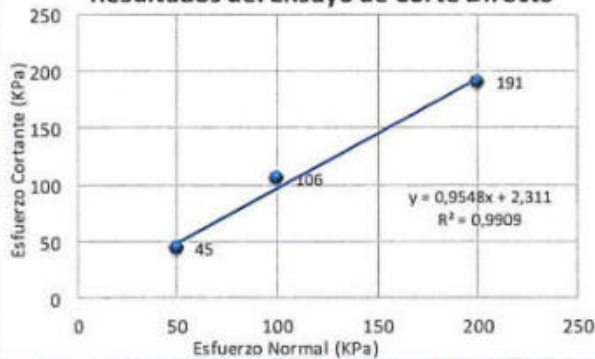
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 11 golpes/pie

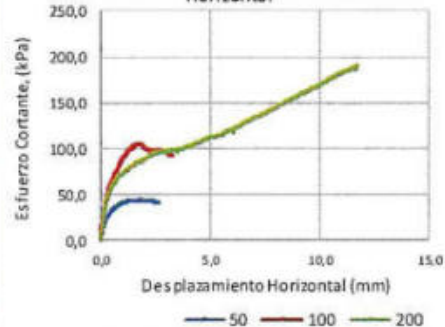
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	45	106	191
	τ (kg/cm ²)	0,46	1,08	1,94
Cohesión	C (kPa)	2,311		
	C (kg/cm ²)	0,02		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	43,68		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal



FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



CONSOLIDACIÓN

(ASTM D-2435**)



Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)



Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO
Ubicación: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Informe: 18-0705

Perforación: P-4
Muestra: 5
Profundidad: 0,50-0,95

Orden: 130591

Fecha: 22/11/2018

Características de la muestra

Díámetro inicial	D ₀	4,86	cm
Largo inicial	L ₀	1,95	cm
Área inicial	A ₀	18,52	cm ²
Volumen inicial	V ₀	36,07	cm ³
Grav. Especif.	G _s	2,49	

DESCRIPCION:

Limo plástico café claro a amarillento con

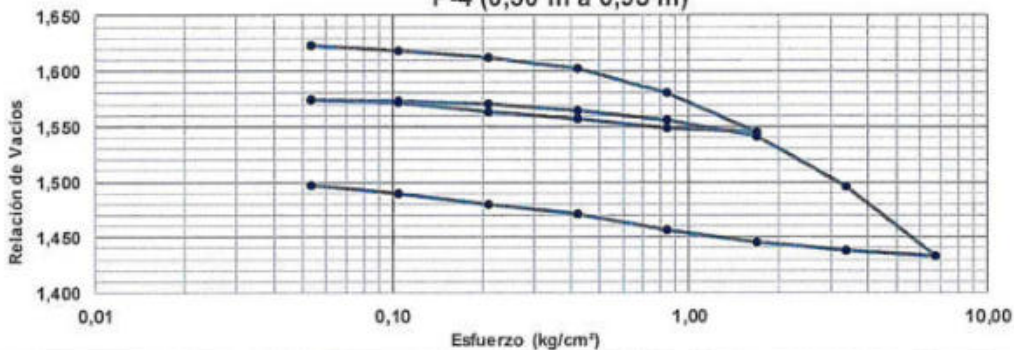
OBSERVACIONES:

Nspt = 7 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	Δ H mm.	H=h-Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,031	0,031	19,439	12,028	1,623
2	0,11	0,060	0,029	19,410	11,999	1,619
3	0,21	0,107	0,047	19,363	11,952	1,613
4	0,42	0,177	0,070	19,293	11,882	1,603
5	0,84	0,344	0,167	19,126	11,715	1,581
6	1,68	0,605	0,261	18,865	11,454	1,546
7	0,84	0,578	-0,027	18,892	11,481	1,549
8	0,42	0,521	-0,057	18,949	11,538	1,557
9	0,21	0,471	-0,050	18,999	11,588	1,564
10	0,11	0,411	-0,060	19,059	11,648	1,572
11	0,05	0,389	-0,022	19,081	11,670	1,575
12	0,11	0,396	0,007	19,074	11,663	1,574
13	0,21	0,419	0,023	19,051	11,640	1,571
14	0,42	0,465	0,046	19,005	11,594	1,564
15	0,84	0,530	0,065	18,940	11,529	1,556
16	1,68	0,635	0,105	18,835	11,424	1,541
17	3,37	0,971	0,336	18,499	11,088	1,496
18	6,74	1,438	0,467	18,032	10,621	1,433
19	3,37	1,403	-0,035	18,067	10,656	1,438
20	1,68	1,343	-0,060	18,127	10,716	1,446
21	0,84	1,262	-0,081	18,208	10,797	1,457
22	0,42	1,159	-0,103	18,311	10,900	1,471
23	0,21	1,092	-0,067	18,378	10,967	1,480
24	0,11	1,016	-0,076	18,454	11,043	1,490
25	0,05	0,968	-0,048	18,502	11,091	1,497

RELACION DE VACIOS Vs ESFUERZO P-4 (0,50 m a 0,95 m)



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	P _c	1,00	kg/cm ²
Índice de compresión	C _c	0,20	-
Índice de recompresión	C _r	0,035	-
Módulo edométrico	E _m	24,01	kg/cm ²



Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)

Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO **Informe:** 18-0705
Ubicación: TEJAR, EL GUJARCO, CARTAGO
Perforación: P-5 **Orden:** 130591
Muestra: 2 **Fecha:** 1/8/2018
Profundidad: 4,80-5,25

Características de la muestra

Díámetro inicial	Do	4,75	cm
Largo inicial	Lo	1,91	cm
Área inicial	Ao	17,75	cm ²
Volumen inicial	Vo	33,96	cm ³
Grav. Especif.	Gs	2,57	

DESCRIPCION:

Limo arcilloso de color café claro a

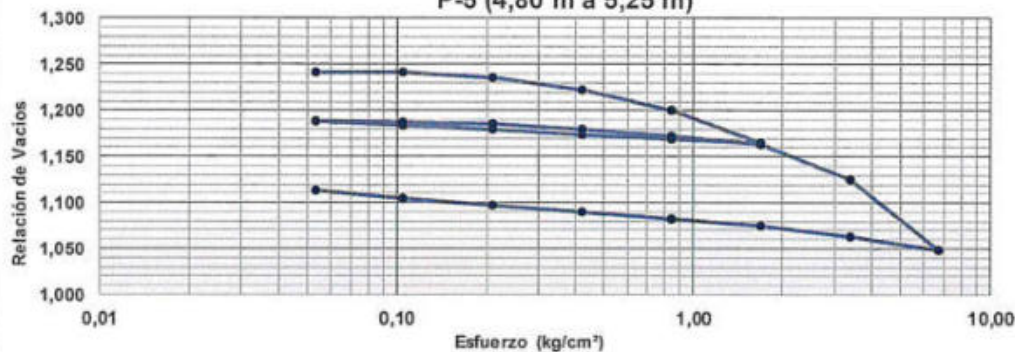
OBSERVACIONES:

Nspt = 14 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	Δ H mm.	H=h-Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,113	0,113	19,022	10,538	1,242
2	0,11	0,121	0,008	19,014	10,530	1,241
3	0,21	0,162	0,041	18,973	10,489	1,236
4	0,42	0,281	0,119	18,854	10,370	1,222
5	0,84	0,471	0,190	18,664	10,180	1,200
6	1,68	0,764	0,293	18,371	9,887	1,165
7	0,84	0,732	-0,032	18,403	9,919	1,169
8	0,42	0,692	-0,040	18,443	9,959	1,174
9	0,21	0,646	-0,046	18,489	10,005	1,179
10	0,11	0,608	-0,038	18,527	10,043	1,184
11	0,05	0,571	-0,037	18,564	10,080	1,188
12	0,11	0,577	0,006	18,558	10,074	1,187
13	0,21	0,593	0,016	18,542	10,058	1,185
14	0,42	0,638	0,045	18,497	10,013	1,180
15	0,84	0,702	0,064	18,433	9,949	1,173
16	1,68	0,783	0,081	18,352	9,868	1,163
17	3,37	1,106	0,323	18,029	9,545	1,125
18	6,74	1,756	0,650	17,379	8,895	1,048
19	3,37	1,634	-0,122	17,501	9,017	1,063
20	1,68	1,527	-0,107	17,608	9,124	1,075
21	0,84	1,468	-0,059	17,667	9,183	1,082
22	0,42	1,401	-0,067	17,734	9,250	1,090
23	0,21	1,342	-0,059	17,793	9,309	1,097
24	0,11	1,276	-0,066	17,859	9,375	1,105
25	0,05	1,207	-0,069	17,928	9,444	1,113

RELACION DE VACIOS Vs ESFUERZO P-5 (4,80 m a 5,25 m)



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	Pc	1,62	kg/cm ²
Índice de compresión	Cc	0,26	-
Índice de recompresión	Cr	0,024	-
Módulo edométrico	Em	27,28	kg/cm ²

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr





Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)

Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO

Informe: 18-0705

Ubicación: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-11

Orden: 130591

Muestra: 3

Profundidad: 8,40-9,90

Fecha: 1/8/2018

Características de la muestra

Diámetro inicial	Do	4,82	cm
Largo inicial	Lo	1,91	cm
Área inicial	Ao	18,24	cm ²
Volumen inicial	Vo	34,75	cm ³
Grav. Especif.	Gs	2,59	

DESCRIPCION:

Limo alta plasticidad de color gris verdusco

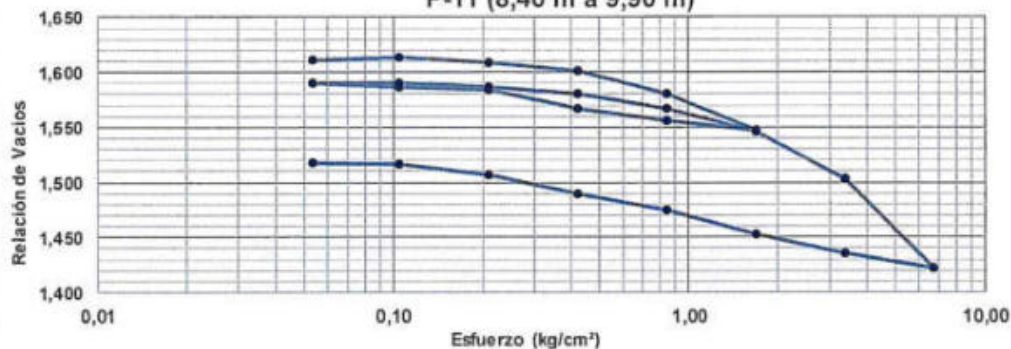
OBSERVACIONES:

Nspt = 11 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	Δ H mm.	H=h-Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,017	0,017	19,033	11,744	1,611
2	0,11	0,001	-0,016	19,049	11,760	1,613
3	0,21	0,032	0,031	19,018	11,729	1,609
4	0,42	0,092	0,060	18,958	11,669	1,601
5	0,84	0,239	0,147	18,811	11,522	1,581
6	1,68	0,483	0,244	18,567	11,278	1,547
7	0,84	0,417	-0,066	18,633	11,344	1,556
8	0,42	0,339	-0,078	18,711	11,422	1,567
9	0,21	0,217	-0,122	18,833	11,544	1,584
10	0,11	0,193	-0,024	18,857	11,568	1,587
11	0,05	0,166	-0,027	18,884	11,595	1,591
12	0,11	0,173	0,007	18,877	11,588	1,590
13	0,21	0,195	0,022	18,855	11,566	1,587
14	0,42	0,244	0,049	18,806	11,517	1,580
15	0,84	0,342	0,098	18,708	11,419	1,567
16	1,68	0,496	0,154	18,554	11,265	1,546
17	3,37	0,809	0,313	18,241	10,952	1,503
18	6,74	1,393	0,584	17,657	10,368	1,423
19	3,37	1,297	-0,096	17,753	10,464	1,436
20	1,68	1,172	-0,125	17,878	10,589	1,453
21	0,84	1,014	-0,158	18,036	10,747	1,475
22	0,42	0,902	-0,112	18,148	10,859	1,490
23	0,21	0,774	-0,128	18,276	10,987	1,507
24	0,11	0,708	-0,066	18,342	11,053	1,516
25	0,05	0,696	-0,012	18,354	11,065	1,518

RELACION DE VACIOS Vs ESFUERZO P-11 (8,40 m a 9,90 m)



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	Pc	1,50	kg/cm ²
Índice de compresión	Cc	0,26	-
Índice de recompresión	Cr	0,037	-
Módulo edométrico	Em	21,52	kg/cm ²



Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)

Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO Informe: 18-0705
 Ubicación: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO
 Perforación: P-19 Orden: 130591
 Muestra: 4
 Profundidad: 9,96-11,45 Fecha: 1/8/2018

Características de la muestra

Diámetro inicial	Do	4,35	cm
Largo inicial	Lo	1,92	cm
Area inicial	Ao	14,89	cm ²
Volumen inicial	Vo	28,58	cm ³
Grav. Especif.	Gs	2,60	

DESCRIPCION:

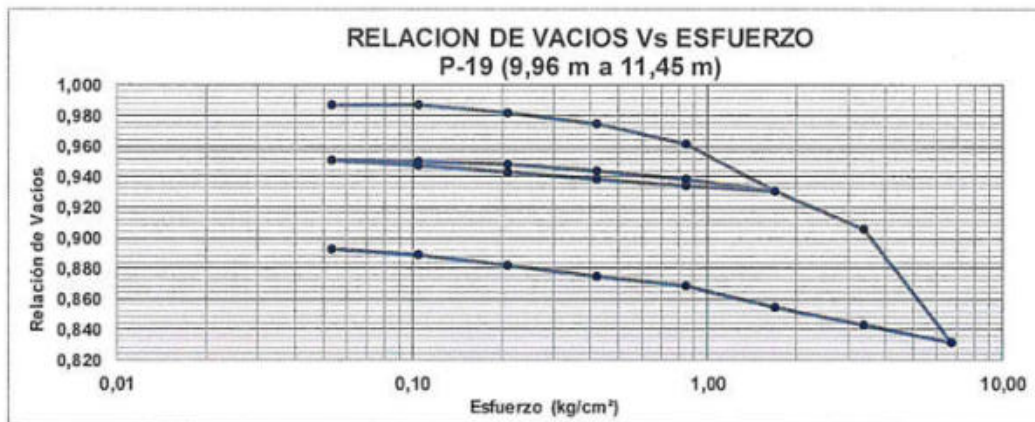
Limo plástico café claro a amarillento con

OBSERVACIONES:

Nspt = 23-6 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	Δ H mm.	H=h-Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,033	0,033	19,162	9,521	0,988
2	0,11	0,040	0,007	19,155	9,514	0,987
3	0,21	0,085	0,045	19,110	9,469	0,982
4	0,42	0,157	0,072	19,038	9,397	0,975
5	0,84	0,284	0,127	18,911	9,270	0,962
6	1,68	0,582	0,298	18,613	8,972	0,931
7	0,84	0,548	-0,034	18,647	9,006	0,934
8	0,42	0,506	-0,042	18,689	9,048	0,939
9	0,21	0,465	-0,041	18,730	9,089	0,943
10	0,11	0,424	-0,041	18,771	9,130	0,947
11	0,05	0,388	-0,036	18,807	9,166	0,951
12	0,11	0,391	0,003	18,804	9,163	0,950
13	0,21	0,411	0,020	18,784	9,143	0,948
14	0,42	0,451	0,040	18,744	9,103	0,944
15	0,84	0,510	0,059	18,685	9,044	0,938
16	1,68	0,580	0,070	18,615	8,974	0,931
17	3,37	0,821	0,241	18,374	8,733	0,906
18	6,74	1,538	0,717	17,657	8,016	0,831
19	3,37	1,424	-0,114	17,771	8,130	0,843
20	1,68	1,320	-0,104	17,875	8,234	0,854
21	0,84	1,179	-0,141	18,016	8,375	0,869
22	0,42	1,124	-0,055	18,071	8,430	0,874
23	0,21	1,052	-0,072	18,143	8,502	0,882
24	0,11	0,980	-0,072	18,215	8,574	0,889
25	0,05	0,951	-0,029	18,244	8,603	0,892



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	Pc	2,00	kg/cm ²
Índice de compresión	Cc	0,25	-
Índice de recompresión	Cr	0,015	-
Módulo edométrico	EM	33,92	kg/cm ²

ANEXO C: Ensayos Presiométricos



TEXAM Pressuremeter Test				
Project name:	Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:	P-11		Test depth:	16,47 m
Test date: (dd/mm/yyyy)	24/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:	1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:	N		Fluid density:	1,000

Raw Readings		Corrected Readings		
Pressure	Volume	Pressure	Volume	$\Delta R/R_0$
kPa	cm ³	kPa	cm ³	%
0	0,0	166	0,0	0,00
4	40,0	165	39,9	1,29
9	80,0	165	79,9	2,57
12	120,0	166	119,8	3,83
16	160,0	167	159,8	5,08
19	200,0	169	199,7	6,31
22	240,0	170	239,7	7,53
25	280,0	173	279,7	8,73
30	320,0	177	319,6	9,92
36	360,0	180	359,5	11,10
43	400,0	183	399,4	12,26
51	440,0	191	439,3	13,41
59	480,0	199	479,2	14,55
72	520,0	212	519,0	15,68
91	560,0	231	558,8	16,79
123	600,0	263	598,4	17,89
159	640,0	299	637,9	18,98
207	680,0	347	677,3	20,05
270	720,0	409	716,4	21,11
354	760,0	493	755,3	22,15
462	800,0	601	793,9	23,18
594	840,0	733	832,1	24,18
739	880,0	878	870,2	25,18
896	920,0	1035	908,1	26,16
1071	960,0	1210	945,8	27,13
1258	1000,0	1397	983,3	28,09
1450	1040,0	1589	1020,8	29,04
1630	1080,0	1769	1058,4	29,98

Remarks

Calibrations References:
Soil Description:
Drilling Method:
Notes:

Pressuremeter Test - Corrected Curve

Test Results	
Pressiometer modulus E:	18 887 kPa
Ultimate pressure P _u :	2 612 kPa
Ratio E / P _u :	7,23
Yield pressure P _F :	878 kPa
Ratio P _u / P _F :	2,97

TEXAM COM-MONV.3.3

TEXAM Pressuremeter Test				
Project name:	Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:	P-19		Test depth:	13,37 m
Test date: (dd/mm/yyyy)	29/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:	1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:	N		Fluid density:	1,000

Raw Readings		Corrected Readings		
Pressure	Volume	Pressure	Volume	$\Delta R/R_0$
kPa	cm ³	kPa	cm ³	%
0	0,0	136	0,0	0,00
5	40,0	136	39,9	1,29
7	80,0	133	79,9	2,57
10	120,0	134	119,9	3,83
13	160,0	134	159,8	5,08
18	200,0	138	199,8	6,31
30	240,0	148	239,6	7,52
46	280,0	164	279,4	8,72
71	320,0	188	319,1	9,90
104	360,0	218	358,6	11,07
160	400,0	270	397,9	12,22
198	440,0	308	437,4	13,36
234	480,0	344	476,9	14,49
256	520,0	366	516,6	15,61
280	560,0	390	556,3	16,72
305	600,0	415	596,0	17,83
325	640,0	435	635,7	18,92
345	680,0	455	675,4	20,00
358	720,0	467	715,3	21,08
370	760,0	479	755,1	22,15
375	800,0	484	795,0	23,21
388	840,0	497	834,9	24,26
398	880,0	507	874,7	25,30
407	920,0	516	914,6	26,33
413	960,0	522	954,5	27,35
420	1000,0	529	994,4	28,37
425	1040,0	534	1034,4	29,38
428	1080,0	537	1074,3	30,38

Remarks

Calibrations References:
Soil Description:
Drilling Method:
Notes:

Pressuremeter Test - Corrected Curve

Test Results	
Pressiometer modulus E:	5 081 kPa
Ultimate pressure P _L :	583 kPa
Ratio E / P _L :	8,72
Yield pressure P _F :	344 kPa
Ratio P _L / P _F :	1,69

TEXAM COMPANION V.3.3

TEXAM Pressuremeter Test				
Project name:	Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:	P-22		Test depth:	8,68 m
Test date: (dd/mm/yyyy)	17/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:	1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:	N		Fluid density:	1,000

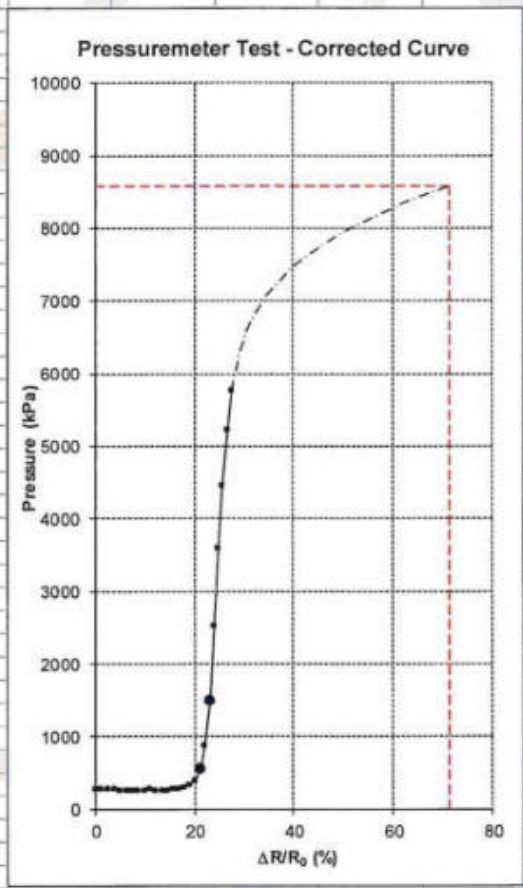
Raw Readings		Corrected Readings		
Pressure kPa	Volume cm ³	Pressure kPa	Volume cm ³	$\Delta R/R_0$ %
0	0,0	90	0,0	0,00
1	40,0	86	40,0	1,29
2	80,0	82	80,0	2,57
4	120,0	82	119,9	3,83
8	160,0	83	159,9	5,08
11	200,0	85	199,9	6,31
14	240,0	86	239,8	7,53
15	280,0	87	279,8	8,73
20	320,0	91	319,7	9,92
22	360,0	90	359,7	11,10
28	400,0	92	399,6	12,27
33	440,0	97	439,6	13,42
40	480,0	104	479,5	14,56
46	520,0	110	519,4	15,69
52	560,0	116	559,3	16,81
61	600,0	125	599,2	17,91
70	640,0	134	639,1	19,01
77	680,0	141	679,0	20,10
88	720,0	151	718,8	21,18
99	760,0	162	758,7	22,24
109	800,0	172	798,6	23,30
125	840,0	188	838,3	24,35
140	880,0	203	878,1	25,38
146	920,0	209	918,1	26,42
158	960,0	221	957,9	27,44
183	1000,0	246	997,6	28,45
205	1040,0	268	1037,3	29,45
232	1080,0	295	1076,9	30,45
260	1120,0	323	1116,6	31,43
288	1160,0	351	1156,2	32,41
316	1200,0	379	1195,8	33,38
343	1240,0	406	1235,5	34,35
371	1280,0	434	1275,1	35,31
398	1320,0	461	1314,7	36,26
415	1360,0	478	1354,5	37,20
445	1400,0	508	1394,1	38,14
468	1440,0	531	1433,8	39,07
488	1480,0	551	1473,5	40,00
505	1520,0	568	1513,3	40,92
520	1560,0	583	1553,1	41,84

Test Results	
Pressiometer modulus E:	1 579 kPa
Ultimate pressure P _L :	733 kPa
Ratio E / P _L :	2,16
Yield pressure P _F :	188 kPa
Ratio P _L / P _F :	3,90

Remarks	
Calibrations References:	
Soil Description:	
Drilling Method:	
Notes:	

TEXAM COMMISSION V.3.3

TEXAM Pressuremeter Test					
Project name:		Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:		P-26		Test depth:	27,50 m
Test date: (dd/mm/yyyy)		29/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:		1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:		N		Fluid density:	1,000
Raw Readings		Corrected Readings			
Pressure kPa	Volume cm ³	Pressure kPa	Volume cm ³	$\Delta R/R_0$ %	
0	0,0	275	0,0	0,00	
2	40,0	272	40,0	1,29	
5	80,0	270	80,0	2,57	
8	120,0	269	119,9	3,83	
10	160,0	268	159,9	5,08	
13	200,0	269	199,9	6,31	
15	240,0	269	239,9	7,53	
16	280,0	268	279,9	8,74	
18	320,0	269	319,9	9,93	
20	360,0	269	359,9	11,11	
18	400,0	266	399,9	12,27	
20	440,0	267	439,9	13,43	
22	480,0	269	479,9	14,57	
28	520,0	274	519,8	15,70	
39	560,0	284	559,7	16,82	
57	600,0	301	599,6	17,93	
86	640,0	329	639,4	19,02	
148	680,0	390	679,0	20,10	
311	720,0	552	717,9	21,15	
635	760,0	875	755,8	22,16	
1253	800,0	1492	791,7	23,12	
2285	840,0	2523	824,8	23,99	
3351	880,0	3588	857,8	24,85	
4230	920,0	4466	892,0	25,74	
4989	960,0	5224	926,9	26,65	
5530	1000,0	5764	963,3	27,58	
Remarks					
Calibrations References:					
Soil Description:					
Drilling Method:					
Notes:					
Test Results					
Pressiometer modulus E:		77 624 kPa			
Ultimate pressure P _u :		8 587 kPa			
Ratio E / P _u :		9,04			
Yield pressure P _F :		1 492 kPa			
Ratio P _u / P _F :		5,79			
TEXAM COMPANION V.3.3					



TEXAM Pressuremeter Test				
Project name:	Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:	P-27		Test depth:	23,14 m
Test date: (dd/mm/yyyy)	29/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:	1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:	N		Fluid density:	1,000

Raw Readings		Corrected Readings		
Pressure	Volume	Pressure	Volume	$\Delta R/R_0$
kPa	cm ³	kPa	cm ³	%
0	0,0	232	0,0	0,00
1	40,0	228	40,0	1,29
7	80,0	229	80,0	2,57
12	120,0	230	119,9	3,83
16	160,0	231	159,9	5,08
24	200,0	237	199,8	6,31
27	240,0	238	239,8	7,53
33	280,0	242	279,8	8,73
33	320,0	241	319,8	9,92
35	360,0	241	359,8	11,10
38	400,0	243	399,7	12,27
45	440,0	249	439,7	13,42
56	480,0	260	479,6	14,56
70	520,0	273	519,5	15,69
90	560,0	292	559,4	16,81
130	600,0	331	599,1	17,91
204	640,0	404	638,6	19,00
322	680,0	521	677,9	20,07
475	720,0	673	716,9	21,12
673	760,0	870	755,5	22,16
838	800,0	1034	794,4	23,19
1297	840,0	1492	831,4	24,16
1692	880,0	1886	868,8	25,14
1814	920,0	2007	908,0	26,16
1996	960,0	2188	946,8	27,16
2204	1000,0	2395	985,4	28,14

Remarks

Calibrations References:
Soil Description:
Drilling Method:
Notes:

Pressuremeter Test - Corrected Curve

Test Results	
Pressiometer modulus E:	24 217 kPa
Ultimate pressure P _L :	2 783 kPa
Ratio E / P _L :	8,70
Yield pressure P _F :	1 034 kPa
Ratio P _L / P _F :	2,69


TEXAM COMMISSION V.3.3

ANEXO D: Ejemplo de Cálculo de Asentamientos


: Layer Depth :		Unit	:Compressi-	Initial	Change in	:Consol :	:
: (m) :		Weight	bility	Eff. Stress	Eff. Stress	:Settle-:	Strain:
: (kN/m3) :				at Midpoint:	at Midpoint :	ment :	(%) :
: Top :	:Bottom:		C	(kPa)	(kPa)	(m)	
: 3.20 :	: 3.40 :	17.8	0.024	31	107	0.001	0.46
: 3.40 :	: 3.60 :	17.8	0.024	33	100	0.001	0.43
: 3.60 :	: 3.80 :	17.8	0.024	34	93	0.001	0.41
: 3.80 :	: 4.00 :	17.8	0.024	36	86	0.001	0.38
: 4.00 :	: 4.20 :	17.8	0.024	37	80	0.001	0.35
: 4.20 :	: 4.40 :	17.8	0.024	39	74	0.001	0.33
: 4.40 :	: 4.60 :	17.8	0.024	41	69	0.001	0.31
: 4.60 :	: 4.80 :	17.8	0.024	42	64	0.001	0.29
: 4.80 :	: 5.00 :	17.8	0.024	44	59	0.001	0.27
: 5.00 :	: 5.20 :	17.8	0.024	45	55	0.000	0.25
: 5.20 :	: 5.40 :	17.8	0.024	47	51	0.000	0.23
: 5.40 :	: 5.60 :	17.8	0.024	49	48	0.000	0.21
: 5.60 :	: 5.80 :	17.8	0.024	50	45	0.000	0.20
: 5.80 :	: 6.00 :	17.8	0.024	52	42	0.000	0.18
: 6.00 :	: 6.20 :	17.8	0.024	53	39	0.000	0.17
: 6.20 :	: 6.40 :	17.8	0.024	55	37	0.000	0.16
: 6.40 :	: 6.60 :	17.8	0.024	57	34	0.000	0.15
: 6.60 :	: 6.80 :	17.8	0.024	58	32	0.000	0.14
: 6.80 :	: 7.00 :	17.8	0.024	60	31	0.000	0.13
: 7.00 :	: 7.20 :	17.8	0.024	61	29	0.000	0.12
: 7.20 :	: 7.40 :	17.8	0.024	63	27	0.000	0.11
: 7.40 :	: 7.60 :	17.8	0.024	65	26	0.000	0.10
: 7.60 :	: 7.80 :	17.8	0.024	66	24	0.000	0.10
: 7.80 :	: 8.00 :	17.8	0.024	68	23	0.000	0.09
: 8.00 :	: 8.50 :	17.8	0.024	71	21	0.000	0.08
: 8.50 :	: 9.00 :	17.8	0.024	75	19	0.000	0.07
: 9.00 :	: 9.50 :	17.8	0.024	79	17	0.000	0.06
: 9.50 :	:10.00 :	17.8	0.024	83	15	0.000	0.05
:10.00 :	:10.50 :	17.8	0.024	87	13	0.000	0.04
:10.50 :	:11.00 :	17.8	0.024	91	12	0.000	0.04
:11.00 :	:11.50 :	17.8	0.024	95	11	0.000	0.03
:11.50 :	:12.00 :	17.8	0.024	99	10	0.000	0.03
:12.00 :	:12.50 :	17.8	0.024	103	9	0.000	0.03
:12.50 :	:13.00 :	17.8	0.024	107	8	0.000	0.02

ANEXO E: Ejemplo de Cálculo de Pilotes


Ejemplo de cálculo Edificios de siete pisos – Pilotes de 0,60 m de diámetro

	PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO OBRA: EDIFICIOS DE SIETE PISOS Informe: 18-0705 Fecha: 27/11/2018										
	CALCULO DE PILOTES										
	ESTRATO #1	ESTRATO #2	ESTRATO #3	ESTRATO #4	ESTRATO #5	ESTRATO #6	PUNTA				
	Cohesion (kg/cm ²)	0,75	Cohesion (kg/cm ²)	1,02	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)
Diametro (m)	0,60	Diametro (m)	0,60	Diametro (m)	0,60	Diametro (m)	0,60	Diametro (m)	0,60	Diametro (m)	0,60
Cu (ton/m ²)	7,46	Cu (ton/m ²)	10,20	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	17,30
Longitud (m)	13,39	Longitud (m)	1,30	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	3,31
Área Lateral (m ²)	25,23	Área Lateral (m ²)	2,45	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,28
Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0,8
NF=Si hay agua x 0,8 y si no x1											
$CA = \alpha \times cu = \alpha = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \psi$											
	3,46		0,95		0,00		0,00		0,00		5,38
$Q_{ficcán} = C_u \cdot A_L$											
	87,20		2,33		0,00		0,00		0,00		33,56
$Q_{ficcán} = TOTAL / FS$										$Q_{Punta} = C_u \cdot N_c \cdot A_b / FS$	14,53 ton/pil
Longitud del pilote	18,00 m									Nc= 9,0 (Codigo de cimentaciones)	

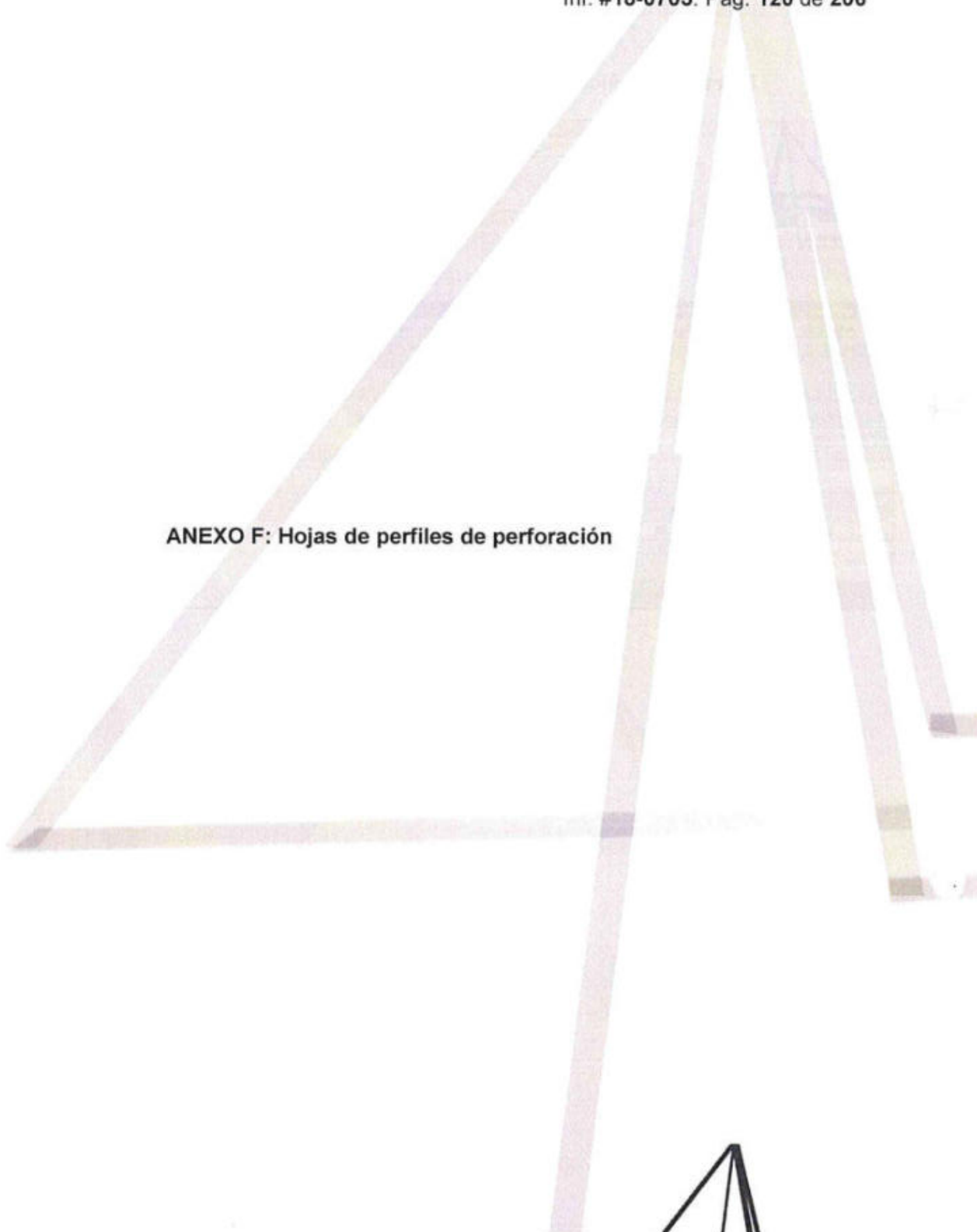
Ejemplo de cálculo Edificios de siete pisos – Pilotes de 0,80 m de diámetro

	PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO OBRA: EDIFICIOS DE SIETE PISOS Informe: 18-0705 Fecha: 27/11/2018										
	CALCULO DE PILOTES										
	ESTRATO #1	ESTRATO #2	ESTRATO #3	ESTRATO #4	ESTRATO #5	ESTRATO #6	PUNTA				
	Cohesion (kg/cm ²)	0,75	Cohesion (kg/cm ²)	1,02	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)
Diametro (m)	0,80	Diametro (m)	0,80	Diametro (m)	0,80	Diametro (m)	0,80	Diametro (m)	0,80	Diametro (m)	0,80
Cu (ton/m ²)	7,46	Cu (ton/m ²)	10,20	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	17,30
Longitud (m)	13,39	Longitud (m)	1,30	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	3,31
Área Lateral (m ²)	33,64	Área Lateral (m ²)	3,27	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,50
Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0,8
NF=Si hay agua x 0,8 y si no x1											
$CA = \alpha \times cu = \alpha = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \psi$											
	3,46		0,95		0,00		0,00		0,00		5,38
$Q_{ficcán} = C_u \cdot A_L$											
	116,27		3,10		0,00		0,00		0,00		44,74
$Q_{ficcán} = TOTAL / FS$										$Q_{Punta} = C_u \cdot N_c \cdot A_b / FS$	25,95 ton/pil
Longitud del pilote	18,00 m									Nc= 9,0 (Codigo de cimentaciones)	

Ejemplo de cálculo Edificios de siete pisos – Pilotes de 1,00 m de diámetro

		PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO												
		UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO												
		OBRA: EDIFICIOS DE SIETE PISOS												
		Informe: 18-0705	Fecha: 27/11/2018											
CALCULO DE PILOTES														
ESTRATO #1	ESTRATO #2	ESTRATO #3	ESTRATO #4	ESTRATO #5	ESTRATO #6	PUNTA								
Cohesion (kg/cm ²)	0,75	Cohesion (kg/cm ²)	1,02	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	1,73	
Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	
Cu (ton/m ²)	7,46	Cu (ton/m ²)	10,20	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	17,30	
Longitud (m)	13,39	Longitud (m)	1,30	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,60	Longitud (m)	3,31	
Área Lateral (m ²)	42,04	Área Lateral (m ²)	4,08	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,79 10,39	
Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0,8	
NF=Si hay agua x 0,8 y si no x1														
$CA = \alpha \times cu = \alpha = \alpha1\alpha2\alpha3\psi$														
	3,46		0,95		0,00		0,00		0,00		0,00		5,38	
$Q_{fijacion} = C_s \cdot A_L$														
	145,34		3,88		0,00		0,00		0,00		0,00		55,93	
$Q_{fijacion} = TOTAL / F.S$			68,38 ton/pil										$Q_{Punta} = C_s \cdot N_c \cdot A_s / F.S$	41,00 ton/pil
Longitud del pilote			18,00 m											
Nc= 9,0 (Codigo de cimentaciones)														

ANEXO F: Hojas de perfiles de perforación




INTERVALOS METROS		TIPO DE PERFORACION	No. GOLPES					N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45														16	0,00 m - 0,45 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánica y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1 SPT						5	53	1,12	0,34				47	
0,90	1,35	Bar						13							100	
1,35	1,80	Bar						9							100	
1,80	2,25	2 SPT						11	52	1,13	0,75				100	0,45 m - 3,60 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentas arenosas y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
2,25	2,70	Bar						14							100	
2,70	3,15	Bar						17							33	
3,15	3,60	3 SPT						18	40	1,27	0,74				100	
3,60	4,05	Bar						32							56	
4,05	4,50	Bar						24							91	
4,50	4,95	4 SPT						19	48	1,17	0,84				16	
4,95	5,40	Bar						32							60	
5,40	5,50	5 SPT						35	46	1,09					16	
5,50	5,95	6 SPT						17	46	1,22	1,33				16	
5,95	6,86	HQ													0 100	3,60 m - 10,35 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
6,86	7,31	7 SPT						13	20	39	1,33	0,95			89	
7,31	8,40	HQ													0 55	
8,40	8,85	8 SPT						16	24	42	1,28	1,31			78	
8,85	9,86	HQ													0 64	
9,86	10,35	9 SPT						10	15	40	1,36	0,79			89	
N.F. = No hay.																

TP = Trépanos
Pt = # Muestra
S = Simbología
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)
%W = Humedad natural (AASHTO T-285, Instrucción de ensayo IE-06*)
Hs = Peso unitario seco, g/cm³ (ASTM D-2937**)
C = Cohesión, kg/cm² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)

Bar = Barreno
SPT = Sistema de Penetración Estándar
% Rec. = % de recuperación
H.Q. = Rotación con broca de diamante
* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado



INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES					N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO														
Pt			0	20	40	60	80																							
0,00	0,45														0,00 m - 0,30 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.															
0,45	0,90	1	SPT					7	48	1,14	0,45		60																	
0,90	1,35		Bar					7					78																	
1,35	1,80		Bar					8					56																	
1,80	2,25	2	SPT					9	49	1,15	0,47		73																	
2,25	2,70		Bar					10					80																	
2,70	3,15		Bar					12					71																	
3,15	3,60	3	SPT					12	46	1,23	0,64		58		0,30 m - 5,85 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia media, semidura y dura.															
3,60	4,05		Bar					13					64																	
4,05	4,50		Bar					10					51																	
4,50	4,95	4	SPT					20	45	1,25	0,88		62																	
4,95	5,40		Bar					13					56																	
5,40	5,85		Bar					22					47																	
5,85	6,30	5	SPT					17	49	1,21	0,79		73																	
6,30	6,75		Bar					17					38																	
6,75	7,20		Bar					16					47																	
7,20	7,65	6	SPT					20	56	1,11	0,72		49		5,85 m - 9,45 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura y dura.															
7,65	8,10		Bar					23					69																	
8,10	8,55		Bar					17					60																	
8,55	9,00	7	SPT					11					27																	
9,00	9,45		Bar					11					33																	
9,45	9,90		Bar					16					42																	
9,90	10,35	8	SPT					13					29																	
N.F. = 6,30 m Est 1,50 m.																														
<table border="0"> <tr> <td>TP = Trépanos</td> <td>Bar = Barreno</td> </tr> <tr> <td>Pt = # Muestra</td> <td>SPT = Sistema de Penetración Estándar</td> </tr> <tr> <td>S = Simbología</td> <td>% Rec. = % de recuperación</td> </tr> <tr> <td>N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)</td> <td>H.Q. = Rotación con broca de diamante</td> </tr> <tr> <td>%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hs = Peso unitario seco, g/cm³ (ASTM D-2937**)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C = Cohesión, kg/cm² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado</td> </tr> </table>															TP = Trépanos	Bar = Barreno	Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar	S = Simbología	% Rec. = % de recuperación	N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante	%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)		Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)		C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)			* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado
TP = Trépanos	Bar = Barreno																													
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar																													
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación																													
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante																													
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)																														
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)																														
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)																														
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado																													

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION: P-3		LOCALIZACION DE PERFORACION: VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL: 13,05 m.		SISTEMA DE PERFORACION: PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO: NIVEL ACTUAL		PERFORADOR: LUIS AGUILAR Y FERNANDO GONZÁLEZ	
FECHA DE INICIO: 8/10/2018		PREPARADO POR: RANDY PORRAS	
FINALIZACION: 8/10/2018		FECHA: 27/11/2018	INFORME #: 18-0705 /59
OBSERVACIONES:		PIEZOMETRO: () SI (X) NO	


INTERVALOS METROS	TIPO DE PUNTO	No. GOLPES				N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
		0	20	40	60									
10,35 - 10,80	Bar					16						0	9,45 m - 13,05 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia media, semidura y dura.	
10,80 - 11,25	Bar					14						0		
11,25 - 11,70	SPT					15						24		
11,70 - 12,15	Bar					12						0		
12,15 - 12,60	Bar					21						24		
12,60 - 13,05	SPT					24						0		
N.F. = 6,30 m Est 1,50 m.														

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES					N°	N corre glén	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	B	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
P1	P2		0	20	40	60	80									
0,00	0,45														0,00 m - 0,50 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánica y arcilla expansiva de color gris.	
0,45	0,90	1 SPT					7	51	1,12	0,52			60			
0,90	1,35	Bar					7						82			
1,35	1,80	Bar					5						51			
1,80	2,25	2 SPT					14	46	1,17	0,78			100			
2,25	2,70	Bar					15						91			
2,70	3,15	Bar					19						51			
3,15	3,60	3 SPT					9	51	1,23	0,75			69			
3,60	4,05	Bar					11						73			
4,05	4,20	Bar					50						24		0,50 m - 7,80 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentas arenosas y piedras, de consistencia media, semidura, dura y rígida.	
4,20	4,65	TP					23									
4,65	5,10	TP					38									
5,10	5,55	TP					38									
5,55	6,00	TP					34									
6,00	6,45	4 SPT					59						0			
6,45	6,90	TP					41									
6,90	7,35	TP					43									
7,35	7,80	TP					55									
7,80	8,40	HQ											0	88		
8,40	9,90	HQ											0	27	7,80 m - 9,90 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras.	
9,90	10,35	5 SPT					4	6	62	1,02	0,48		62			
10,35	11,40	HQ											0	13	9,90 m - 11,85 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media.	
11,40	11,85	6 SPT					5	8	72	0,94	0,60		71			

N.F. = No hay.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Castro & DeLaTorre INGENIEROS CONSULTORES</p> <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION: P-I		LOCALIZACION DE PERFORACION: VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL: 20.50 m.		SISTEMA DE PERFORACION : PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO : NIVEL ACTUAL		PERFORADOR: LUIS AGUILAR Y FERNANDO GONZALEZ.	
FECHA DE INICIO : 9/10/2018		PREPARADO POR: RANDY PORRAS	
FINALIZACION: 26/10/2018		FECHA: 27/11/2018	
OBSERVACIONES :		INFORME # : 18-0705 6/69	
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N°	N corre glite	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60									
11,85	12,90	HQ									0	17		11,85 m - 13,95 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia blanda.	
12,90	13,35	7 SPT					2	3	41	1,31	0,52	100			
13,35	14,40	HQ									0	70		13,95 m - 20,50 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia rígida.	
14,40	14,76	8 SPT					60	90	44	1,21	1,75	48			
14,76	15,90	HQ									0	40			
15,90	16,35	9 SPT					30	45				0			
16,35	17,40	HQ									0	60			
17,40	17,58	10 SPT					39	59	32				56		
17,58	18,90	HQ									0	13			
18,90	19,07	11 SPT					30						83		
19,07	20,40	HQ									0	34			
20,40	20,50	12 SPT					30						0		

N.F. = No hay.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado


INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES					N°	N corre gido	%W*	Hs**	C'	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0	20	40	60	80												
0,00	0,45													16	0,00 m - 0,45 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.	
0,45	0,90	1	SPT				6		51	1,26	0,45			100		
0,90	1,35		Bar				3							100		
1,35	1,80		Bar				4							80		
1,80	2,25	2	SPT				6		41	1,41	0,28			89		
2,25	2,70		Bar				8							67		
2,70	3,15		Bar				14							73	0,50 m - 4,95 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia blanda, media, semidura y dura.	
3,15	3,60	3	SPT				9		31	1,63	0,50			84		
3,60	4,05		Bar				14							93		
4,05	4,50		Bar				18							87		
4,50	4,95	4	SPT				14		43	1,36	0,71			96		
4,95	5,40		Bar				18							91		
5,40	5,85		Bar				27							100		
5,85	6,30	5	SPT				14		38	1,37	0,70			87		
6,30	6,75		Bar				26							69		
6,75	7,20		Bar				24							64		
7,20	7,65	6	SPT				18		34	1,53	0,89			100		
7,65	8,10		Bar				20							91	4,95 m - 10,35 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura y dura.	
8,10	8,55		Bar				20							96		
8,55	9,00	7	SPT				8		34	1,45	0,82			64		
9,00	9,45		Bar				9							69		
9,45	9,90		Bar				17							78		
9,90	10,35	8	SPT				21		42	1,25	0,77			67		

N.F. = 2,70 m Est 0,40 m.

TP = Trépanes	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2186, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		TIPO DE PUNTA	No. GOLPES					N°	N corre glía	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
10,35	10,80	Bar	[Barrenado]					15						98		10,35 m - 10,80 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia semidura.
10,80	11,25	Bar	[Barrenado]					14						71		10,80 m - 12,15 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia semidura.
11,25	11,70	9 SPT	[Barrenado]					12	70	0,97	0,87			64		
11,70	12,15	Bar	[Barrenado]					10							100	
12,15	12,60	Bar	[Barrenado]					11							78	
12,60	13,05	10 SPT	[Barrenado]					12	184	0,44	0,63				93	12,15 m - 13,50 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(tuba), de consistencia semidura.
13,05	13,50	Bar	[Barrenado]					9							64	
13,50	13,95	Bar	[Barrenado]					15							100	
13,95	14,40	11 SPT	[Barrenado]					12	79						69	
14,40	14,85	Bar	[Barrenado]					13							0	
14,85	15,30	Bar	[Barrenado]					20							49	13,50 m - 16,35 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia semidura, dura y rígida.
15,30	15,75	12 SPT	[Barrenado]					13	24						49	
15,75	16,20	Bar	[Barrenado]					18							56	
16,20	16,35	Bar	[Barrenado]					30							42	
16,35	16,40	TP	[Barrenado]					75								
16,40	17,40	HQ	[Barrenado]												30	
17,40	17,73	13 SPT	[Barrenado]					60	90	35	1,42	1,71			90	16,35 m - 20,85 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia rígida.
17,73	18,90	HQ	[Barrenado]												51	
18,90	19,35	14 SPT	[Barrenado]					44	66	38	1,33	1,52			49	
19,35	20,40	HQ	[Barrenado]												87	
20,40	20,85	15 SPT	[Barrenado]					37	56	42	1,22	1,97			56	
20,85	21,90	HQ	[Barrenado]												48	87
21,90	21,90	16 SPT	[Barrenado]												0	REBOTA
															N.F. = 2,70 m Est 0,40 m.	

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Castro & DeLaTorre Ingenieros Consultores</p> <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-5	LOCALIZACION DE PERFORACION: VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL:	27,90 m.	SISTEMA DE PERFORACION : PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR: ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.	
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR: RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	15/10/2018	FECHA: 27/11/2018	INFORME # : 18-0705 9/69
OBSERVACIONES :		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	


INTERVALOS METROS	P1	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60									
21,90	22,65	NQ										13	49		20,85 m - 27,90 m CAPA I Lavas brechifcadas de composición andesítica, fracturadas con pátinas de meteorización, de formación Reventado.
22,65	23,40	NQ										15	53		
23,40	23,40	17 SPT										0			
23,40	24,90	HQ										17	91		
24,90	24,90	18 SPT										0			
24,90	26,40	HQ										0	58		
26,40	26,40	19 SPT										0			
26,40	27,90	HQ										0	67		
27,90	27,90	20 SPT										0			

N.F. = 2,70 m Est 0,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
P1 = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES					N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45														16	0,00 m - 0,20 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1 SPT						7	52						49	
0,90	1,35	Bar						4							100	
1,35	1,80	Bar						8							100	
1,80	2,25	2 SPT						7	49	1,25	0,34				100	
2,25	2,70	Bar						21							100	
2,70	3,15	Bar						22							38	0,20 m - 5,40 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia blanda, media, semidura y rígida.
3,15	3,60	3 SPT						17	46	1,32	0,75				53	
3,60	4,05	Bar						15							60	
4,05	4,50	Bar						43							82	
4,50	4,95	4 SPT						21							0	
4,95	5,40	Bar						18							100	
5,40	5,85	Bar						13							93	
5,85	6,30	5 SPT						15							100	
6,30	6,75	Bar						9							27	
6,75	7,20	Bar						8							49	
7,20	7,65	6 SPT						10							38	
7,65	8,10	7 SPT						8							27	
8,10	8,55	Bar						12							100	
8,55	9,00	Bar						18							100	
9,00	9,45	8 SPT						12	45	1,34	0,80				60	
9,45	9,90	Bar						8							100	
9,90	10,35	Bar						15							100	
															N.F. = 3,15 m Est 0,25 m.	
TP = Trépanos Pt = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**) C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)															Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación H.Q. = Rotación con broca de diamante	
															* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado	

INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES					N°	N corre glido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0	20	40	60	80												
10,35	10,80	9	SPT				22						0		9,90 m - 10,80 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia semidura y dura.	
10,80	11,25		Bar				14						71			
11,25	11,70		Bar				11						49			
11,70	12,15	10	SPT				7	51	1,03	0,69			44		10,80 m - 12,60 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.	
12,15	12,60		Bar				12						24			
12,60	13,05		Bar				11						60			
13,05	13,50	11	SPT				10	90					38		12,60 m - 13,95 m CAPA F Limo arcillosos de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia media y semidura.	
13,50	13,95		Bar				6						49			
13,95	14,40		Bar				11						93			
14,40	14,85	12	SPT				21						0			
14,85	15,30		Bar				24						71		13,95 m - 16,50 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia semidura, dura y rígida.	
15,30	15,75	13	SPT				25						0			
15,75	16,20		Bar				40						56			
16,20	16,60	14	SPT				61	40	1,42	1,04			100			
16,60	16,95		TP				85									
16,95	17,40		HQ										89			
17,40	18,90		HQ										80			
18,90	18,90	15	SPT				10	REBOTA					0			
18,90	20,40		HQ										43		16,50 m - 25,08 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados (rotación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.	
20,40	20,85	16	SPT				32	48	41	1,30	1,81		73			
20,85	21,90		HQ										23			
21,90	22,35	17	SPT				44	66					100			
22,35	23,40		HQ										82			
N.F. = 3,15 m Est 0,25 m.																
TP = Trépanos Pt = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**) C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)								Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación H.Q. = Rotación con broca de diamante * Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado								

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION: P-6		LOCALIZACION DE PERFORACION: VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL: 28,10 m.		SISTEMA DE PERFORACION : PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO : NIVEL ACTUAL		PERFORADOR: LUIS AGUILAR Y FERNANDO GONZÁLEZ.	
FECHA DE INICIO : 8/15/2018		PREPARADO POR: RANDY PORRAS	
FINALIZACION : 16/10/2018		FECHA: 27/11/2018	INFORME # : 18-0705 12/59
OBSERVACIONES :		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	PT	TIPO DE PERF	No. GOLPES					N°	N corre gte	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60	80									
23,40 - 23,45	18	SPT	[Bar chart showing 56 blows]					30						56		1650 m - 25,08 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados (relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.
23,45 - 24,90		HQ	[Bar chart showing 35 blows]											35		
24,90 - 25,08	19	SPT	[Bar chart showing 56 blows]					38	57	42	1,34	1,61			56	
25,08 - 26,40		Bar	[Bar chart showing 40 blows]												40	25,08 m - 28,10 m CAPA I Laves brechificadas de composición andesítica, fracturadas con pátinas de meteorización, de formación Reventado.
26,40 - 26,45	20	SPT	[Bar chart showing 0 blows]					30							0	
26,45 - 27,90		HQ	[Bar chart showing 45 blows]												45	
27,90 - 28,10	21	SPT	[Bar chart showing 0 blows]					47							0	

N.F. = 3,15 m Est 0,25 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		TIPO DE PERFORACION	No. GOLPES					Nº	N80 corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0	20	40	60	80												
0,00	0,45													16	0,00 m - 0,15 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris	
0,45	0,90	1	SPT				8	66						58		
0,90	1,35		Bar				10							64		
1,35	1,80		Bar				13							76		
1,80	2,25	2	SPT				12	48	1,16	0,74				89		
2,25	2,70		Bar				14							84		
2,70	3,15		Bar				21							73		
3,15	3,60	3	SPT				57	30	1,41	1,15				93	0,15 m - 5,85 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con velas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia media, semidura, dura y rígida.	
3,60	4,05		TP				41									
4,05	4,50		TP				28									
4,50	4,95		TP				26									
4,95	5,40		TP				30									
5,40	5,85		TP				31									
5,85	6,30	4	SPT				22	38	1,37	0,90				87		
6,30	6,75		Bar				20							71		
6,75	7,20		Bar				39							42		
7,20	7,65	5	SPT				37	41	1,30	1,34				82		
7,65	8,10		Bar				34							71		
8,10	8,55		Bar				36							60		
8,55	9,00	6	SPT				18	34	1,42	0,87				93		
9,00	9,45		Bar				14							0		
9,45	9,90		Bar				14							0		
9,90	10,35	7	SPT				17							0		

N.F. = 3,60 m Est 0,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado